GHID METODOLOGIC

PENTRU PREDAREA FIZICII

INTRODUCERE

I - Justificarea redactării ghidului

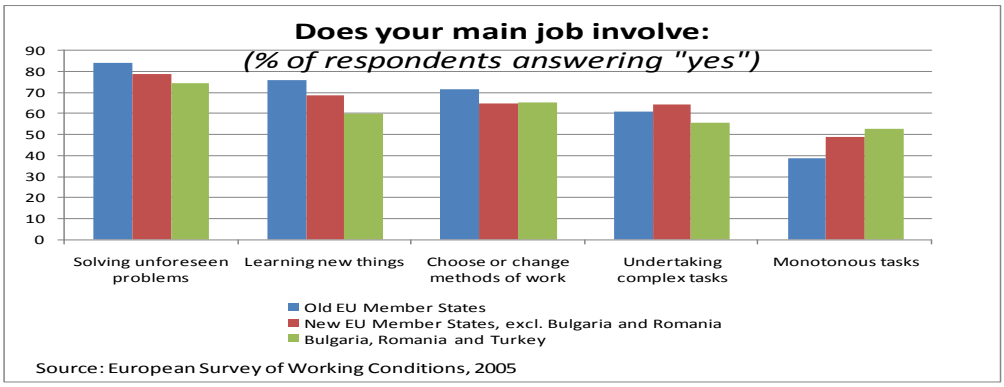
Cristian Hatu

Adoptarea legii educaţiei a fost doar primul pas în reformarea sistemului de învăţământ. Acest proces se finalizează doar atunci când se stabileşte ce se transmite elevilor în clasă şi, mai ales, cum. Ceea ce şcoala îi transmite oricărui elev (cunoştinţe şi valori) sau îi formează (abilităţi şi atitudini) ar trebui să-i fie de folos în viaţa profesională şi personală când va deveni adult. Pentru a şti exact ce este de făcut, trebuie răspuns la câteva întrebări.

Prima întrebare care se pune este cum arată lumea actuală din punct de vedere economic şi social? Este un prim reper important de care trebuie să se ţină seama.

În ultimele decenii, s-au schimbat modul de organizare şi practicile din mediul economic. Mai întâi, activităţile rutiniere au început să fie tot mai mult preluate de sisteme automatizate. Efectul firesc a fost că tot mai puţine joburi au implicat o muncă de rutină. Prin urmare, memorarea şi utilizarea unor proceduri simple, repetitive au devenit secundare în cazul multor joburi. etitivă atunci când o bună parte dintre angajaţi au asemenea abilităţi.

Figura 1: Ce implică munca pentru cei mai mulţi angajatori.



În economia actuală, automatizată, globalizată şi foarte dinamică, angajaţii se confruntă cu multe situaţii noi, ne-standard în care trebuie să răspundă rapid şi eficient la probleme dificile, să gestioneze informaţii, să genereze cunoştinţe noi sau să comunice eficient. (fig 1) Despre o ţară se poate spune că are o forţă de muncă competitivă atunci când o bună parte dintre angajaţi au asemenea abilităţi.

În ce măsură angajaţii români au acest tip de abilităţi? Aproape jumătate dintre angajatorii de la noi se plâng că găsesc cu greu personal care să aibă capacitatea de a acţiona autonom (să poată gândi critic şi să aibă capacitatea de a rezolva de probleme)[1].
Aspectul dinamic al actualei economii se manifestă şi în faptul că un angajat îşi schimbă în prezent specializarea, în medie, de 3-4 ori de-a lungul vieţii active. Angajaţii trebuie chiar să înveţe mereu lucruri şi abilităţi noi chiar şi la un singur loc de muncă. De aceea, mai importantă decât specializarea pe care o capătă cineva după ce termină şcoala este dobândirea capacităţii de a învăţa lucruri şi abilităţi noi; ea îl va ajuta să-şi poată forma mai târziu cu uşurinţă noi specializări.

O a doua întrebare care se pune este ce abilităţi trebuie să formeze şcoala în actualul context? O parte a răspunsului a fost deja dată. Pentru a afla cealaltă parte ne putem uita la ce anume verifică testele PISA (alfabetizarea ştiinţifică) sau TIMSS. Cei care le organizează îşi doresc ca ele să măsoare eficienţa sistemelor educaţionale; ei

[1] La fel de importante sunt şi cele necognitive (capacitatea de a lucra în echipă, cea de comunicare şi cea de negociere).

au reuşit să traducă consideraţiile generale de mai sus în indicatori exacţi, măsurabili. Accentul se pune nu atât pe cunoştinţe, cât pe procesele (mentale/cognitive) prin care acestea se obţin. A gândi corect sau a putea rezolva orice fel de probleme cu care ne confruntăm devin acum abilităţi cruciale/ fundamentale …

Pe scurt, competenţele vizate de **testele PISA** pe ştiinţe sunt: identificarea problemelor de natură ştiinţifică, capacitatea de a explica în mod ştiinţific fenomenele (ele au fost vizate cel mai mult la testele din 2006 şi 2009) şi utilizarea datelor ştiinţifice[2]. Aceste teste verifică şi în ce măsură li s-a format elevilor interesul de a face investigaţii de tip ştiinţific.

Testele TIMSS se dau elevilor de clasa a IV-a şi a VIII-a. În ceea ce priveşte ştiinţele naturii, sunt verificate 3 domenii cognitive: cunoaşterea, aplicarea (capacitatea elevului de a aplica cunoaşterea şi înţelegerea conceptuală unei probleme de tip ştiinţific) şi raţionarea (posibilitatea de a găsi soluţii nu doar la probleme ştiinţifice de rutină, ci şi atunci când au de-a face cu situaţii nefamiliare, contexte complexe şi probleme ce implică mai mulţi paşi/ nivele)[3]. La elevii de clasa a VIII-a ponderea problemelor ce ţin de raţionare este mai mare.

„Aplicarea" presupune capacitatea elevilor de a:

- compara, contrasta şi clasifica pe baza caracteristicilor şi proprietăţilor;
- interpreta informaţia ştiinţifică în lumina unui principiu/concept ştiinţific;
- aplica/utiliza felul lor de a înţelege concepte şi principii ştiinţifice pentru a găsi o soluţie sau pentru a construi o explicaţie;
- utiliza o diagramă sau un model pentru a demonstra că au înţeles concepte, structuri, relaţii şi procese ştiinţifice sau sisteme fizice/biologice.
- identifica/ utiliza o relaţie, ecuaţie sau formulă ştiinţifică pentru a găsi o soluţie calitativă sau cantitativă care implică aplicarea/demonstrarea directă a unui concept
- oferi/ identifica o explicaţie pentru o observaţie sau un fenomen natural, demonstrând o înţelegere a conceptului, principiului, legii sau teoriei ştiinţifice pe care se bazează etc. (p 83-4)

În cazul „raţionării" nu mai avem de-a face cu utilizarea directă a unor concepte şi principii ştiinţifice, cum se întâmplă în cazul „aplicării", ci cu situaţii în care trebuie să găsim soluţii la probleme mai complicate şi nefamiliare. (p. 84) În această situaţie elevii ar trebui să reuşească:

- să analizeze probleme pentru a găsi: concepte şi relaţii relevate, paşii necesari pentru rezolvarea unei probleme. Ei trebuie sa dezvolte strategii de rezolvare de probleme şi să le explice;
- să aibă capacitatea de a integra şi sintetiza (diferiţi factori şi concepte înrudite, arii diferite ale ştiinţei etc);
- să combine cunoaşterea conceptelor ştiinţifice cu informaţiile din experienţă şi observaţii pentru a formula întrebări la care se poate răspunde cu ajutorul investigaţiei; să formuleze ipoteze (presupoziţii testabile) şi să facă predicţii;
- să conceapă/ planifice investigaţii potrivite pentru a răspunde la întrebări ştiinţifice sau pentru a testa ipoteze;

[2] PISA 2009 Assessment Framework – Key Competencies in Reading, Mathematics and Science, OECD 2009, p 130.
[3] TIMSS 2011 Science Framework, p 80.

- să determine pattern-uri în cadrul datelor experimentale, să descrie şi sintetizeze tendinţele ce se observa şi să le interpoleze sau extrapoleze; să tragă concluziile corecte;
- să ajungă la concluzii care depăşesc datele experimentale de plecare şi să le poată aplica la noi situaţii;
- să cântărească avantajele şi dezavantajele luării unor decizii cu privire la procese, materiale şi surse alternative; să evalueze explicaţiile şi strategiile de rezolvare de probleme alternative;
- să folosească date experimentale şi un mod ştiinţific de gândi pentru a justifica explicaţii şi soluţii ale problemelor; să construiască argumente pentru a susţine validitatea soluţiilor problemelor, concluziilor investigaţiilor sau explicaţiilor ştiinţifice.

Până acum nu am avut un curriculum care să răspundă unor astfel de nevoi[4]. Dar noua lege a educaţiei prevede atât un învăţământ centrat pe formarea de competenţe, cât şi introducerea un evaluări ale elevilor de tipul celor internaţionale (la clasele a II-a, a IV-a şi a VI-a). Descriptorii competenţelor generice din noul cadrul de referinţă oferă suportul pentru ca în viitoarele programe şcolare să avem competenţe generale şi specifice care să fie de tipul celor de mai sus. Totodată, în noua lege se susţine că învăţământul nostru este unul centrat pe elev. Or, asta înseamnă că şcoala îşi propune să identifice şi să cultive abilităţile individuale ale elevilor, cu scopul a maximiza potenţialul fiecăruia.

A treia întrebare este cum pot fi formate asemenea abilităţi? Cum trebuie să procedeze profesorul la clasă?

„A învăţa" a presupus până acum, în primul rând, ca elevii să memoreze informaţiile disciplinei predate, iar diferenţele dintre lecţii erau văzute ca diferenţe doar între conţinuturi. Aceste didactici au condus la o învăţare ce pleacă de la memorarea noilor cunoştinţe pentru a ajunge la capacitatea de a opera cu ele (Dawson, 1992). Or, conţinuturile învăţării ar trebui să fie şi pretexte pentru a forma mecanisme de gândire corectă. Schimbarea de paradigmă curriculară echivalează şi cu trecerea de la o cultură generală universalistă la una funcţională.[5]
În domeniul ştiinţelor naturii teoria este introdusă şi prezentată în mod abstract şi axiomatic, de sus în jos, fără prea multe legături cu experienţele concrete ale elevilor, care le-ar putea trezi curiozitatea şi i-ar angaja emoţional.[6] De exemplu, profesorii le oferă elevilor la orele de fizică direct concluzia (o lege, o formulă fizică etc.) în loc să-i ghideze, prin întrebări şi discuţii, pentru a o găsi singuri.
A devenit foarte importantă acumularea de informaţii, sub forma de definiţii, teoreme, demonstraţii, ajungându-se chiar la o automatizare a procesului de rezolvare a problemelor.

[4] Am ocupat în mod constant ultimele locuri dintre ţările UE la evaluările internaţionale. Această situaţie este strâns legată de locul nu foarte onorabil pe care ne situăm în ceea ce priveşte competitivitatea forţei de muncă. Conform Raportului Băncii Mondiale pe 2010-2011 privind România, la acest indicator suntem printre ultimele ţări din Uniunea Europeană, iar în topul global al competitivităţii forţei de muncă ne situăm pe locul 77 (World Economic Forum 2010-2011).
[5] Singer, M. ş.a., coord., *Programe şcolare pentru clasa a X-a. Un model de proiectare curriculară centrat pe competenţe*, Consiliul Naţional pentru Curriculum – Ministerul Educaţiei Naţionale, Bucureşti, 2000
[6] Idem, p. 239

Atunci când mintea întâlneşte o informaţie nouă, încearcă să găsească, mai întâi, un pattern familiar; altfel spus, creierul va face atunci eforturi pentru a realiza conexiuni neuronale care să se potrivească cu noile informaţii. De aceea, îi este mai uşor să asimileze informaţii asemănătoare cu cele deja fixate.[7] Reprezentările vizuale şi intuitive sunt foarte utile copiilor pentru înţelegerea şi procesarea eficientă a informaţiei[8].
O bună parte din cunoaşterea pe care o au copiii când încep şcoala vine din experienţele concrete de până atunci. De aceea, este important ca învăţarea să ţină cont de experienţele elevului. Pe lângă conexarea cu experienţele concrete, angajarea emoţională uşurează şi ea procesarea noilor informaţii sau formarea unor noi abilităţi.[9] Interesant aici este ceea ce se întâmplă nu atât cu informaţiile, cât cu mecanismele de procesare/ analiză a informaţiilor şi situaţiilor problematice.

Una dintre strategiile didactice pe care o considerăm potrivită este de a se pleca în abordarea unei teme de la situaţii problematice şi care să-l incite pe elev (să conţină un „conflict cognitiv"). Mai concret, întrebările provocatoare pentru elevi de la care plecă profesorii sunt: *De ce buşteanul nu se scufundă în apă, fiind totuşi mai greu decât o piatră mică?* (densitate - cl a VI-a) SAU *De ce printr-o lentilă obiectele se văd uneori drepte iar alteori răsturnate?* (optică - cl a IX-a). Profesorii trebuie doar să-i ajute pe elevi să găsească răspunsurile.

Aceasta este şi o strategie prin care putem păstra de-a lungul anilor imensa curiozitate cu care copiii intră în şcoală.
Ghidul nostru metodologic abordează fiecare unitate de învăţare din **programa de fizică** prin cel puţin un model de învăţare. S-au propus 5 modele de învăţare (investigaţie, proiect, experiment, rezolvare de probleme şi exerciţiu). Fiecare unitate de învăţare este trecută prin 4 secvenţe (evocare-anticipare, explorare-experimentare, reflecţie-explicare şi aplicare-transfer). O unitate de învăţare este parcursă în decursul mai multor lecţii. Atât modele de învăţare, cât şi cele 4 secvenţe sunt cunoscute la noi, însă aici s-a încercat o abordare sistematică şi funcţională în acord cu principiile prezentate mai sus. În partea următoare a introducerii sunt expuse detalii tehnice despre aceste elemente şi o fundamentare teoretică a lor.

La ghid au lucrat peste 40 de experţi şi profesori de fizică din 6 judeţe ale ţării. Numele autorului fiecărei unităţi este trecut la începutul ghidului metodologic pentru fiecare clasă. Ghidul a fost realizat în cadrul proiectului *Reforma curriculară a ştiinţelor exacte*, derulat de Societatea Academică din România împreună cu 2 filiale ale Societăţii Române de Fizică (Timiş şi Constanţa) în parteneriat cu Romanian-American Foundation. Cristian Hatu a fost coordonatorul proiectului; expertul pe didactică şi metodică cu care s-a colaborat a fost Iulian Leahu. Formatul unităţilor de învăţare a fost stabilit de I Leahu împreună cu profesorii implicaţi în redactarea textelor. Profesorii din cele 2 filiale au fost coordonaţi de Mădălin Bunoiu (Timiş) şi Mihai Gîrţu (Constanţa).

[7]Gabel, C. - *Impact of the Reform Efforts on K-12 Science Inquery*, în Integration the National Science Education Standards into Classroom Practice, Kenneth P. King, Pearson – Merrill Prentice Hall, 2007, p. 240
[8] René Thom, *Les mathématiques "modernes": une erreur pédagogique et philosophique?*, în Apologie du logos, Hachette, 1990
[9] Idem, p. 241

II Arhitectura conceptuală a ghidului

- Iulian Leahu -

Pentru această primă etapă a redactării ghidului, efortul autorilor a fost orientat către **conceperea şi structurarea sarcinilor de învățare** în raport cu structura modelului de învăţare asociat unităţii de învăţare.
Au fost transcrise ca „modele de învăţare a competenţelor" anumite modele cognitive („scheme universale de acţiune validate în diferite domenii de studiu") cunoscute în pedagogie ca „metode didactice", cum sunt: proiectul, exerciţiul, rezolvarea de probleme, observaţia sistematică, investigaţia, experimentul, studiul de caz, dezbaterea, lucrările practice şi altele.

Modelele de învăţare a competenţelor pe baza cărora se construiesc unităţile de învăţare sunt prezentate sub două coloane (ca în exemplul din Tabelul 1), acestea reprezentând: 1. o componentă normativă a modelului de învăţare, exprimată în termeni de competenţe specifice derivate din structura modelului; 2. o componentă psihologică, relevând succesiunea proceselor cognitive mobilizate pentru elaborarea cunoştinţelor/ formarea competenţelor de către elevi.

Tabelul 1

Modelul investigaţiei (componenta normativă, ca ansamblu structurat de competenţe specifice/ sarcini de învăţare)	**Modelul investigaţiei** (componenta psihologică, relevând succesiunea proceselor cognitive ale elaborării cunoştinţelor de către elevi)
1. Avansarea ipotezelor alternative la o întrebare, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;	*Planificare (anticipare);*
2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;	*Analogie cu anticiparea efectului, fără anticiparea mijloacelor;*
3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;	*Inducţie (generalizare);*
4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;	*Deducţie (particularizare);*
5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.	*Analogie cu anticiparea mijloacelor, fără anticiparea efectului.*

Prin asocierea modelului de învăţare la conţinuturile repartizate unităţii de învăţare, cele două componente ale modelului ghidează pe profesor în conceperea şi

eşalonarea sarcinilor de învăţare necesare rezolvării unei situaţii problemă: 1. pe de o parte, stabilirea sarcinilor învăţării este rezultatul corelării realizate de profesor între competenţele specifice derivate din model şi conţinuturile repartizate unităţii de învăţare; 2. pe de altă parte, eşalonarea sarcinilor este ghidată de strategia cognitivă adoptată pentru rezolvarea situaţiei problemă, respectiv, succesiunea proceselor cognitive descrise de model. Ca urmare, din perspectiva curriculumului centrat pe competenţe/ pe elevi, autorii unităţilor de învăţare au fost solicitaţi să utilizeze practici inedite pentru proiectarea didactică, având adesea de depăşit conflictele conceptuale generate de centrarea actuală a proiectării didactice pe conţinuturile programelor şcolare.

Vom înţelege deci **modelele de învăţare a competenţelor** drept construcţii didactice care dezvăluie: pe de o parte, ansambluri structurate ale competenţelor unui curriculum, din perspectiva concepţiei holistice asupra competenţei; pe de altă parte, succesiuni ale proceselor cognitive ce conduc la însuşirea de competenţe de către elevi, reflectând demersuri de rezolvare a situaţiilor-problemă (de învăţare) în contextele în care acestea sunt valorizate.
Astfel, vom defini modelele de învăţare a competenţelor prin trei componente:

i) ca metode ştiinţifice (de rezolvare de probleme) reprezentând ansambluri structurate de sarcini, prescripţii, instrucţiuni de lucru, reflectând modelele cognitive cu care experţii operează în diferite domenii de studiu;

ii) ca modele de predare reprezentând ansambluri structurate de competenţe şi sarcini de învăţare, mijlocind „instrumentarea elevilor cu metodele favorizate de expertul domeniului pe parcursul activităţii sale" (Sarivan, L., coord., 2005, p. 33)[10];

iii) ca modele psihologice de învăţare - izomorfe structural cu modelele de predare - relevând succesiunea proceselor cognitive implicate în formarea de către elevi a competenţelor prescrise.

Comentarii:
Pentru **a ilustra construirea unui model de învăţare a competenţelor**, să considerăm exemplul învăţării bazate pe investigaţie:
1. Ca **metodă ştiinţifică**, investigaţia este un ansamblu structurat de sarcini de lucru prin intermediul căruia se prescrie soluţionarea unei întrebări reale, deschise, cercetătorul avansând ipoteze (răspunsuri posibile) şi reflectând asupra dovezilor colectate (National Standards for Science Education, USA 1996);
2. Ca **model de predare**, investigaţia este un ansamblu structurat de competenţe specifice (investigaţiei), conform structurii următoare:

Tabelul 3

Investigaţia ca model de predare (ansamblu structurat de competenţe specifice/ sarcini de învăţare)
1. Avansarea ipotezelor alternative la o întrebare, examinarea

[10] Cu precizarea că în şcoală „nu este vorba despre a dobândi acele cunoştinţe de care dispune expertul, ci de a mobiliza şi utiliza aceste modele în contexte adaptate vârstei elevului şi nivelului de informaţii ale acestuia abilităţi similare celor ale specialistului, manifestând un comportament cognitiv specific domeniului" (Singer, M. ş.a., coord., 2000, p. 8);

surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor alternative;
3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

3. Ca **model de învăţare**, investigaţia este un ansamblu structurat de procese cognitive (izomorf cu modelul de predare), relevând succesiunea proceselor cognitive implicate în elaborarea cunoştinţelor sau formarea competenţelor de către elevi. O astfel de succesiune a proceselor cognitive - prezentată sub titlul unui „model generic de învăţare" în Tabelul 4 - poate fi stabilită prin corelarea unui set de procese cognitive cu structura unui model psihologic de învăţare (Leahu, I., 2006). În acest scop, pot fi alese:
a) definiţiile oferite de G. Meyer (2000) pentru procesele cognitive (planificare, analogie, inducţie, deducţie) implicate în elaborarea cunoştinţelor de către elevi, respectiv,
b) modelul formării în etape a acţiunilor/ operaţiilor mintale (Galperin, P.I.,1975). Modelul de învăţare propus de P.I. Galperin este formulat în termeni de rezultate ale învăţării (ale proceselor psihice implicate în învăţare), ceea ce implică transcrierea acestui model în termeni de procese cognitive, aşa cum este prezentată în Tabelul 4. Se obţine un **model generic de învăţare, un model al elaborării cunoştinţelor de către elevi**, conform schemei următoare:

Tabelul 4

Modelul formării în etape a acţiunilor/ operaţiilor mintale (P.I. Galperin, 1975)	**Un model generic de învăţare** (succesiunea proceselor cognitive ale elaborării cunoştinţelor de către elevi, ca strategie cognitivă proactivă)
1. **Constituirea bazei de orientare a acţiunii** - reprezentarea preliminară a sarcinii şi a cursului acţiunii, când se transmit elevului schema acţiunii, algoritmul de identificare sau prototipul noţiunii de însuşit şi sistemul simbolurilor şi parametrilor de conducere a acţiunii (învăţării);	*Planificare (anticipare);*
2. **Acţiunea cu obiectul** - acţiunea *obiectuală* (se mânuiesc obiectele, începe formarea noilor deprinderi) şi acţiunea *obiectivată* (selectarea însuşirilor esenţiale ale obiectelor, clasificări, ordonări, analize şi generalizări parţiale);	*Analogie cu anticiparea efectului, fără anticiparea mijloacelor;*
3. **Acţiunea în forma limbajului extern cu voce tare, fără obiecte** - reprezentarea în planul vorbirii a acţiunii cu obiectele, fără sprijin pe obiecte, *comunicarea cu alţii* devenind un mijloc pentru gândire;	*Inducţie (generalizare);*
4. **Acţiunea în forma limbajului extern**	*Deducţie*

pentru sine - comunicarea *pentru sine* ca mijloc pentru gândire, conţinutul conceptual al acţiunii devine o componentă a gândirii;	*(particularizare);*
5. **Acţiunea în forma limbajului interior** - automatizarea (asimilarea) la nivelul gândirii a conţinutului obiectual ca semnificaţie a expresiei verbale, sub forma vorbirii interioare, cu sine; transformarea prototipului şi schemei de acţiune în noţiuni sau acţiuni proprii. 6. **Controlul acţiunii, ca principiu esenţial** – controlul/ autocontrolul se realizează permanent, dar în această etapă „schema acţiunii" şi „algoritmul noţiunii" trebuie să fie controlate conform modelului iniţial. În această fază controlul are „un caracter global, devine o acţiune ideală [interiorizată], la rândul lui fiind un punct de plecare pentru o nouă acţiune".	*Analogie cu anticiparea mijloacelor, fără anticiparea efectului.*

Ca urmare, modelul învăţării bazate pe investigaţie capătă structura următoare:

Tabelul 3

Investigaţia (ca model de predare, ansamblu structurat de competenţe specifice/ sarcini de învăţare)	**Modelul (generic) de învăţare** (relevând succesiunea proceselor cognitive ale elaborării cunoştinţelor de către elevi, izomorf cu modelul de predare)
1. Avansarea ipotezelor alternative la o întrebare, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;	*Planificare (anticipare);*
2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;	*Analogie cu anticiparea efectului, fără anticiparea mijloacelor;*
3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;	*Inducţie (generalizare);*
4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;	*Deducţie (particularizare);*
5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.	*Analogie cu anticiparea mijloacelor, fără anticiparea efectului.*

O strategie cognitivă retroactivă poate inversa ordinea inducţiei şi deducţiei, respectiv, tipurile de analogie, ca în descrierea următoare:

Tabelul 5

Investigaţia (ca model de predare, ansamblu structurat de competenţe specifice/ sarcini de învăţare)	**Modelul (generic) de învăţare** (relevând succesiunea proceselor cognitive ale elaborării cunoştinţelor de

	către elevi, izomorf cu modelul de predare)
1. Avansarea ipotezelor alternative la o întrebare, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;	*Planificare (anticipare);*
2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;	*Analogia plecând de la anticiparea mijloacelor, fără anticiparea efectului;*
3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;	*Deducţie (particularizare);*
4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;	*Inducţie (generalizare);*
5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.	*Analogie cu anticiparea efectului, fără anticiparea mijloacelor.*

În cele din urmă, separând în termeni de scenariu didactic secvenţele modelului de învăţare (conform primei coloane a Tabelului 6), putem ilustra modelul de învăţare a competenţelor bazat pe investigaţie prin următoarea structură:

Tabelul 6

Secvenţele modelului (în termeni didactici)	**Investigaţia ca model de predare (ansamblu structurat de competenţe specifice/ sarcini de învăţare)**	**Modelul generic de învăţare (relevând succesiunea proceselor cognitive ale elaborării cunoştinţelor de către elevi)**
I. EVOCARE - ANTICIPARE	1. Avansarea ipotezelor alternative la o întrebare, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;	Planificare (anticipare);
II. EXPLORARE – EXPERIMENTARE	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;	Analogie cu anticiparea efectului, fără anticiparea mijloacelor;
III. REFLECŢIE - EXPLICARE	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;	Inducţie (generalizare);
IV. APLICARE - TRANSFER	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.	Deducţie (particularizare); Analogie cu anticiparea mijloacelor, fără anticiparea efectului.

Comentarii:
Pedagogia constructivistă propune variate scenarii didactice ale modelului de învăţare al lui P.I. Galperin, adaptate fie disciplinelor şcolare, fie vârstelor elevilor, de exemplu:

- EVOCARE – EXPLORARE - EXPLICARE – EXTINDERE – EVALUARE („5 E”, R. Bybee, 1978);
- EXPLORARE – EXPLICARE – EXTINDERE (Martin, R. şi colab., 1998);
- SUSCITAREA INTERESULUI – INVESTIGAŢIE - CONCLUZII ŞI REFLECŢII (Martin, R. şi colab., 1998);
- EVOCARE - REALIZAREA SENSULUI - REFLECŢIE (Steele, J.L. ş.a., 1998);
- FAMILIARIZARE – STRUCTURARE – APLICARE (gimnaziu - Singer, M. ş.a., coord., 2001);
- EVOCARE – EXPLORARE – EXPLICARE – ESENŢIALIZARE – EXERSARE - EXTINDERE (modelul celor şase „E”, Singer, M. ş.a., coord., 2000), pentru elevii de liceu;

Aceste scenarii didactice - ca structurări ale sarcinilor de învăţare/ competenţelor specifice - nu indică însă succesiunea proceselor cognitive implicate în însuşirea competenţelor de către elevi, ca urmare au valoarea unor modele cognitive sau modele de predare, dar nu a unor modele de învăţare.

Lectură: Scenariu didactic ca aplicaţie a modelului de învăţare (P.I. Galperin)

Modelul celor „5 E” (R. Bybee, 1978)[11]

„5 E” reprezintă cinci etape constructiviste de „predare şi învăţare” (*Evocaţi*, *Exploraţi*, *Explicaţi*, *Extindeţi*, *Evaluaţi*), aplicate evenimentelor unei lecţii individuale sau unui ansamblu de lecţii. Modelul de tip constructivist a fost elaborat de R. Bybee şi colab. (Biological Science Curriculum Study, SUA, 1978), apoi adaptat/ dezvoltat sub forma „6E” sau „7E”. Constructivismul propune ca elevii să-şi elaboreze noile cunoştinţe „prin efortul propriu”, adică integrate în *sistemul cognitiv* (ansamblul cunoştinţelor din mintea unui elev):

1. **Evocare (Engage):** Scopul etapei este ca, în paralel cu evaluarea iniţială a cunoştinţelor anterioare ale elevilor, să captăm interesul elevilor, astfel ca ei să se implice afectiv, personal în învăţare. În cursul acestor experienţe de învăţare, elevii fac cunoştinţă mai întâi cu sarcinile de învăţare pe care şi le clarifică; fac conexiuni cu experienţele de învăţare anterioare şi actuale; stabilesc modul şi sarcinile de organizare a activităţilor care urmează. Se aplică diverse metode pentru a descoperi cunoştinţele anterioare ale elevilor şi nivelul de înţelegere, în acelaşi timp, pentru a hrăni curiozitatea elevilor şi a-i încuraja să formuleze propriile întrebări;

2. **Explorare (Explore):** În această etapă elevilor li se oferă ocazii de a se implica direct în studiul fenomenelor şi corpurilor. În timp ce lucrează împreună în echipe, pe cont propriu, elevii concep experienţe comune care solicită schimbul de informaţii şi comunicare; proiectează,

[11] http://www.nasa.gov/audience/foreducators/nasaeclips/5eteachingmodels/index.html;

formulează ipoteze, testează previziunile proprii, formulează propriile concluzii. Profesorul acţionează ca un facilitator, furnizează materiale, monitorizează concentrarea elevilor pe sarcinile de efectuat. În timpul explorării, sarcinilor elevilor sunt ghidate de un proces similar cercetării ştiinţifice şi tehnologice, prin care elevii sunt antrenaţi activ în învăţare. Accentul este pus pe chestionare (formativă), pe înţelegerea care rezultă din analiza datelor şi gândirea critică (analiză, sinteză, evaluare);

3. **Explicare (Explain):** Scopul etapei este de a oferi elevilor ocazia de a comunica ceea ce au aflat şi de a înţelege semnificaţiile. Limbajul oferă posibilitatea organizării evenimentelor, observaţiilor în lanţuri logice. Comunicarea are loc între elevi, între elevi şi profesor, printr-un proces de reflecţie (generalizare). Odată ce elevii şi-au construit propria înţelegere, ei sunt ajutaţi să sintetizeze şi să-şi explice propriile idei. Această etapă introduce termenii noi şi corectează sau reorientează concepţiile greşite;

4. **Extindere (Extend):** Scopul etapei este de a permite elevilor să folosească noile cunoştinţe şi să continue să exploreze implicaţiile, consecinţele acestora. În această etapă elevii extind, dezvoltă ceea ce au învăţat, fac conexiuni cu alte concepte înrudite, aplică înţelegerea în lumea din jurul lor, în noi moduri şi în situaţii noi, nefamiliare;

5. **Evaluare (Evaluate):** Scopul etapei, atât pentru profesor, cât şi pentru elevi este să se determine nivelul învăţării, al înţelegerii care a rezultat. Etapa este un moment al unui proces de evaluare continuă, diagnostică ce permite profesorului să determine dacă elevul a reuşit să înţeleagă, să însuşească conceptele şi faptele. Evaluarea şi notarea pot să se producă în orice moment de-a lungul procesului de instruire. Instrumente care sprijină procesul de evaluare diagnostică sunt: chestionare, observaţiile profesorului, interviuri, portofolii, proiecte, produse rezultând din învăţarea bazată pe probleme. Pot fi făcute înregistrări video pentru a determina profunzimea înţelegerii elevilor. Elevii vor încântaţi să-şi demonstreze înţelegerea prin jurnale, desene, construcţii, interpretări dramatice etc.

Lectură: Scenariu didactic ca aplicaţie a modelului de învăţare (P.I. Galperin)

Cadrul de învăţare ERR (Steele, J.L., Temple, Ch. ş.a., 1998, p. 13-15)

Modelul de învăţare ERR elaborat pentru strategia RWCT (Reading and Writing for Critical Thinking) oferă procesului de învăţare (lecţiilor) următorul scenariu:

Evocarea

Prima fază se numeşte *faza evocării*. (...) în etapa evocării elevilor li se cere deseori să facă brainstorming şi să alcătuiască liste cu ceea ce ştiu sau cred că ştiu, ca punct de plecare. Uneori, brainstorming-ul se face individual, alteori în perechi, apoi cu întregul grup. Cineva scrie ideile grupului pe tablă, acceptând toate ideile, corecte sau nu. Profesorul poate afla unele idei de la elevi, prin întrebări despre acele lucruri

care nu sunt discutate, dar sunt relevante în temă. În această etapă, în măsura posibilului, este important ca profesorul să se abţină de la a vorbi, lăsându-i pe elevi să vorbească. Rolul profesorului este de a îndruma şi extrage ideile, precum şi de a-i asculta cu atenţie pe elevi.
În această primă fază se realizează mai multe activităţi cognitive importante. Întâi, elevii sunt implicaţi activ în încercarea de a-şi aminti ce ştiu despre un anumit subiect. Aceasta îi obligă să-şi examineze propriile cunoştinţe şi să înceapă să se gândească la tema pe care în curând o vor examina în detaliu. Importanţa acestei implicări iniţiale va deveni mai clară odată cu descrierea celorlalte două faze. Oricum, important este faptul că, prin această activitate iniţială, elevul stabileşte un punct de plecare bazat pe cunoştinţele proprii, la care se pot adăuga altele noi. Aceasta este esenţial, dat fiind că orice cunoştinţe care persistă sunt înţelese în contextul a ceea ce este deja cunoscut şi înţeles. Informaţiile prezentate fără un context sau cele pe care elevii nu le pot corela cu altele deja cunoscute sunt cele care se uită foarte repede.
Procesul de învăţare este un proces de conectare a noului cu ceea ce este deja cunoscut. Cei care învaţă îşi clădesc înţelegerea lucrurilor noi pe fundamentul oferit de cunoştinţele şi convingerile anterioare. Astfel, ajutându-i pe elevi să reconstruiască aceste cunoştinţe şi convingeri anterioare, se poate clădi un fundament solid, pe care să se construiască înţelegerea pe termen lung a noilor informaţii. În felul acesta se scot la lumină neînţelegerile, confuziile şi erorile de cunoaştere care nu devin evidente fără examinarea activă a cunoştinţelor şi convingerilor deja existente.
Al doilea scop al fazei de evocare este de a-l activiza pe cel care învaţă. Învăţarea este un proces activ şi nu unul pasiv. Prea des se întâmplă ca elevii să stea pasivi în clasă ascultându-l pe profesor gândind în locul lor, în timp ce ei stau în bănci luând notiţe sau visând cu ochii deschişi.
Pentru ca înţelegerea critică, de durată să aibă loc, elevii trebuie implicaţi activ în procesul de învăţare. Prin implicare activă se înţelege că elevii devin conştienţi de propria lor gândire şi îşi folosesc limbajul propriu. Ei trebuie să-şi exprime cunoştinţele scriind şi/ sau vorbind. În felul acesta, cunoştinţele fiecăruia sunt conştientizate şi este scoasă la suprafaţă „schema" preexistentă în gândirea fiecăruia în legătură cu un anumit subiect sau idee. Formulând această schemă în mod conştient, elevul poate să coreleze mai bine informaţiile noi cu ceea ce ştia deja, deoarece contextul necesar pentru înţelegere a devenit evident.
Deoarece durabilitatea înţelegerii depinde de procesul de corelare a informaţiilor noi cu schemele preexistente, al treilea scop al etapei de evocare este esenţial. Prin intermediul acestei etape, se stabilesc interesul şi scopul pentru explorarea subiectului. Interesul şi scopul sunt esenţiale pentru menţinerea implicării active a elevului în învăţare. Când există un scop, învăţarea devine mult mai eficientă. Există, însă, două feluri de scopuri: cel impus de profesor sau de text şi cel stabilit de elev pentru sine. Scopurile din această a doua categorie sunt mult mai puternice decât cele impuse de surse externe, iar interesul e adesea cel care determină scopul. Fără interes susţinut, motivaţia pentru reconstruirea schemelor sau pentru introducerea de noi informaţii în aceste scheme este mult diminuată.

Realizarea sensului

A doua fază a cadrului pentru gândire şi învăţare este *realizarea sensului*. Aceasta este faza în care cel care învaţă vine în contact cu noile informaţii sau idei. Acest contact poate lua forma lecturii unui text (...), a vizionării unui film, a ascultării unei cuvântări sau a efectuării unui experiment. Aceasta este şi faza de învăţare în care profesorul are influenţa cea mai redusă asupra elevului, care trebuie să-şi menţină implicarea activă în învăţare în mod independent.

Există strategii de predare care pot fi folosite pentru a-i ajuta pe elevi să rămână implicaţi. Sarcina esenţială a acestei a doua etape, realizarea sensului, este, în primul rând, de a menţine implicarea şi interesul stabilite în faza de evocare. A doua sarcină esenţială este de a susţine eforturile elevilor în monitorizarea propriei înţelegeri. Cei care învaţă sau citesc în mod eficient îşi monitorizează înţelegerea când întâlnesc informaţii noi. În timpul lecturii, cititorii buni vor reveni asupra pasajelor pe care nu le înţeleg. Cei care ascultă o prelegere pun întrebări sau notează ceea ce nu înţeleg, pentru a cere lămuriri ulterior. Cei care învaţă în mod pasiv trec pur şi simplu peste aceste goluri în înţelegere, fără a sesiza confuzia, neînţelegerea sau omisiunea.
Când elevii îşi monitorizează înţelegerea, ei se implică în introducerea noilor informaţii în schemele de cunoaştere pe care le posedă deja. Ei corelează în mod deliberat noul cu ceea ce le este cunoscut, construind punţi între cunoscut şi nou, pentru a ajunge la o nouă înţelegere.
Se pot spune multe despre această fază şi despre problemele legate de sporirea implicării şi eficientizării înţelegerii. Conversaţia trebuie să rămână, totuşi, la nivelul realizării sensului. Se încurajează stabilirea de scopuri, analiza critică, analiza comparată şi sinteza.

Reflecţia

A treia fază a cadrului este *faza reflecţiei*. Adesea uitată în predare, ea este la fel de importantă ca şi celelalte. În această etapă elevii îşi consolidează cunoştinţele noi şi îşi restructurează activ schema [cognitivă, n.n.] pentru a include în ea noi concepte. Aceasta este faza în care elevii îşi însuşesc cu adevărat cunoştinţele noi. Aici are loc învăţarea durabilă. Învăţarea înseamnă schimbare, înseamnă a deveni cumva diferit. Indiferent dacă această diferenţă se manifestă sub forma unui alt mod de a înţelege, sau sub cea a unui nou set de comportamente, sau a unei convingeri noi, învăţarea este caracterizată de schimbare, o schimbare autentică şi durabilă. Această schimbare se petrece doar când cei care învaţă se implică activ în restructurarea schemelor lor, pentru a include în ele noul.
Această fază urmăreşte câteva lucruri esenţiale. Întâi, se aşteaptă ca elevii să înceapă să exprime în propriile lor cuvinte ideile şi informaţiile întâlnite. Acest lucru este necesar pentru construirea unor scheme noi. Învăţarea durabilă şi înţelegerea aprofundată sunt personale. Ne amintim mai bine ceea ce putem formula cu propriile noastre cuvinte, în contextul nostru personal.
Înţelegerea este durabilă când informaţiile sunt plasate într-un cadru contextual care are sens. Reformulând ceea ce înţelegem cu vocabularul nostru, se creează un context personal care are sens.
Al doilea scop al acestei faze este de a genera un schimb de idei sănătos între elevi, prin care să le dezvoltăm vocabularul şi capacitatea de exprimare, precum şi să le expunem diverse scheme pe care ei să le analizeze în timp ce şi le construiesc pe ale lor. Permiţând discuţiile în etapa de reflecţie, elevii se confruntă cu o varietate de modele de gândire. Este un moment al schimbării şi reconceptualizării în procesul de învăţare. Expunerea la multiple moduri de integrare a informaţiilor noi în acest moment are ca efect construirea unor scheme [cognitive] mai flexibile, care pot fi aplicate mai bine în practică.

GHID METODOLOGIC

PENTRU PREDAREA ŞTIINŢELOR

(PARTEA DE FIZICĂ)

Clasa a III-a şi IV-a

Octombrie 2011

Ghidul a fost realizat in cadrul proiectului *Reforma curriculara a ştiinţelor exacte*, derulat de Societatea Academică din România în parteneriat cu Societatea Română de Fizică şi Romanian-American Foundation. La redactarea unităţilor de învăţare au lucrat profesori fizică din 6 judeţe – Arad, Caraş-Severin, Constanţa, Hunedoara, Iaşi şi Timiş.

Proiectul a fost finanţat de Romanian-American Foundation

.

Planificarea unităţilor de învăţare la clasa III-a

Cf. programei pentru disciplina „Ştiinţe” pentru clasa a III-a/ 2005

Nr. crt.	Titlul unităţii de învăţare	Conţinuturi	Nr. ore	Lucrări efectuate
1.	**Caracteristici şi proprietăţi ale corpurilor** Ce este mai greu, 1 kg de fulgi sau 1 kg de fier? De ce uleiul plutește deasupra apei, iar șurubul din fier se scufundă?	**Caracteristici şi proprietăţi ale corpurilor** Echilibru şi cântărire (masa ca rezultat al cântăririi în unităţi standard): cântarul cu arc, balanţa. Volumul (capacitatea ca rezultat al măsurării în unităţi standard: litrul, multipli şi submultipli). *Densitatea ca rezultat al comparării maselor unor corpuri confecţionate din materiale diferite, dar de volume identice. *Plutirea corpurilor.	**4**	Prof. Popa Victoria(Şcoala Ferdinand, Constanţa) şi Prof. Mincu Mariela (Şcoala Mihai Vitezul, Constanţa)
		Evaluare	**1**	
2.	**Transformări în natură**	**4.Transformări în natură.** 4.1Soarele și Pământul. 4.2 Anotimpurile și lumea vie.4.3 Circuitul apei în natură. 4.4 Sursele de energie.	**5**	Sorina Drăghici (Şc.”A. Vlaicu” Constanța)
3.		**Evaluare**	**1**	

Planificarea unităţilor de învăţare la clasa a IV-a

Cf. programei pentru disciplina „Ştiinţe” pentru clasa a IV-a/ 2005

4.	**Caracteristici şi proprietăţi ale corpurilor** „De ce indică busola Nordul ?”, „Suntem în vacanță la munte cu cortul și brusc se lasă noaptea. Cum rezolvăm problema luminii?”	**Caracteristici şi proprietăţi ale corpurilor** Proprietăţi ale metalelor şi utilizări ale acestora. Magneți. Circuite electrice simple.	**5**	Prof. Burci Adriana (Şcoala cu cls. I-VIII „Ion Minulescu” Constanţa) **Clasa a IV-a**
		Evaluare	**1**	
5.	**Caracteristici şi proprietăţi ale corpurilor**	**Caracteristici şi proprietăţi ale corpurilor** Circuite electrice simple.	**2**	Prof. Nicolae Elena (Şcoala nr. 16 Constanta) **Clasa a IV-a**
		Evaluare	**1**	
6.	**Caracteristici şi proprietăţi ale corpurilor** „De unde vine lumina?”„Poţi vedea ce se întâmplă după colţ?”, „Ce este curcubeul?”	**Caracteristici şi proprietăţi ale corpurilor** Surse de lumină. Comportamentul luminii – producerea curcubeului, culorile, umbra, vizibilitatea corpurilor.	**3**	Prof. Şerban Mariana (Şcoala cu clasele I-VIII nr . 37 Constanţa) **Clasa a IV-a**
		Evaluare	**1**	
7.	**Transformări ale corpurilor şi materialelor** „De ce ne îmbrăcăm cu haine lungi în deşert când este foarte cald ?", „De ce ne adăpostim în case de gheaţă la polul nord?"	*Încălzire şi răcire; căldură absorbită şi căldură cedată.	**3**	Prof. Nicolae Elena (Şcoala nr. 16 Constanta) **Clasa a IV-a**
		Evaluare	**1**	
8.	**Transformări ale corpurilor şi materialelor** „Mulţi sportivi o îndrăgesc/ De ce oare o lovesc?”	Forţe care determină mişcarea corpurilor (gravitaţia, forţe de împingere şi tragere). Mişcare şi repaus.	**3**	Prof. Burci Adriana (Şcoala,„Ion Minulescu” Constanţa) Prof. Şerban Mariana (Şcoala nr. 37 Constanţa) **Clasa a IV-a**
		Evaluare	**1**	

Unitatea de învăţare III.1.1
Determinarea densităţii unui corp

sau

Ce este mai greu, 1 kg de fulgi, sau 1kg de Fier?
„De ce uleiul plutește deasupra apei,iar șurubul din fier se scufundă?”

Victoria Popa, Mariela Mincu (Constanţa)

Clasa: a IV-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Volum. Masa unui corp (unităţi de măsură, măsurare, exemple valorice). Densitatea. Unitate de măsură. Referire la practică. Exemple valorice pentru densitate. Calculul masei unui corp. Determinarea densităţii unui corp (Programa de ştiinţe pentru clasa a IV-a).
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, şi anume: *„De ce uleiul plutește deasupra apei, iar șurubul se scufundă?”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Un corp lichid poate avea o densitate mai mare decât a altuia ”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează masa corpurilor într-un concept mai cuprinzător (caracteristici şi proprietăţi ale corpurilor);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind masa corpurilor , substanţa din care sunt formate , plutirea corpurilor în apă, în aer, necesitatea înţelegerii condiţiei de plutire în activitatea zilnică etc.;
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): „Ce este mai greu : 1kg de fulgi sau unul de fier?”*„De ce uleiul plutește deasupra apei,iar șurubul din fer se scufundă?”*. şi **cere elevilor** să	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări, de exemplu:”probabil cel de fier”,”probabil sunt egale masele ”, „probabil că uleiul nu era destul de greu”; „probabil că era un volum mai mic de ulei ”; „probabil că dacă punem un volum mai mare de ulei, decât de apă ,

găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat; • **Orientează gândirea elevilor către identificarea** proprietăţilor fizice (masă, volum, substanţe) care disting ipotezele formulate,	apa ar putea pluti pe ulei",”probabil şurubul are masă mai mare” şi altele; • **Menţionează** *masa, volumul, materialul* (substanţa) si reformulează:pt. lichide,cât şi pt. solide, probabil este important să cunoaştem exact masele şi volumele lor •definesc volumul şi masa ,reamintind-uşi şi alte proprietăţi caracteristice corpurilor; stabilesc că în situaţia în care, două sau mai multe lichide nu se amestecă ,acestea se numesc nemiscibile (cazul uleiului şi al apei) • **Evocă/ exersează** măsurarea masei şi măsurarea volumului (utilizând corpuri , solide şi lichide, balanţă,cântarul cu arc, cilindrul gradat, apă), identificând instrumentele şi unităţile de măsură pentru masă(multipli şi submultipli);
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica plutirea corpurilor aşezate pe apă (corpuri de mase, respectiv, volume egale, din substanţe diferite); se poate sugera experimentarea cu alte lichide decât apa etc.; • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; **orientează gândirea** elevilor către identificarea proprietăţilor fizice (masă, volum, materiale/ substanţe) care disting ipotezele formulate;	
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[1]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[2]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este un lucru?”.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

[1] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[2] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (vase cu apă, ulei/ şurub din Fer ; cilindru gradat sau ; cântar sau balanţă cu etaloane de masă.) şi **cere elevilor să experimenteze** (eventual, să verifice ideea: un corp pluteşte la suprafaţa unui lichid şi în interiorul său, atât timp cât masa corpului este mai mică sau egală cu masa volumului de lichid dezlocuit; când masa proprie devine mai mare, corpul se scufundă):	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **observă** două vase identice ,în care se află – intr-unul ulei, iar în celălalt apă, **măsoară şi înregistrează**: Volumul apei şi volumul de ulei, cu ajutorul cilindrului gradat;Îşi reamintesc unităţile de măsură pentru volume - măsoară volumul şurubului din fier , cu ajutorul cilindrului gradat, pornind de la ideea că la introducerea unui corp solid întru-n lichid, nivelul lichidului creşte, iar $V_{corp} = V_2 - V_1$ (V_1 este volumul de apă din cilindru;V_2 este volumul de apă cu şurubul aflat în ea); - observă balanţa cu braţe egale, ca instrument pentru măsurarea maselor şi stabilesc etapele ce trebuiesc urmate pentru a determina masa: se verifică planeitatea suportului balanţei , se echilibrează balanţa, se aşează cu grijă corpul a cărui masă vrem s-o determinăm pe platanul stâng al balanţei, folosind o pensetă, pe platanul drept se aşează în ordine descrescătoare, de la centru spre exterior, mase marcate, tot cu ajutorul pensetei; când pârghia balanţei este perfect orizontală,înseamnă că s-a determinat masa ; exprimă rezultatul măsurării prin însumarea valorilor înscrise pe masele marcate ; - măsoară masa şurubului din Fer - măsoară masa apei din vas, apoi a uleiului - **observă că ,** introducând şurubul în apă, acesta se scufundă ; iar când toarnă ulei peste apă)în volume egale), uleiul urcă la suprafaţa apei ; **măsoară şi înregistrează**: Masa şurubului; Volumul apei şi Volumul uleiului ; Pluteşte/ Se scufundă; - **măsoară** apoi mase egale de apă şi ulei şi le determină volumul prin măsurare **compară** volumele de ulei şi apă
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind condiţiile de plutire: - şurubul are volum mic şi masă mare; indiferent de volumul de apă, şurubul se scufundă - pentru volume egale de apă şi ulei, masele lor nu sunt egale; - la mase egale de ulei şi apă, volumele lor sunt diferite

	- uleiul pluteşte deasupra apei, indiferent de masa şi volumul de apă ; - plutirea nu depinde de volume sau mase luate separat, ci de materialul din care sunt alcătuite (substanţă); • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări: 1. Toate corpurile din Fier se scufundă, indiferent de dimensiune (volum) şi masă? 2. Toate pietrele se scufundă, indiferent de dimensiune (volum) şi masă? 3. Plutirea corpurilor depinde de volumele sau de masele lor? 4. Diferă masele unor volume egale de apă, alcool, lapte, apă sărată, oţet etc., turnate pe rând într-un pahar (o sticluţă)? 5. Ce s-ar întâmpla cu o bucată de gheaţă (din frigider), dacă este aşezată pe aceste lichide?	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **reunesc într-un tabel comun** masele şi volumele măsurate pentru corpurile puse la dispoziţie, incluzând măsurătorile pentru apă şi adaugă o coloană a rapoartelor masă/ volum;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă)** cu ajutorul tabelului, care să explice de ce unele corpuri plutesc pe apă, iar altele se scufundă;	• **Formulează ipoteze** privind relaţia aşteptată;
• **Precizează** elevilor că substanţele/ corpurile observate diferă prin raportul dintre masă şi volum, respectiv, prin gradul de „concentrare” a masei într-un volum dat sau prin gradul de „împrăştiere” a unei mase date în volume diferite; **denumeşte** această concentrare „densitatea substanţei” şi o **defineşte** ca raportul dintre masa şi volumul unui corp masiv (fără goluri) alcătuit din acea substanţă; apoi **cere elevilor** să	• **Constată** că: -Raportul dintre masa si volumul unui corp este același (constant) pentru aceeași substanța; -corpurile cu masa mai mare decât masa volumului de apă pe care-l dezlocuiesc, pentru care raportul masă/ volum este mai mare decât cel pentru apă se scufundă în apă; corpurile cu masa mai mică decât masa volumului de apă pe care-l dezlocuiesc, pentru care raportul masă/ volum este mai mic decât cel pentru apă plutesc la

transpună observaţiile anterioare *în termeni de densitate*;	suprafaţa sau în interiorul apei din vas etc.
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: *De ce uleiul plutește deasupra apei,iar șurubul din fier se scufunda?* şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;	• **Reformulează constatările**, în termeni de densitate: substanţele care au densitatea mai mare decât a apei se distribuie deasupra liniei pentru apă, iar cele cu densitatea mai mică, sub linie; • **Constată** că un corp cu masă mare poate avea totuşi o densitate mică; • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: corpurile (masive) din substanţe cu densitate mai mică decât a apei plutesc pe apă; cele cu densitate mai mare se scufundă; cele cu aceeaşi densitate plutesc în interiorul apei din vas; • **Formulează enunţul (relaţia, legea)** conform căreia, pentru corpuri masive din aceeaşi substanţă, masa şi volumul variază direct proporţional;
	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: corpurile voluminoase plutesc pe apă, dacă au densitatea mai mică decât a apei: *Corpurile voluminoase pot avea totuşi o masă (densitate) mică!*; bușteanul are densitatea mai mică decât a apei, piatra este alcătuită dintr-un material cu densitatea mai mare decât a apei; ca urmare, „Acum ştiu care pot fi corpurile care plutesc pe apă: cele care au densitatea mai mică decât a apei!”;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere elevilor** să răspundă la întrebări, cum sunt: 1. De ce o bucată de plastilină se scufundă în apă, dar o barcă de plastilină, nu? 2. De ce o cantitate de apă plutește în echilibru în interiorul altei cantități de apă? 3. Ce asemănări şi deosebiri există între situaţiile precum: vapor, plută, barcă, submarin, aisberg, balon cu aer cald, scoarţa terestră etc. plutind pe apă, aer, magmă etc.?; 4. Dacă ai putea privi în interiorul substanţelor, care ar fi diferenţa dintre fier şi aluminiu? De ce fierul are o densitate mai mare? Etc.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;

protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza condiţiei de plutire: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: a) **observă şi optimizează** condiţiile de plutire pentru un balon cu aer cald (un sac menajer răsturnat, încălzit cu 2-3 lumânări şi echilibrat cu 4-5 agrafe de birou la bază); b) **extind condiţia de plutire la gaze**, modelând/ explicând ascensiunea curenţilor calzi în atmosferă, *brizele de seară şi de dimineaţă*, funcţionarea balonului cu heliu etc.; c) **calculează** densităţile unor amestecuri de substanţe (de volume egale, de mase egale); d) **demonstrează experimental** legenda „Arhimede şi coroana regelui Heron” (corpuri de mase egale dezlocuiesc volume de lichid invers proporţionale cu densităţile corpurilor) şi o aplică la determinarea densităţii (metoda picnometrului); e) **construiesc un densimetru** (o eprubetă cu alice de plumb, plutind în diferite lichide);
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele); 4. *Date experimentale* (tabel de date); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (\derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;

(utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
• ****Cere elevilor să determine experimental*** *densităţile unor corpuri solide, lichide (Prin determinarea densităţii unui corp poţi să verifici din ce substanţă este alcătuit!), să* ***realizeze previziuni*** *(interpolări, extrapolări) pe baza condiţiei de plutire a corpurilor pe lichide date,* ***să distingă/ clasifice*** *substanţele/ corpurile în funcţie de densitate, să aplice noţiunile însuşite la amestecuri de substanţe etc.*;	• **Organizaţi în grupurile de lucru, elevii:* - ***măsoară*** *densităţile laptelui, a unor soluţii de sare în apă, densitatea corpului uman etc., pentru a stabili calitatea laptelui, modificarea liniei de plutire a vapoarelor la trecerea din fluviu în mare, temperatura de îngheţ a apei mării, dificultatea scufundării în lacuri sărate etc.;* - ***determină experimental*** *efectul apei dulci asupra oului proaspăt şi a oului învechit, al apei sărate asupra unui ou introdus în lichid etc.;*
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[3];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ****Îşi propun să expună produsele realizate** *în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.*

Bibliografie

** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;

Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;

Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;

Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;

Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;

David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;

Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;

http://teachers.net/lessons/posts/1.html;

http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;

http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

[3] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

1. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
2. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
3. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
4. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare III.1.2
Corpuri. Caracteristici şi proprietăţi
sau
„Cât de mare poate fi un corp mic?
Căror transformări poate fi supus un corp?”

Victoria Popa, Mariela Mincu (Constanţa)

Clasa: a III-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Corpurile şi caracteristicile acestora. Dimensiuni. Măsurare. Stări de agregare. Transformări de stări de agregare.
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGATIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie neaşteptată, şi anume: ”Cât de mare poate fi un corp mic? Căror transformări poate fi supus un corp?” Pe parcurs ,gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: ”Dimensiunile reale ale corpurilor sunt diferite de cele percepute de un observator.”……

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează corpurile într-un concept mai cuprinzător (clasificare, proprietăţi ale corpurilor);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind corpurile din jurul nostru.
• **Evocă întrebarea de investigat** Privind în jurul vostru ,în clasă sau chiar mai	• **Formulează ipoteze** despre corpuri,despre asemănările şi deosebirile dintre acestea, grupându-le

departe, pe geam , vedeţi o mulţime de corpuri .Prin ce se aseamănă sau prin ce se deosebesc ele? Există corpuri mari, dar există şi corpuri mici .Cât de mare credeţi că poate fi un corp mic? **Cere** elevilor să găsească explicaţii/ răspunsuri /ipoteze; • **Orientează gândirea elevilor către identificarea** proprietăţilor fizice (formă, culoare, stare de agregare, substanţă) care disting ipotezele formulate, **identifică** explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere a dimensiunilor corpurilor (utilizarea unor instrumente de măsură pentru măsurarea dimensiunilor, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	după diferite criterii: formă (regulată - neregulată), culoare, stare de agregare, tipul (cu viaţă – fără viaţă); dar şi criterii legate de distanţa dintre corp şi observator (dimensiunea reală a corpurilor); • **Formulează ipoteze** despre dimensiunile corpurilor, de ex., „creionul este un corp mic, dar furnica este mai mică”; „microbii sunt mai mici decât furnica, deoarece nu-i putem vedea cu ochiul liber”; • **Compară** forma unei cutii, a unui cub a unui dulap ş.a. şi descoperă , în fiecare caz, existenţa unor laturi cu lungimi diferite - existenţa a două, respectiv, trei dimensiuni; • Formulează ipoteze la diferite întrebări de ex.: „De către cine şi de ce trebuiesc cunoscute dimensiunile unui vapor, maşină, jucărie etc.?”; • **Identifică** prin joc dimensiunile unor jucării • **Formulează ipoteze** despre forma corpurilor lichide şi gazoase; • **Menţionează** forma, culoarea, lungimea, starea de agregare, volumul, materialul (substanţa) • **Evocă necesitatea** cunoaşterii dimensiunilor corpurilor (utilizând instrumente de măsură potrivite);
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica proprietăţile fizice ale corpurilor dar si transformările de stare ale acestora • **Disting** situaţii în care dimensiunile reale ale corpurilor sunt diferite de cele percepute de observator: „Planeta Pământ este un corp mare, dar este extrem de mic în raport cu Universul”; „mingea de fotbal este un corp mare faţă de cea de tenis, dar este extrem de mică prin comparaţie cu Soarele”; „cutia de chibrituri este foarte mică în raport cu blocul”ş.a.; • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[4]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[5]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este un lucru?”.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

[4] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[5] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie
cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (o cutie dreptunghiulară în care se află aşezate , unele lângă altele, cuburi care umplu cutia , creion, riglă, ruletă ,cilindru gradat, seringă,biberon o sticlă cu apă (0,5 l) şi **cere elevilor să experimenteze** Corpurile au dimensiuni diferite, care pot fi măsurate. (eventual, să verifice ideea: lungimea unui corp poate fi măsurată ,prin comparare, cu lungimea altui corp;sau volumul unui corp poate fi măsurat, prin comparare ,cu volumul altui corp ; Aria este produsul a două dimensiuni ; Volumul corpurilor solide cu formă regulată se calculează ca produsul a trei dimensiuni; volumul unui corp lichid poate fi măsurat cu diferite instrumente de măsură) -**Defineşte** măsurarea; -**Cere elevilor** să stabilească unităţile de măsură pentru lungime şi relaţiile între multiplii şi submultiplii; -**Defineşte aria** şi u.m. caracteristice şi **cere elevilor** să stabilească relaţiile între multiplii şi submultipli -**Defineşte volumul**,unităţile de măsură şi **cere elevilor** să stabilească relaţiile între multiplii şi submultipli • **Stabileşte** metode de determinare a volumelor corpurilor solide şi lichide; • **Conduce** elevii către identificarea diferenţelor ce există dpdv al formei şi volumului, între corpuri aflate în diferite stări de agregare;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **observă** că lungimea unui corp poate fi comparată cu lungimea altui corp (de ex. lungimea laturilor cuburilor unui joc lego ,cu lungimea cutiei în care acestea se află) -**măsoară şi înregistrează**: stabilesc relaţii între lungimile corpurilor pe care le compară şi oferă rezultatul măsurării (de ex. observă că lungimea laturii cutiei este egală cu suma lungimilor laturilor cuburilor) ; -**observă** că , prin compararea lungimii aceluiaşi corp cu lungimea altuia (de ex. lungimea cutiei cu lungimea unui creion) , obţin un alt rezultat al măsurării --observă câteva instrumente de măsură pentru lungimi , precum şi unităţile de măsură corespunzătoare -**măsoară** lungimea cutiei cu ajutorul unui instrument de măsură (rigla)şi înregistrează datele -**măsoară** lungimea clasei cu un instrument de măsură adecvat acesteia (ruleta), şi înregistrează datele -**observă că** atât cuburile, cutia paralelipipedică , cât şi clasa, au trei dimensiuni: lungime, lăţime, înălţime. -**măsoară** două din cele trei dimensiuni ale unui cub, la fel şi pentru cutia paralelipipedică (L şi l) ; (* apoi calculează produsul L X l în fiecare caz - aria bazei) -**măsoară** şi a treia dimensiune (înălţimea), (* apoi calculează volumul V = $A_{bază}$. h) -**compară** volumul cutiei cu volumele cuburilor aflate în aceasta -**observă** instrumentele de măsură de pe masa de lucru şi **identifică** acele instrumente care folosesc la măsurarea volumelor corpurilor lichide; -**măsoară** volumul(capacitatea) unui vas, cu ajutorul unui pahar de 200 ml -**observă** că la introducerea unui corp solid într-un lichid, nivelul lichidului creşte.

	-măsoară volumul corpului solid cu ajutorul cilindrului gradat , ca diferenţă de volume $V_{corp} = V_2 – V_1$ (V_1 este volumul de apă , V_2 este volumul de apă având corpul solid în ea) **-observă** că , răsturnând un lichid dintr-un vas în altul, acestea având forme diferite, lichidul va lua forma lor **-observă** că , inspirând adânc aer în plămâni, apoi expirând aerul într-un balon, acesta se umflă; dacă balonul este spart, aerul se împrăştie în cameră
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind măsurarea lungimii aceluiaşi corp cu etaloane diferite: - **observă că** se obţin rezultate diferite; de aceea este necesar să se folosească instrumente de măsură adecvate, pentru a măsura exact lungimea corpurilor - **stabilesc** unităţile de măsură pentru lungime şi volum - **observă** că rigla are ca unitate de măsură cm., iar cea mai mică diviziune este de un mm; - **observă** că ruleta are ca unitate de măsură metrul, iar cea mai mică diviziune , cm. - **stabilesc** că instrumentele de măsură se aleg in funcţie de dimensiunile corpurilor - **observă** că laturile cubului sunt egale ; cutia paralelipipedică are laturi cu lungimi diferite **-observă că[*** Aria bazei cutiei paralelipipedice este egală cu nr. cuburi înmulţit cu Aria bazei unui cub ($A_{cutie} = n . A_{cub}$); observă şi unitatea de măsură pentru arie -observă că -*Volumul (interior) cutiei = $n . V_{cub}$ (unde n =nr cuburi din cutie)**]** - identifică instrumentele de măsură pentru volumele corpurilor lichide: cilindrul gradat, seringa, biberonul , dar şi alte vase gradate -constată că în vas intră cinci pahare de 200 ml şi calculează volumul vasului -observă că volumul unui corp solid poate fi măsurat cu ajutorul cilindrului gradat ,în care se află volumul V_1 de apă ca diferenţă $V_{corp}=V_2 – V_1$ (V_1 este volumul de apă , V_2 este volumul de apă având corpul solid în ea) -observă că corpurile solide au formă proprie, lichidele şi gazele iau forma vasului în care sunt puse -observă că gazele nu au formă proprie şi nici volum propriu ,sunt expansibile. • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări: 1. Toate corpurile au aceleaşi dimensiuni? 2. Câte dimensiuni are un corp? 3. Cum putem să măsurăm aceste dimensiuni? 4. Ce instrumente de măsură cunoaşteţi pentru lungime şi pentru volum? 5. Construiţi şi voi un astfel de instrument de măsură.6.Dacă iei cuburile din cutia paralelipipedică şi faci diferite construcţii (folosind de fiecare dată toate cuburile), ce poţi spune legat de volumul acestora ? 7.Dacă intr-un pahar de 200 ml plin cu apă , introduci un corp (de ex. un cub), ce observi că se întâmplă ?	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă)** si alte criterii după care ar putea fi grupate corpurile puse la dispoziție (corpuri din lemn,plastilina,burete,un fir elastic,vase cu apa,piatra,un pahar cu suc,balon umflat,o sticla cu alcool,)	
• **Precizează** elevilor că substanţele/ corpurile observate au însuşiri caracteristice fiecărei stări de agregare • **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: *„ Cat de mare este un corp mic?”*cere elevilor să **formuleze o explicaţie** legata de dimensiunile reale ale corpurilor si de starea lor de agregare	• **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **grupează** corpurile in trei categorii: solide, lichide si gazoase; • **Constată** că: -corpurile solide se pot grupa în două categorii(mai rezistente la deformare şi mai puţin rezistente la deformare); -corpurile lichide iau forma vasului în care sunt puse; -corpurile gazoase se pot deforma foarte uşor. • **Reformulează constatările**, în termeni specifici fiecărei stări de agregare • **Constată** că un corp se găseşte în una din cele trei stări de agregare • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*:1. corpurile solide au formă proprie , volum propriu şi rezistenţa mare la deformare. 2.corpurile lichide au volum propriu,nu au formă proprie,rezistenţa mai mică la deformare,curg. 3.corpurile gazoase nu au volum propriu(ocupă tot volumul pe care îl au la dispoziţie),nu au formă proprie,rezistenţa foarte mică la deformare,curg.
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: Cât de mare poate fi un corp mic? sau Căror transformări poate fi supus un corp ? şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: corpurile mari pot părea mici dacă se află la o distanţă foarte mare de observator; -Un corp se poate găsi în toate cele trei stări de agregare.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere elevilor** să răspundă la întrebări, cum sunt: 1. Dă exemple de corpuri aflate în toate stările de agregare.2. Ce se	• **Efectuează tema pentru acasă**.

întâmplă cu o sticlă plină cu apă care îngheaţă?3.Unde dispar cuburile de gheaţă dintr-un pahar cu suc? 4. De ce se abureşte oglinda atunci când facem baie? 5.Ce se întâmplă cu apa de pe tablă după ce ştergem tabla? Etc.	

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (pahar cu cuburi de gheata,pahar cu apa,spirtiera,plăcuta din sticla,şervetele de hârtie,sticla de ceas,lumânare,mar,sticluţa cu acetona) implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza schimbării stării de agregare a corpurilor.	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: **-observă** corpurile puse la dispoziţie **-realizează** experimente prin care pun în evidenţa transformările de stare: -topirea cuburilor de gheaţă aflate în pahar; -topirea lumânării aflată deasupra sticlei de ceas; -fierberea apei; -vaporizarea şi condensarea apei -pun pe doua sticle de ceas aceeaşi cantitate de apă şi de acetonă (evaporarea) **-notează** în caiet observaţii legate de experimentele realizate **-formulează** întrebări legate de observaţiile făcute(ex de ce cuburile de gheaţă nu se topesc imediat;unde a dispărut apa din pahar;de ce apar picături de apa pe sticla aflată deasupra apei care fierbe,etc.) **-grupează** corpurile puse la dispoziţie după starea de agregare **-scriu** eseuri legate de experimentele realizate şi de corpuri care pot exista în cele trei stări de agregare; **-lucrează în perechi** şi efectuează experimente legate de apă (ex. turnaţi apă în palma cu degetele răsfirate,deasupra unui vas şi explicaţi ce se întamplă cu apa din palmă şi de ce?;pun apă în vas,măsoară cu rigla nivelul lichidului şi scufundă un măr în apă;măsoară din nou nivelul lichidului;explică de ce a crescut nivelul apei);
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de

conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele); 4. *Date experimentale* (tabel de date); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
• **Cere elevilor sa măsoare dimensiunile unor corpuri,sa compare,sa exemplifice fenomene din natura** legate de transformările de stare de agregare(ploaia,ninsoarea,ceata,,circuitul apei in natura,etc.)	• Organizaţi în grupurile de lucru, elevii: **-măsoară** dimensiunile unor corpuri puse la dispoziţie **-compară** dimensiunile corpurilor(corpuri mari şi corpuri mici),efectuând transformări simple ale unităţilor de măsură **-desenează** fenomene din natură: circuitul apei în natură;topirea zăpezii;ninsoarea,etc. **-fac compuneri** în care să evidenţieze diverse fenomene din natură: ploaia,ceaţa,grindina,roua,îngheţarea apei,chiciura,etc. **-povestesc** observaţiile făcute în bucătărie,legate de transformările de stare (ex. apa care clocoteşte pe aragaz,vaporii care se formează atunci când apa fierbe,formarea picăturilor de apă pe capacul oalei în care fierbe apa,îngheţarea apei în congelator,aburirea ferestrelor iarna,formarea „florilor de gheaţă” pe ferestre în timpul iernii,etc.
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de

raportului final (portofoliului) pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[6];	lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ***Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.*

Bibliografie

** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;

Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;

Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;

Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;

Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;

David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;

Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;

http://teachers.net/lessons/posts/1.html;

http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;

http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

[6] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

5. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
6. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
7. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
8. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare III.2
Transformări în natură

sau

„După noapte vine zi şi după zi vine noapte. Uneori cade ploaia, alteori ninge. Anotimpurile se schimbă periodic. Cum au loc aceste transformări în natură? Care este cauza lor?”

Sorina Drăghici (Constanţa)

Clasa: a III-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: 4.Transformări în natură. 4.1Soarele şi Pământul. 4.2 Anotimpurile şi lumea vie.4.3 Circuitul apei în natură. 4.4 Sursele de energie.(Programa Ştiinţe ale naturii – clasa a III-a).
Modelul de învăţare asociat: **INVESTIGAŢIA**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor este stârnit de întrebarea pe care şi-au pus-o oamenii dintotdeauna, mai devreme sau mai târziu: *Din ce cauză se succed zilele şi nopţile, anotimpurile? Cine e responsabil de transformările din natură, de modul în care ”funcţionează” lumea şi care influenţează şi viaţa şi activitatea noastră?* Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către următoarea idee: *”Lumea” este o sumă de corpuri şi energii. Nu ştim exact cine a creat lumea, dar putem înţelege câte ceva din funcţionarea ei prin studiu: zilele şi nopţile, anotimpurile, se succed datorită mişcărilor de rotaţie a Pământului în raport cu Soarele, avem explicaţii pentru fenomenele meteorologice: ploaia, ninsoarea şi celelalte şi le putem chiar anticipa; cunoaştem influenţa acestor fenomene asupra vieţii noastre, dar şi modul în care putem noi influenţa mediul şi trebuie să avem grijă să nu stricăm echilibrul naturii.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: *Ce ştiu sau cred eu despre asta?*

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/scenariul lecţiei: planificare sau anticipare. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): - evocă noțiunea de *corp*, alcătuirea universului din diverse corpuri, noțiunea de *proprietăți* sau caracteristici ale corpurilor (studiate într-o unitate precedentă); - produce câteva fenomene simple: deformări , mișcări, încălzirea unor corpuri și cere elevilor să observe modificarea proprietăților corpurilor; - definește noțiunea de *fenomen;* - cere elevilor să evoce observații sau cunoştinţe despre diverse fenomene.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind fenomenele care se petrec în jurul nostru: a) transformări pe care le putem observa cu simțurile noastre: mișcări, deformări, schimbarea temperaturii, schimbarea culorilor, alternanța zi-noapte sau numai cu aparate (microscoape, telescoape, radare); b) transformări imediate: căderea unui corp, electrizarea unui pieptene frecat de păr, topirea unui cub de gheață pus la soare sau de lungă durată, lente: creșterea, dezvoltarea organismelor vii, alternanța anotimpurilor, schimbarea formelor de relief etc.
• **Evocă întrebările de investigat:** ”Multe dintre fenomene se petrec datorită unor cauze uşor de identificat: acţiunea altor corpuri, a luminii sau căldurii; dar unor fenomene nu le găsim explicația atât de simplu, uneori nu le găsim deloc o explicație. Iată, fenomene importante, cu mare influență asupra noastră, deşi normale, obişnuite, sunt deseori greu de explicat: *De ce după noapte vine zi și după zi - noapte? Cum se produce schimbarea periodică a anotimpurilor? De ce uneori cade ploaia, alteori ninge din nori?* ***Cine este responsabil de producerea fenomenelor în natură?”*** **şi cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri /ipoteze alternative la întrebări, privind cauzele fenomenelor observate.	• **Evocă întrebări, aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de temă pe care le-au întâlnit în viaţa personală: cum s-ar putea studia aceste mişcări ale corpurilor mari cereşti sau ale norilor? cum au aflat oamenii răspunsuri la asemenea întrebări, se poate răspunde la orice întrebare legat de fenomenele naturale? etc. •**Formulează ipoteze** privind cauza acestor fenomene: 1. ziua şi noaptea se succed pentru că: - Soarele se ”aprinde” şi se ”stinge” - Soarele se roteşte în jurul Pământului - Pământul se roteşte în jurul Soarelui - Pământul se roteşte în jurul axei sale etc. 2. anotimpurile se schimbă periodic pentru că: - Soarele se depărtează iarna de Pământ - Soarele nu este la fel de fierbinte întregul an - Pământul are o altă înclinație față de Soare în diverse anotimpuri etc. 3. plouă atunci când: - norii dau de aer rece şi se condensează - norii se ”ciocnesc” între ei etc. şi ninge atunci când: - aerul este foarte rece şi picăturile se solidifică - se ciocnesc nori de gheaţă etc.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă/ exersează** modelarea mișcărilor Pământului și Soarelui, vaporizarea, condensarea și solidificarea apei.
• **Orientează gândirea elevilor către identificarea** unor variabile care disting ipotezele formulate: poziţiile şi mişcarea Soarelui şi Pământului, stările de agregare ale apei şi temperatura aerului. • **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor formulate de ei** prin documentare, modelare, experimentare, **să identifice** sarcinile de efectuat.	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica iluminare periodică a unei zone a Pământului (succesiunea zi-noapte) şi încălzirea diferită a Pământului : modelarea cu ajutorul unei lămpi şi a unei mingi a mişcării corpurilor cereşti. • **Evocă** stările de agregare ale apei, alcătuirea norilor, schimbările de stare de agregare şi relaţia cu starea de încălzire, temperatura; • **Stabilesc** corespondența dintre anotimpuri - modul în care Soarele încălzește Pământul - și precipitații; • **Reformulează** ipotezele: Soarele rămâne la fel de strălucitor, de fierbinte, doar poziția lui față de Pământ se modifică periodic; norii nu se ”ciocnesc”, nu sunt corpuri dure, solide, ploaia apare la întâlnirea cu aerul rece, iar zăpada cu aer și mai rece;

	• **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de fenomenele de studiat şi de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[7]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (desene, poster, prezentări multimedia, scenete etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[8]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să se documenteze consultând părerea membrilor familiei, alte diverse surse; să realizeze observarea mișcării Soarelui, dimensiunea discului solar, luminozitatea și căldura degajată pe parcursul a câteva zile, să observe norii, mișcarea lor și eventual precipitațiile.	• **Efectuează tema pentru acasă**: aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experienţele proprii, se documentează, procură materialele în vederea realizării de experimente şi modelări, planifică etapele, realizează observațiile având posibilitatea de a prezenta rezultatele observațiilor în forme diverse: notițe, tabele de observație, desene, eseuri.

Secvenţa a II-a. Explorare - experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, documentare, modelare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului. Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

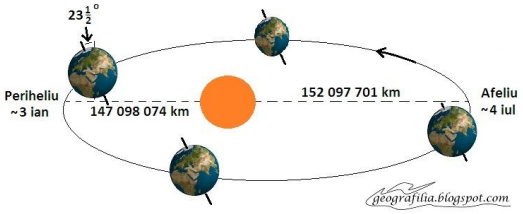
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Stimulează elevii să evalueze informaţiile** colectate acasă prin documentare, prin observațiile făcute. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de*	• **Evaluează resursele** (ceea ce au aflat, prin tema pentru acasă): filtrează, distilează, compară informaţiile obţinute, extrag informaţiile utile pentru a confirma sau infirma ipotezele propuse; **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc. • **Evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare,

[7] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[8] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Evocă** dificultatea de a determina prin propriile observaţii şi modelări explicaţiile fenomenelor care fac obiectul studiului şi necesitatea unei documentări ştiinţifice de specialitate. • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei).	
• **Oferă elevilor materiale** pentru (1).modelarea succesiunii zi-noapte şi (2).a anotimpurilor: surse de lumină, mingi; materiale pentru (3) modelarea formării de precipitaţii şi experimentarea condensării vaporilor de apă: vas cu apă, sursă de încălzire (spirtieră), placă de sticlă ţinută la frigider. Atrage atenţia asupra utilizării corecte şi în siguranţă a materialelor. • **Oferă** elevilor materiale pentru documentarea ştiinţifică: atlas geografic, manual, reviste de specialitate şi indică elevilor modul de utilizare a calculatoarelor şi accesare a internetului pentru consultarea unor site-uri de specialitate. • **Indică elevilor** să lucreze pe grupele stabilite în următoarea succesiunea de activităţi: I. modelare, experimentare; II. documentare în vederea confirmării sau infirmării ipotezelor propuse. • **Cere elevilor** să confrunte concluziile modelării cu cele ale documentării şi cu ipotezele iniţiale şi reformulate.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: 1. <u>Pentru formarea zilei şi a nopţii</u> I**. Modelează** următoarele situaţii: a) Soarele se roteşte în jurul Pământului→ situaţie posibilă (se obţine iluminare periodică a mingii într-o anumită zonă); b) Pământul se roteşte în jurul Soarelui fără a se roti în jurul axei sale →situaţie de asemenea posibilă (ar însemna că rotaţia Pământului în jurul Soarelui ar dura 24 h); c) Pământul se roteşte în jurul axei sale cu două variante: se roteşte sau nu în jurul Soarelui →situaţii de asemenea posibile. II. **Se documentează** deoarece toate ipotezele verificate prin modelare sunt posibile - consultă cele două surse: internet şi material tipărit. Concluzia: mişcarea Pământului este cea de rotaţie în jurul axei, o rotaţie completă fiind efectuată în 24 h (o zi şi o noapte). 2. <u>Pentru formarea anotimpurilor</u> I. **Modelează** următoarele situaţii: a) Soarele se depărtează de Pământ (iarna) şi se apropie (vara) alternativ → situaţie neadevărată – ar trebui ca discul Soarelui să se vadă mai mare vara decât iarna (ceea ce nu corespunde observaţiilor personale ale elevilor). b) Soarele nu este la fel de fierbinte iarna şi vara. Situaţie neadevărată – ar trebui ca atunci când este mai fierbinte să fie vară peste tot pe glob, dar în realitate când în emisfera nordică e vară, în cea sudică e iarnă şi invers. c) Pământul are o altă înclinaţie a axei sale în raport cu Soarele, astfel vara razele ajung perpendicular pe suprafaţa Pământului în emisfera nordică (şi încălzesc puternic regiunea) şi pieziş (înclinate) în emisfera sudică (încălzind slab regiunea) → situaţie posibilă. II. **Se documentează** pentru confirmarea soluţiei găsite, din cele două surse de informare. Concluzia: mişcarea Pământului este o rotaţie în jurul propriei axe în 24 h şi în acelaşi timp în jurul Soarelui în decurs de un an cu menţinerea unei înclinaţii a axei polare (în raport cu un S.R. extern).  3. <u>Formarea precipitaţiilor.</u> I. **Modelare-experimentare.** Elevii încălzesc vasul cu apă, se formează aburi, aduc placa rece de la frigider şi o aşează deasupra aburilor; se

	formează picături prin condensare care cad în vas. Concluzia: precipitațiile se formează prin condensarea norilor (picături fine + vapori de apă). **II. Documentare** pe internet pentru observarea unei mai bune modelări a fenomenului în cadrul prezentării ”circuitului apei în natură”.  • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii continuă documentarea pe internet căutând imagini, filme, prezentări legate de tema lor;
• **Cere elevilor** să noteze informațiile suplimentare legate de temele studiate; să comunice și să dezbată concluziile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile între subgrupe, apoi în fața clasei.**
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): - activitate de realizare a unui desen cu câteva poziții ale Pământului în mișcarea sa de revoluție în jurul Soarelui - activitate de documentare privind ora pe glob (cu explicare) - activitate de documentare privind durata exactă a anului terestru (mișcării de revoluție a Pământului); noțiunea de an bisect; - activitate de explicare (cu ajutorul desenelor) a duratelor zilelor și nopților (noapte/zi polară), noțiunile de solstițiu și echinocțiu; - realizarea unui eseu în care elevul să își imagineze că este o picătură de apă aflată pe o frunză și intră într-unul din posibilele circuite ale apei în natură.	• **Efectuează tema pentru acasă:** - realizează desenul, apoi consultând atlase, agende geografice, internetul, răspunde cerințelor temei: - orele sunt diferite în diverse regiuni ale globului în raport cu poziția regiunii față de Soare (fusul orar, latitudinea); - anul terestru durează 365 zile și 6 ore, de aceea la fiecare patru ani avem o zi în plus în calendar – 29 februarie; acel an se numește bisect; - din cauza înclinației axei polare și a mișcării de revoluție, zilele nu sunt la fel de lungi pe tot globul; doar în zona ecuatorială, aflată mereu în timpul anului în zona de iluminare, zilele sunt egale între ele și egale cu nopțile; în zonele celelalte avem în anotimpul vară zile lungi (la poli chiar foarte lungi – soarele nu mai apune deloc) și iarna nopți lungi (soarele nu mai răsare deloc); în zonele intermediare, granița dintre zile mai lungi (vară) și zile mai scurte (iarnă) se face printr-un moment de egalitate ziua=noaptea numit echinocțiu. Momentele de zi maximă, respectiv noapte maximă se numesc solstițiu de vară, respectiv iarnă; - realizează eseul cu tema dată.

Secvenţa a III-a. Reflecție - explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple și contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc., prezentarea fiind susținută prin modelare în fața clasei a mișcării Soare – Pământ, proiectare imagini, filme (sursa: internet) cu mișcarea de revoluție a Pământului, orele pe glob, zilele și nopțile în funcție de longitudine, succesiunea anotimpurilor, circuitul apei în natură.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă)** care să explice producerea fenomenelor studiate și apoi găsirea unei cauze generale a producerii fenomenelor (de orice fel) în natură.	• **Formulează ipoteze** privind cauza fenomenelor.
• **Cere elevilor** să revină la întrebările de investigat: 1. **de ce după noapte vine zi și după zi-noapte?** 2. **cum se produce schimbarea periodică a anotimpurilor?** 3. **de ce uneori cade ploaia, alteori ninge din nori?** răspunsurile să fie foarte concise și să fie notate pe tablă. **Cere** elevilor să identifice și să sublinieze în răspunsurile lor cuvintele care indică fenomenele (schimbările, transformările suferite de corpuri). • **Cere elevilor** să producă fenomene și să precizeze cauza lor.	• **Formulează** răspunsurile: conform cerinței, le notează pe tablă și caiete: 1. din cauză că Pământul se rotește în jurul axei sale polare; 2. datorită mișcării de revoluție a Pământului cu menținerea înclinației axei polare; 3. se ridică aburii, are loc răcirea bruscă (transfer de căldură nori – aer rece), se schimbă starea de agregare a vaporilor de apă formând precipitațiile care cad pe Pământ. • **Produc:** - mișcarea unor obiecte (caiet, creion, propria mișcare); - deformări (îndoaie riga, presează buretele, rup hârtie etc.) - ridică și lasă să cadă obiecte; - încălzesc cu mâinile obiecte; - electrizează rigla prin frecare etc. De fiecare dată **este menționată cauza**: ”eu apăs, îndoi, ridic, dau căldură; Pământul atrage corpul”;
• **Cere elevilor** să dea exemple de fenomene din natură și să precizeze cauza lor.	• **Evocă** diverse fenomene și precizează cauza: -mișcarea limbilor ceasului ← bateriile (energia electrică) sau mecanismul ceasului; - mișcarea mașinilor ← motorul; - mișcarea norilor ← vântul; - creșterea și dezvoltarea ființelor (plante, animale, om) ← hrana, lumina și căldura Soarelui, apa; etc.

• **Introduce** termenul de ENERGIE: ”Toate fenomenele pe care le-am observat, pe care le-am produs sau studiat și toate fenomenele care se produc în natură sunt posibile datorită ENERGIEI pe care le au corpurile și le transmit unele altora. Când un corp are energie el poate să producă un fenomen, o schimbare asupra sa sau a altui corp. Pământul se poate roti pentru că are energie, aburii se ridică pentru că au primit energie de la Soare, se condensează pentru că au transmis energie (căldură) aerului mai rece, picăturile cad pentru că primesc energie de la Pământ etc.” • **Cere elevilor** să evoce tipuri de energii și completează cu formele necunoscute de ei.	• **Evocă** diferite forme, tipuri de energii: -energie solară -energie electrică -energie termică -energia viețuitoarelor (bioenergie) etc.
Formulează principiul de conservare a energiei: posibilitatea transformării unei forme de energie în alta, dar imposibilitatea dispariției sau apariției ”din nimic” a energiei. Natura, universul au fot investite cu o cantitate uriașă de energie (nu știm exact de către cine) și se află într-o continuă transformare (dinamică). De exemplu Pământul, Soarele, celelalte corpuri cerești au primit energie și se mișcă de milioane de ani și vor continua să se miște. **Cere** elevilor să dea exemple de transformări ale formelor de energie.	**Identifică** posibile transformări de energie: -energia Soarelui (căldură, lumină) se transformă în bioenergie -energia electrică se transformă în lumină, căldură, energie de mișcare -energia vântului (energie cinetică) se transformă în energie electrică -energia de mișcare (la frecarea riglei) se transformă în energie electrică și căldură etc.
• **Revine la întrebarea de investigat: ”Cine este responsabil de producerea fenomenelor în natură?”** **Precizează** că modul în care se produc fenomenele în natură, cauza lor și influența lor asupra vieții noastre poate fi cunoscută prin studiu, observare, experimentare, corelare și logică.	• **Formulează** concluzia finală: ”Fenomenele, adică schimbările care se petrec cu corpurile, sunt produse de energii, care sunt de diferite forme, se pot transforma unele în altele și pot fi transferate de corpuri de la unele la altele.”
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor: -să caute proverbe și zicători populare referitoare la fenomene meteorologice, anotimpuri și prezența Soarelui în viața noastră; să caute legende, povești despre Soare și anotimpuri; -să reprezinte prin desene cele patru anotimpuri; - să se documenteze privind termenii: ”surse neconvenționale de energie”, ”centrala nucleară”, ”energia eoliană”; -să se documenteze despre sursele de energie utilizate de om, poluarea datorită acestora și efectele poluării; -să confecționeze o ”morișcă” din hârtie.	• **Efectuează tema pentru acasă**: 1. întocmesc fișe cu proverbe și zicători; 2. citesc basme și legende legate de Soare, anotimpuri; 3. realizează desenele care reprezintă, fiecare, câte un anotimp; 4. realizează o rubrică ”dicționar” pe caiet cu termenii ”surse neconvenționale de energie”, ”centrala nucleară”, ”energia eoliană”; 5. realizează o listă a surselor de energie utilizate de oameni și gradul de poluare pe care acestea îl provoacă; notează impactul poluării mediului asupra vieții; 6. confecționează ”morișca” de vânt.

Secvența a IV-a. Aplicare

Generic: *Ce convingeri îmi oferă această informație?*

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):extinderea observării cauzelor fenomenelor în natură la diferite alte fenomene; notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Cere** elevilor să revină la concluzia finală a activităților din primele trei etape și să formuleze clar și concis această concluzie.	• Formulează concluzia la care a dus investigația lor privind cauza fenomenelor în natură: ”Energia stă la baza tuturor transformărilor din natură; ea se poate transforma dintr-o formă în alta și transfera de la un corp la altul”.
• **Cere** elevilor **să dezbată** următoarele teme (subiecte) și să extindă regula obținută prin investigația lor, în explicarea fenomenelor: 1. Întregul circuit al apei în natură. 2. Soarele și viața pe Pământ. 3. Omul și sursele lui de energie. Legat de aceste teme, **să anticipeze** ce fenomene ar putea avea loc dacă energia Soarelui nu ar mai ajunge pe Pământ. **Dirijează** discuțiile către impactul poluării mediului asupra calității vieții și necesitatea menținerii echilibrului natural.	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: a) **dezbat temele** atingând cele mai variate aspecte și urmărind lanțul de transformări ale energiilor implicate; b) **evocă în maniere diferite** (prin scheme, desene, eseuri scurte, etc.) noile cunoştinţe, concluzii, observaţii legate de temele propuse. c) **imaginează** scenarii posibile în cazul scăderii drastice a cantității de energie primită de la Soare.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final:cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi: descrierea procedurilor utilizate pe parcursul investigațiilor.	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, demonstraţii experimentale, scenarii, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, scenete, filme etc.); • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, investighează consecinţe ale explicaţiilor găsite; își propun să informeze factori de decizie cu privire la consecințele deteriorării calității mediului, măsuri necesare de protecţie a mediului, a propriei persoane; își propun să **expună produsele realizate** (planşe, desene, machete etc.) în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[9];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei etc.): -realizarea unor fişe de observaţii pe termen lung cu privire la durata zilelor şi nopţilor (ora la care răsare şi apune Soarele), a stării vremii (pe zile) şi a momentului (perioadei) schimbării anotimpurilor; -observarea dezvoltării unei plante de la momentul însămânţării, în diverse condiţii de căldură şi lumină (precizate); -realizarea unui proiect de economisire a consumului de energie casnică în cadrul familiei.	• **Îşi propun să informeze** factori de decizie cu privire la calitatea mediului, măsuri necesare de protecţie a mediului, a propriei persoane etc., să **expună produsele realizate** (planşe, desene, machete etc.) în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

[9] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

9. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
10. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
11. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
12. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Bibliografie

** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;

Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;

Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;

Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;

Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;

David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;

Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;

http://teachers.net/lessons/posts/1.html;

http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;

http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

http://www.google.ro/search?tbm=isch&hl=ro&source=hp&q=circuitul+apei+%C3%AEn+natur%C4%83&gbv=2&biw=1366&bih=526

http://www.google.ro/imgres?q=mi%C8%99carea+de+revolu%C8%9Bie+a+P%C4%83m%C3%A2ntului&hl=ro&gbv=2&tbm=isch&tbnid=nSp7bt7Sjzu2rM:&imgrefurl=http://geografilia.blogspot.com/2010/10/de-ce-e-mai-cald-vara-decat-iarna.html&docid=La6ZDC668vNp6M&w=752&h=318&ei=1JtQTp74M6Lk4QSN1MztBw&zoom=1&iact=hc&vpx=115&vpy=259&dur=154&hovh=146&hovw=346&tx=164&ty=88&page=3&tbnh=59&tbnw=140&start=46&ndsp=24&ved=1t:429,r:0,s:46&biw=1366&bih=526

Unitatea de învăţare:IV.1
Metale-proprietăţi şi utilizări. Magneţi
sau
„De ce indică busola Nordul?”

Burci Adriana

Clasa: a IV-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 2
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Metale. Proprietăţi ;Magneţi. Descrierea magneţilor;Proprietăţi ale magneţilor; Utilizări ale magneţilor. (Programa de fizică pentru clasa a IV-a).
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie neaşteptată, şi anume: *„Busola indică întotdeauna direcţia Nord”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Principala parte componentă a unei busole este acul magnetic. Acesta interacţionează cu Pamântul , care este un magnet uriaş!”*.

Lecţia 1

Secvenţa I. Evocare-anticipare:*Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?*
Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare:*Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?*

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental**. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează magneţii într-un concept mai cuprinzător (corpuri, proprietăţile corpurilor, proprietăţi ale metalelor şi utilizările acestora);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind : *starile de agregare ala corpurilor confecţionate din metalele *temperatura de topire a unui metal(comparaţie între

	aluminiu şi fier) *rezistenţa metalelor la forţele exterioare *obţinerea firelor şi a foilor de tablă *conductibilitatea electrică şi termică a metalelor *dilatarea metalelor *densitatea metalelor (comparaţie între aluminiu şi fier) *întrebuinţările metalelor
• **Prezintă elevilor** noţiuni introductive despre magneţi: -Proprietatea unor roci de a atrage fierul este cunoscută încă din antichitate. Denumirea de magnet provine de la numele localităţii Magnesia din Asia Mică, unde a fost descoperită o piatră care avea proprietatea de a atrage corpuri din fier.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind proprietăţile unui magnet şi modul cum sunt folosiţi magneţii: *diferite piese de mobilier pentru a menţine uşile închise *în construirea motoraşelor electrice *în componenţa busolelor
• **Evocă întrebarea de investigat**: „De ce indica busola Nordul? ” şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat;	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, de exemplu: *probabil ca o atrage Pământul *probabil ca este o proprietate a busolei *probabil ca din cauza celui care ţine busola în mână
• **Orientează gândirea elevilor către identificarea** proprietăţilor magneţilor: *magneţii atrag corpurile din fier sau care conţin fier *magnetul atrage corpurile ce conţin fier şi prin unele materiale *unele părţi ale magneţilor se atrag, altele se resping **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat;	• **Identifică** proprietăţile magneţilor şi le notează pe tablă.
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;	• **Disting** situaţiile pe care trebuie să le verifice • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Propune elevilor** un model de fişă de lucru pentru experimente: *Ce urmărim? *Ce materiale folosim? *Cum procedăm? *Ce constatăm?	• **Evocă** importanţa acestor etape pentru studierea proprietăţilor unui magnet.
• **Stimulează** elevii să completeze fişele de lucru pentru experimente.	• **Completează** fişele de lucru pe caiete
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (magneţi, agrafe de birou, creioane, carioca, monede, sârmă de cupru şi aluminiu, pilitură de fier, folie de aluminiu, foaie de hârtie, material textil, pungă de plastic, ornamente cu magnet, busolă, cretă colorată etc.) şi **cere elevilor să experimenteze** **Oferă** elevilor informaţii noi**:** *fiecare magnet are polul nord şi polul sud; *polii sunt coloraţi în mod diferit: roşu(polul Nord şi albastru (polul Sud); *polii unui magnet nu pot fi separaţi	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii realizează experimentele din Anexa 1şi apoi prezintă clasei concluziile: Grupa1(Experimentul I) Magnetul atrage numai corpurile din fier sau care conţin fier Grupa 2(Experimentul II) Magnetul atrage obiectele care conţin fier şi prin alte materiale. Grupa 3(Experimentul III) Polii de acelaşi tip se resping iar polii cu nume diferit se atrag;
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: ***comunică observaţiile** privind proprietăţile magneţilor(din fişele de lucru) ***compară** aceste observaţii cu informaţiile notate la tablă
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura

efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[10]	portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[11]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, **să realizeze** două experimente simple: 1.Primii care au folosit magneţii naturali au fost chinezii. Ei au observat că, dacă un magnet natural este suspendat şi se poate roti liber, el se orientează totdeauna după direcţia nord-sud. Realizează şi tu o astfel de busolă. 2.Mai târziu, folosind tot magneţi naturali, navigatorii au construit busole pentru orientarea lor în călătoriile pe mări şi oceane. O astfel de busolă era magnetul aşezat pe o bucată de lemn care plutea pe suprafaţa apei într-un vas. Realizează şi tu acest experiment şi prezintă-l data viitoare colegilor.	• **Efectuează tema pentru acasă**, şi prezintă colegilor experimentele realizate.

Lecţia 2

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:*Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?*
Secvenţa a IV-a. Aplicare:*Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?*
Secvenţa a V-a. Transfer:*Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?*

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii; 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;
Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecţiei: empiric.** Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145)..

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în

[10] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.
[11] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

<table>
<tr><td>obţinute;
• Vizează cunoştinţele anterioare ale elevilor, preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);</td><td>efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; evaluează ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;</td></tr>
<tr><td>• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea raportului final;</td><td></td></tr>
<tr><td>•Oferă elevilor fişele de lucru din Anexa 2 şi le cere acestora să identifice caracteristici noi ale magneţilor
Solicită elevilor din grupa 1 să aleagă din trusa de laborator magneţi de diferite forme şi să le prezinte colegilor.
Solicită elevilor să magnetizeze agrafele de birou
Cere elevilor să prezinte colegilor spectrul unui magnet bară obţinut cu ajutorul piliturii.
Solicită elevilor ca fiecare grupă să folosească busola pentru a indica punctul cardinal Nord.</td><td>•Elevii organizaţi în grupele de lucru stabilite, studiază fişele primite, notează în caiet concluziile pe care le prezintă clasei:
<u>Grupa1:</u>
Magneţii au forme diferite.(exemple din trusă)
<u>Grupa 2:</u>
Magnetita este o rocă ce reprezintă un magnet natural. Există şi magneţi artificiali.
<u>Grupa 3:</u>
În spaţiul din jurul unui magnet se manifestă câmpul magnetic care este mai intens la poli.
<u>Grupa 4:</u>
Pământul este un imens magnet; busola indică polul nord al pământului, fiind folosită pentru orientare.
<u>Grupa 5</u>
Elevii din această grupă prezintă diferite aplicaţii ale magneţilor:
*separarea metalelor
*închizători la uşi
*ornamente de prins bilete pe frigider
*trenuri magnetice</td></tr>
<tr><td>• Cere elevilor să grupeze informaţiile notate pe tablă si pe caiete într-un tabel de următoarea formă:

Magneţi:

<table><tr><td>Descriere</td><td>Proprietăţi</td><td>Utilizări</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td>•Completează tabelul

Anexa 3</td></tr>
<tr><td>• Cere elevilor să revină la întrebarea de investigat: De ce indică busola nordul? şi cere elevilor să formuleze o explicaţie a fenomenului observat;</td><td>• Formulează un argument la întrebarea iniţială: Acul busolei este un magnet. El este atras de către Pământ, care este un magnet uriaş.</td></tr>
<tr><td>• Oferă elevilor o fişă de lucru
(Anexa 4)
• Îi încurajează pe elevi să discute răspunsurile la fişa de lucru</td><td>• Completează fişa de lucru

• Verifică răspunsurile corecte cerând părea colegilor</td></tr>
<tr><td>• Cere elevilor să verifice dacă un magnet încălzit îşi mai păstrează proprietăţile magnetice.</td><td>• Organizaţi în grupurile de lucru, elevii:
- determină experimental faptul că un magnet încălzit îşi pierde din proprietăţile magnetice.
Pentru aceasta elevii încălzesc magnetul şi apoi îl apropie de agrafe de birou. Se observă că magnetul nu mai atrage acelaşi număr de agrafe ca înainte de a fi încălzit.</td></tr>
<tr><td>• Cere elevilor să realizeze un magnet mare folosind mai mulţi magneţi mai mici.
Pe ce proprietate se bazează acest experiment?</td><td>•Realizează un magnet mai mare aşezând magneţii mai mici, cap la cap, orientaţi în acelaşi sens.
Acest lucru se bazează pe faptul că polii unui magnet nu pot fi separaţi.</td></tr>
<tr><td>•Prezintă elevilor doua cutii identice şi face precizarea că intr-o cutie se află pioneze iar in cealaltă cutie se află nasturi din plastic.</td><td>•Folosind un magnet elevii descoperă în care cutie se află pionezele.</td></tr>
</table>

Cere elevilor să descopere în care cutie se află pionezele	
• **Cere elevilor** să explice de ce intr-un submarin(care este confecţionat din oţel) marinarii nu se pot orienta cu ajutorul busolei	•**Explică** faptul că acul busolei va devia datorită oţelului şi nu va mai indica Nordul
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[12];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc. Cere elevilor: 1.Să studieze magnetismul în lumea plantelor şi animalelor. 2.Să comentează afirmaţia „Magneţii au salvat multe vieţi” 3. Să descrie trenurile„MAGLEV”.	• ****Îşi propun să expună produsele realizate** *în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele*.

ANEXA 1

Grupa 1(Experimentul I)
a) Ce urmărim?
*să observăm care corpuri sunt atrase de magneţi
b)Ce materiale folosim?
*magnet, corpuri din lemn, plastic, cupru, aluminiu, fier;
c)Cum procedăm?
*apropiem magnetul de fiecare corp de bancă
*separăm corpurile în două grupe: cele care sunt atrase şi cele care nu sunt atrase de magnet;
d)Ce constatăm?
*magnetul atrage corpurile ce conţin fier sau aliaje ale acestuia(agrafe, monede, cuie)
*magnetul nu atrage corpurile din lemn, plastic, cupru, aluminiu.

Grupa 2(Experimentul II)

[12] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe” şi „abilităţi” (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

13. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
14. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
15. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
16. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

a) Ce urmărim?
*să observăm că magnetul atrage corpurile ce conţin fier şi prin unele materiale
b) Ce materiale folosim?
*magnet, agrafe de birou, foaie de hârtie, folie de aluminiu, material textil, pungă de plastic.
c) Cum procedăm?
*aşezăm agrafa pe foaia de hârtie şi plimbăm magnetul sub foaie
*repetăm experimentul cu folia de aluminiu, materialul textil, şi punga de plastic
d) Ce constatăm?
*magnetul atrage corpurile ce conţin fier şi prin unele materiale.

Grupa 3 (Experimentul III)
a) Ce urmărim?
*să observăm dacă magneţii se atrag între ei;
b) Ce materiale folosim?
* magneţi din trusa de laborator(coloraţi)
c) Cum procedăm?
*apropiem magneţii cu părţile de aceeşi culoare
*apropiem magneţii cu părţile de culori diferite
d) Ce constatăm?
*unele părţi ale celor doi mgneţi se atrag iar altele se resping;
*fiecare magnet are doi poli numiţi polul Nord şi polul Sud;
*polii de acelaşi tip se resping iar polii cu nume diferit se atrag;

ANEXA 2

Grupa 1
Magneţii au diferite forme:
1.Magnet bară





2. Magnet potcoavă:



3.Magnet disc:





4. Ac magnetic :





5.Magnet inel

Alegeti din trusa de laborator diferite tipuri de magneţi.

Grupa 2.

Roca descoperită în apropierea oraşului Magnesia este formata dintr-un minereu numit magnetită. Orice bucată din acest minereu este un magnet natural.



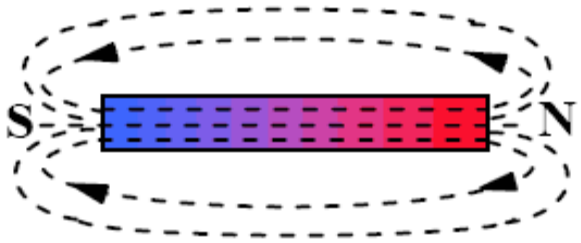
O bară de fier nu atrage acele. Dacă apropiem de capătul ei un magnet se observă că bara atrage acele. Spunem că am magnetizat temporar bara. Bara magnetizată reprezintă un magnet artificial.

Aveţi la dispoziţie un magnet si câteva agrafe de birou. Magnetizaţi agrafele de birou şi demonstraţi că au proprietăţi magnetice.

Grupa 3

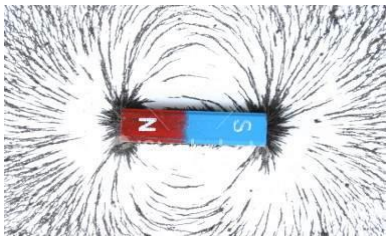
Dacă apropii un ac de un magnet, simţi cum acesta îl atrage. Oamenii de ştiinţă spun că fenomenul se petrece deoarece în jurul magnetului există un câmp magnetic. Câmpul magnetic este în spaţiul din jurul magnetului unde simţi că acul este atras. El devine mai puternic pe măsură ce apropiem acul magnetic.

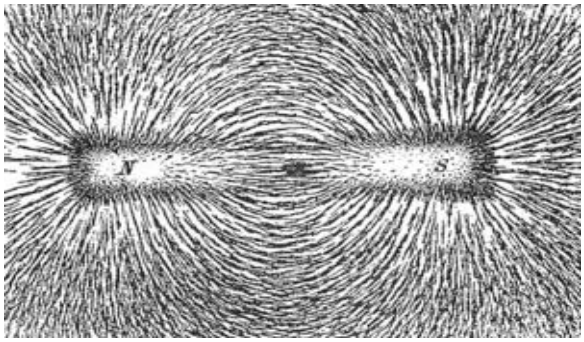
Câmpul magnetic poate fi descris prin trasarea unor linii imaginare, numite linii de câmp. Aceste linii sunt mai dese în apropierea polilor.



Pentru a pune în evidenţă liniile de câmp ai la dispoziţie un magnet, pilitură de fier şi o foaie de hârtie.

Aşază coala de hârtie deasupra unui magnet. Împrăştie pe hârtie pilitură de fier, mişcând foaia uşor. Se obține o astfel de imagine:





Pământul poate fi considerat un magnet imens, spaţiul din jurul lui în care se constată existenţa proprietăţilor magnetice se numeşte ***câmp magnetic terestru***.

Polul **N** magnetic al Pământului se află în vecinătatea polului sud geografic (în sudul Australiei, la 72^0 latitudine sudică şi 155^0 longitudine vestică), iar polul **S** magnetic se află în vecinătatea polului nord geografic (în Alaska, la $70^0\ 40'$ latitudine nordică şi $96^0\ 5'$ longitudine vestică).

Busola indică polul Nord al Pământului, fiind folosită pentru orientare.

ANEXA 3

Descriere	Proprietăţi	Utilizări
-magnetul atrage corpurile ce conţin fier, nichel sau aliaje ale acestora; -magnetul atrage corpurile ce conţin fier şi prin unele materiale; -fiecare magnet are doi poli numiţi polul nord şi polul sud; -polii cu acelaşi nume se resping, polii cu nume diferit se atrag; -magneţii au forme diferite: bară, potcoavă, disc, inel, ac;	-în spaţiul din jurul magnetului se manifestă câmpul magnetic care este mai intens la poli; -Pământul este un imens magnet; -busola indică polul nord al Pământului, fiind folosită pentru orientare; -magnetita este o rocă ce reprezintă un magnet natural; -există şi magneţi artificiali;	-magneţii se folosesc la: -separarea metalelor; -trenurile magnetice -închizători la uşi; -ornamente de prins bilete pe frigider;

ANEXA 4
Fişă de lucru

1.**Completează spaţiile libere**:

* Corpurile confecţionate din .....sunt atrase de magnet, iar corpurile confecţionate din ....., lemn, ...nu sunt atrase de magnet.
*Există magneţi ..... şi magneţi .....
*Orice magnet are .....poli.
*Acul magnetic al unei busole se orientează pe direcţia.....
*Interacţiunea acului magnetic al busolei cu Pământul se face de la distanţă prin intermediul .....
*În jurul oricărui magnet există câmp .....

2.Alege afirmaţiile adevărate şi reformulează-le pe cele false:

*În contact cu un magnet o cheie de fier atrage acele.
*Magnetul atrage agrafele prin foaia de carton.
*Magnetita este o rocă ce reprezintă un magnet artificial.

3.Alege varianta corectă:

*Polul N al unui ac magnetic atrage/respinge polul N al unul alt magnet.
*Apropiind acele magnetice cu polii S, unul spre celălalt, acestea se atrag/se resping.

Bibliografie

** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;
David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;
http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

Unitatea de învăţare:IV.2
Circuite electrice simple
„Suntem în vacanță la munte cu cortul și brusc se lasă noaptea. Cum rezolvăm problema luminii?”

Elena Nicolae

Clasa: a IV-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 3
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Circuite simple. Elementele circuitului electric. Surse de energie electrica.
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie neaşteptată, şi anume: *„Cum rezolvăm problema luminii în cort? De ce un bec luminează în condiţii de siguranţă şi pe o perioadă mai îndelungată decât o lumânare?”* Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„De ce luminează becul? ”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): scurtă incursiune în istoria iluminatului electric	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind iluminatul si curentul electric.
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): *„Cum rezolvăm problema luminii în cort? De ce luminează becul?”* şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat;	•**Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu: ➢ Ce aprinde becul? ➢ Ce produce curentul electric? ➢ Unde se produce curentul electric? ➢ Cum ajunge curentul electric la bec? Etc.

	• **Evocă/ exersează crearea unui circuit electric simplu folosind materialele din dotare**(becuri, baterii, fire de diverse grosimi si din materiale diferite, întrerupătoare etc.); • **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica funcționarea circuitului electric; se poate sugera realizarea unor circuite cu fire metalice, cu elastice de cauciuc, cu fire de bumbac,cu diferite tipuri de baterii etc.
• **Orientează gândirea** elevilor către identificarea noțiunilor de circuit electric ,generator electric, conductor electric, consumator, întrerupător care disting ipotezele formulate, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* (utilizarea elementelor de circuit pentru realizarea unor circuite simple); • **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;	• **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[13]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[14]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Cum se produce?”.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

[13] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[14] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Lecţia 2

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (becuri, fire conductoare, baterii etc.) şi **cere elevilor să experimenteze** (eventual elevii pot experimenta mai multe modalități de legare a becurilor in circuit: in paralel, in serie; de asemenea se poate crea cu ajutorul a doua fire unul de zinc si unul de cupru si a unei lămâi un generator electric)	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **observă** ce se întâmpla daca: ➢ leagă un bec sau doua becuri la o baterie; ➢ întrerupe un fir . se defectează un bec sau un contact cu o borna a bateriei; ➢ leagă un fir subțire de cupru la intre soclu si vârful metalic al unui bec din circuit; ➢ leagă un fir subțire de cupru la cele doua borne ale bateriei; ➢ leagă la plăcutele de cupru si zinc introduse într-o lămâie un led; • **Compara:** ➢ lumina produsa când în circuitul bateriei este legat un bec sau doua becuri unul după altul; starea de încălzire a elementelor circuitului electric după un timp de funcționare;
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind: ➢ condiţiile în care un circuit simplu funcționează; ➢ condiţiile în care un circuit simplu nu funcționează; ➢ încălzirea elementelor circuitului in timpul funcționarii; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări: 1. Care sunt părţile componente ale unui bec?2. Care componenta a becului produce lumină?De ce?3.Cine a descoperit becul?4. Un bec luminează normal cu o baterie de 4,5V.Ce se întâmplă dacă acelaşi bec îl legi la o baterie de 1,5V?Dar la bateria realizată de tine cu o lămâie sau doua şi două plăcuțe metalice diferite?	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele** , argumentează alegerile şi reprezintă un circuit închis şi unul deschis; -Identifică rolul întrerupătorului în circuit
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă)** , care trebuie îndeplinită ,pentru ca elementele circuitului să funcţioneze în parametrii normali .	
• **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** etapei de explorare şi cere elevilor să reprezinte grafic, folosind semnele convenţionale pentru elementele de circuit,un circuit în care becul/becurile luminează şi un circuit în care becul/becurile nu luminează.•	• **Constată** că: - aparatele electrice nu funcţionează dacă: - nu sunt legate la o sursă de electricitate; - circuitul este deschis; • **Identifică normele de securitate** la utilizarea curentului electric. • **Constată** că nerespectarea normelor de securitate pun în pericol viaţa persoanei.;
• **Precizează** elevilor că substanţele/ corpurile observate pot fi conductoare electrice sau izolatoare .Izolatoarele electrice asigura utilizarea în condiţii de siguranţă a aparatelor electrice. **Cere elevilor** să transpună din observaţiile anterioare *,care corpuri sunt conductoare şi care sunt izolatoare electrice.*	• **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** ,pentru funcţionarea becului şi a circuitului electric;
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: *„Cum rezolvăm problema luminii în cort? De ce un bec luminează în condiţii de siguranţă şi pe o perioadă mai îndelungată decât o lumânare?”* şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** pentru soluţia acceptată în urma experimentării şi negocierii de toţi membrii grupului de lucru.	• **Explică** ,care este soluţia aleasă,în urma negocierilor,de fiecare grup. Ce materiale sunt indispensabile pentru a rezolva problema. Ce alternative viabile ar mai putea folosi.

Secvenţa a IV-a. Aplicare-Transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie? Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145). *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru realizarea unei instalaţii cu mai multe becuri care sa se poată aprinde toate odată(legare în serie) sau pe rând(legare în paralel).implicându-i în rezolvarea de noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza experienţei dobândite. Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: **observă şi optimizează** condiţiile de soluţionare a problemei iniţiale
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ). • **Cere elevilor** să identifice surse alternative de energie electrica si să-şi imagineze cum vor fi valorificate în viitor,sursele eco de energie. • **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[15]; • **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite. • Organizaţi în grupurile de lucru, elevii: realizează machete/postere/eseuri/desene/pliante.....cu tema dată • **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările

[15] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

17. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
18. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
19. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
20. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*; • ****Îşi propun să expună produsele realizate** *în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.*

Bibliografie

** *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;

Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;

Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;

Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;

Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;

David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;

Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;

http://teachers.net/lessons/posts/1.html;

http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;

http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

Unitatea de învăţare:IV.3
Sistemul solar. Lumina
sau
„De unde vine lumina? Poţi vedea ce se întâmplă după colţ?”
sau
„ Lumina şi secretele ei !”

Şerban Mariana

Clasa: a IV-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **3**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Sistemul nostru solar .Surse de lumină. Vizibilitatea corpurilor. Umbra. Curcubeul. Culoarea corpurilor. (Programa de fizică pentru clasa a IV)
Modelul de învăţare asociat: **Investigaţia**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, şi anume: *„Poţi vedea ce se întâmplă după colţ?”*.
Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Ce multe fenomene de pe Pământ folosesc lumina !”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează lumina într-un concept mai cuprinzător (fenomene optice, caracteristicile luminii albe);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind: Pământul este planeta pe care locuim noi; are formă rotundă; noi avem 4 anotimpuri; oamenii au ajuns pe Lună etc.;
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): *„De unde vine lumina?,Poţi vedea ce se întâmplă după colţ?”* şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la	• **Formulează ipoteze** despre : Sistemul solar, Soare şi celelalte planete (asemănări, deosebiri, dimensiuni, cu viaţă fără viaţă etc.) • Formulează ipoteze la diferite întrebări de ex. - Ce este Soarele?

întrebare privind cauzele fenomenului de observat :	- Care este importanța Soarelui?. - Ce corpuri se observă pe cer?
• **Orientează gândirea elevilor către identificarea** Sistemului solar(din ce este format,ce se află în centrul Sistemului solar) etc.care disting ipotezele formulate, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere*); Ce este Soarele?; De cine este luminat și încălzit Pământul?; De ce este posibilă viața pe Pământ?; De ce nu cad stelele? etc.?; Cum se mai numește planeta Pământ?; Planeta Pământ este singura planetă care se învârtește în jurul Soarelui ?	• **Menționează** - Universul reprezintă întregul spațiu, lumea în totalitatea ei; - Soarele este o stea, cu cea mai mare masă și creează gravitația (atrage celelalte planete) - Sistemul solar s-a format acum 5 miliarde de ani; - Sistemul solar este alcătuit din Soare, planete și alte corpuri cerești (comete, asteroizi, meteoriți); - Stelele sunt corpuri cerești , au căldură și lumină proprie, se află la distanță mare față de Pământ; - În jurul Soarelui se învârtesc pe orbite nouă planete: Mercur, Venus,Terra, Marte, Jupiter, Saturn,Uranus, Neptun și Pluto; - Soarele se află în centrul Sistemului solar iar celelalte astre orbitează în jurul lui; -Soarele luminează și încălzește toate planetele din Sistemul solar. - Soarele ne ajută să observăm natura; • **Evocă/ exersează** - Universul conține miliarde de galaxii, este infinit în timp și spațiu; - Pământul este singura planetă pe care există viață (planeta albastră ,Terra);
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[16]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[17]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este un lucru?”.	**Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

[16] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[17] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (lanternă, o placă sticlă, o placă sticlă mată, pahar cu apă, o carte, riglă , prismă din sticlă etc.) şi cere elevilor să experimenteze;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - observă propagarea luminii în aer; - observă vizibilitatea corpurilor(lasă/ nu lasă lumina să treacă prin ele); - observă condiţiile de formare a umbrei corpurilor ; - observă lungimea umbrei unui corp cu lungimea umbrei altui corp în urma depărtării/apropierii corpurilor de sursa de lumină; - **măsoară şi notează**: lungimea corpului luminat,lungimea umbrei corpului luminat; - observă că umbra are forma asemănătoare cu a corpului; - observă că umbrele îşi schimbă orientarea după poziţia sursei ; - observă descompunerea luminii albe în cele şapte culori; -corpurile care produc lumină (surse de lumină); - primesc lumină (luminate) ; - Soarele ne ajută să observăm natura; - becul ne ajută să observăm obiectele din cameră ; - stabilesc asemănări şi deosebiri între Soare şi bec; (Soarele este cea mai importantă sursă de lumină a Pământului etc.)
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** - lumina se deplasează în linie dreaptă; - lumina provenită de la Soare (bec) este lumină albă; - nu toate corpurile luminate formează umbră; - formează umbră corpurile opace luminate; - umbra se formează pe partea obiectelor opace unde lumina nu poate ajunge; - corpurile după cum lasă lumina să treacă prin ele sunt : opace, transparente, translucide ; - compară lungimea umbrei unui corp în urma depărtării/apropierii corpurilor de sursa de lumină ; - definesc umbra; -definesc corpurile: opace, transparente,translucide; - denumesc cele şapte culori obţinute prin

	descompunerea luminii albe la trecerea prin prisma din sticlă (ROGVAIV). • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări; Să obțină informații prin măsurarea umbrei sale : dimineața la prânz și seara 1.Ce constați dacă măsori lungimea umbrei unui corp în momente diferite ale zilei?. 2. Poți să-ți dai seama de momentul din zi în care te afli folosind umbra? 3. Ce observi dacă privești baloanele de săpun , petele de ulei, un compact disc (CD) în razele soarelui?	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări:

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern(model,regulă)** cu ajutorul tabelului/graficului, care să explice apariţia umbrei şi penumbrei,eclipsele de Soare şi de Luna;	• **Formulează ipoteze** privind relația așteptată;
• **Cere elevilor să distingă** cu ajutorul informațiilor colectate în lecția anterioară și prin tema efectuată acasă: 1.Ce constați dacă măsori lungimea umbrei unui corp în momente diferite ale zilei?. 2. Poți să-ți dai seama de momentul din zi în care te afli folosind umbra? 3. Ce observi dacă privești baloanele de săpun , un compact disc (CD) în razele soarelui? 4.Care sunt culorile curcubeului ? 5.Ce știm despre culorile:primare,secundare;	• **Constată** că: - dimineața și seara umbrele sunt lungi,în vreme ce la prânz sunt scurte ; - umbrele își schimbă orientarea ; - modificarea lungimii umbrei într-o zi ne ajută să stabilim cu aproximație momentul (ora) ;

• **Distribuie elevilor** materialele (o bilă roşie , lanternă,bucăți de celofan colorat (roșu,verde) , tavă, apă, ulei etc.) ;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii analizează datele ,și explică: - culoarea bilei în lumina sursei este roșie; - culoarea bilei după aşezarea pe rând a celofanului este diferită (neagră); - picăturile de ulei puse în tava cu apă și în prezența luminii formează curcubeul (cele 7 culori , ROGVAIV); - culorile primare (roșu, galben și albastru) sunt cele folosite în pictură, din ele se obțin celelalte culori; - amestecate în proporții egale se obține culoarea gri; - culorile primare (roșu, verde și albastru) sunt culorile luminii sunt cele care formează culorile secundare dacă sunt amestecate câte două ; - amestecate în proporții egale se obține lumina albă;
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: **„** *De unde vine lumina? „Poți vedea ce se întâmplă după colț?* şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;	• **Formulează un argument** la mirarea inițială: Acum știu **„** *De unde vine lumina?*. De la corpurile care produc(emit)lumină. *„Poți vedea ce se întâmplă după colț?* Nu putem vedea după colț pentru că acolo nu ajunge lumina. Datorită luminii corpurile pot fi văzute, tot ce se întâmplă în jurul nostru se datorează luminii. Vizibilitatea corpurilor depinde de claritatea atmosferei și distanța la care se găsesc corpurile de sursă;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: 1. Cum va arăta o floare roşie privită prin lentilele albastre ale unor ochelari de soare? 2.Ce este lumina albă? 3.Care sunt fenomenele care se produc datorită luminii ?	• **Efectuează tema pentru acasă** ca răspunsuri la întrebări:

Bibliografie

** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;

Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;

Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;

Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;

Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;

David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;

Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;

http://teachers.net/lessons/posts/1.html;

http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;

http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

Unitatea de învăţare:IV.4
„De ce ne îmbrăcăm cu haine lungi în deşert când este foarte cald ?" sau „ De ce ne adăpostim în case de gheaţă la polul nord ?"

Nicolae Elena

Clasa: a IV-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **3**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Încălzire şi răcire. Căldură absorbită şi căldură cedată. Izolare termică.
Modelul de învăţare asociat: **PROIECTUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune lecţii focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse („cu finalitate reală", Cerghit, I. ş.a., 2001), însuşirea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este *planificarea sau anticiparea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza îndeplinirii unui plan).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie incitantă, de exemplu: "De ce ne îmbrăcăm cu haine lungi în deşert unde e foarte cald?sau De ce ne adăpostim în case de gheaţă la polul nord? . Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea:"*Izolarea termică înseamnă economie de căldură,de combustibil,de bani şi protejarea naturii"*

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă): (prezentarea unor slide-uri cu diferite tipuri de corpuri calde,reci,haine pe care le poartă oameni care traiesc în deşert sau la poli,vara, iarna...,diferite tipuri de case..);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind ,starea de încălzire a corpurilor,încalzirea şi răcirea. • **Evocă/ exersează** măsurarea temperaturii apei calde

	din pahare confecţionate din materiale diferite şi,introduse în acelaşi vas cu apă rece. Măsurarea temperaturii apei din pahare identice înfăşurate în materiale diferite de aceeaşi grosime. Măsurarea temperaturii apei din pahare identice înfăşurate cu bucăţi de postav, în straturi diferite. •**Identifică** materiale izolatoare termice si conductoare termice
• **Orientează gândirea elevilor către identificarea** noţiunilor de stare de încălzire,contact termic,echilibru termic,căldură primită,căldură cedată,temperatură,izolare termică. • **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub formă de: **-machete de case ecologice** **-haine din materiale ecologice** - **postere, desene, eseuri literare etc.**, • **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (izolare termică,materiale izolatoare,materiale ecologice,economisirea energiei)	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Fiecare grup alege câte o temă de proiect, referat,eseu,macheta etc. ..** • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu ştiinţific, eseu plastic sau literar etc.); • **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător legate de izolarea termică şi economisirea căldurii • **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător legate de izolarea termică şi economisirea căldurii. • **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător legate de izolarea termică şi economisirea căldurii.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură: termometru);	
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare)[18];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă din diferite surse informaţii de tipul „Ce este un lucru?”.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual. Caută informaţii pe internet, bibliotecă;

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, reprezentarea şi realizarea preliminară a produsului („proiectului”);

[18] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de parcurs etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind **încălzirea si răcirea corpurilor**; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează ipoteze** privind *relaţiile studiate*;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (termometre,recipiente cu apa calda,cutii identice din carton sau alt material,materiale izolatoare diferite: polistiren,hârtie,lâna,lemn.... etc.,ceas) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către verificarea calităţii izolării termice a diferitelor materiale. • **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **observă/ experimentează**: - **Experimentează** calităţile izolatoare ale materialelor,măsurând temperatura apei din recipientele izolate termic cu materiale diferite ,la intervale de timp egale. • **Comunică rezultatele** si aleg împreună materialul/materialele pe care le vor folosi în realizarea machetelor.
	• **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;

laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	
• **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă şi **să distingă un patern** care să explice: - Ce înţelegem prin izolare termică? - Avem nevoie de izolare termică doar când este frig sa şi când este cald? - De ce oamenii din deşert poartă haine largi şi lungi? - Cojocul ne încălzeşte sau noi încălzim cojocul? - Care casa e mai călduroasă,cea cu pod înalt sau cea fără pod? Aerul este izolator? - Identifică şi alte situaţii din viaţa ta în care ai ţinut cont de izolarea termică ?	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: -Izolarea termică micşorează schimbul de căldură(cantitatea de căldură cedată este mai mica) -Aerul este un bun izolator termic şi de aceea hainele mai largi, mânuşile cu un deget,încălţămintea mai lejeră ne protejează de frig ,dar şi de cald. -Casele cu pod înalt sunt mai călduroase iarna şi mai răcoroase vara datorită aerului din pod,care este izolator.
• **Invită elevii să distingă un patern** pe baza experimentelor privind economisirea energiei termice	• **Constată** că: -Economisirea căldurii înseamnă izolare termică bună ceea ce asigură economie de combustibili şi de bani dar şi protejarea naturii.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, care vor sta la baza temelor studiate în lecţia următoare;	• **Efectuează tema pentru acasă**: Realizează o machetă,un experiment,desene,portofolii prezentări ppt etc. legate de tema dată

Secvenţa a IV-a. Aplicare-Transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Oferă elevilor materiale** care pot asigura o izolare termică buna şi **cere elevilor** (eventual,	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - Se documentează şi realizează experimente;

prin fişe de lucru) **să experimenteze** şi să se documenteze împreuna cu grupul de lucru pentru realizarea produsului final. **Observă şi îndrumă** activitatea elevilor; • **Cere elevilor să distingă un patern/explicaţie** , regula pe care trebuie să o respecte pentru realizarea izolării termice a caselor dar si a noastră ,ca persoane. • **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin tema efectuată acasă şi să treacă în caiet concluziile mai importante;	- Observă în natură cum se protejează vieţuitoarele de frigul sau căldura excesivă - **Explică** - Din ce materiale îşi fac pasările cuibul?Unde îşi fac vizuină veveriţa,ursul,vulpea.....?De ce? - De ce iarna pasările au penele zbârlite ? - Cu ce fel de haine ne îmbrăcăm iarna?Din ce materiale sunt făcute? - Eschimoşii îşi fac adăposturi din gheaţă(iglu).Ce rol are gheata? - Care case sunt mai călduroase,cele cu pod înalt sau cele fără pod?De ce? b) **Selectează şi sintetizează** informaţiile adunate; - Cum încălzim casa? - Cum păstrăm căldura? - Ce materiale folosesc? b) **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale experimentelor şi documentării găsite.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), implicând elevii în conceperea *raportului final*: **cere elevilor** să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi (filmuleţe, prezentări P.P., etc.) • **Propune elevilor** să realizeze o căsuţă cu materiale ecologice care să asigure o bună izolare termică.	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produsului final, convin **modalitatea de prezentare** (machetă,poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator,desene,fotografii etc.). • **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea proiectului/ **raportului final**, vizând **competenţele cheie**[19];	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme/ proiecte viitoare etc.	• **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;

[19] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

21. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
22. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
23. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
24. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

(3) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(6) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(7) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(8) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/
(9) Oveges Jozsef, Azélő fizica (Fizica vie) Ed. Gondolat, Budapest, 1966

Unitatea de învăţare:IV.5
Mişcare. Repaus. Forţe

sau

„Mulţi sportivi o îndrăgesc,
De ce oare o lovesc?”

Burci Adriana, Şerban Mariana

Clasa: a IV-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **3**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Mişcarea şi repausul. Traiectoria. Forţe care determină mişcarea corpurilor. (Programa de fizică pentru clasa a IV-a).
Modelul de învăţare asociat: **INVESTIGAŢIA**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, şi anume: *„Unde ne aflăm ? Când mergem ? Când stăm? ”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Mişcarea şi repausul sunt aparente. Totul în Univers se mişcă!”*.

Lecţia 1

Secvenţa I. Evocare-anticipare: *Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?*
Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare: *Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?*

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei. 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental**. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă):încadrează mişcarea corpurilor într-un concept mai cuprinzător (fenomene mecanice, mişcarea planetelor);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind poziţia corpurilor în spaţiu,mişcarea şi repausul ,traiectorie etc.;
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu: „probabil că sunt în repaus faţă

clasă): „*Unde ne aflăm? Când mergem ? Când stăm?”*. şi cere elevilor să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat;	de....”; „probabil că sunt în mişcare faţă de..”; „probabil că se află în tren” ; probabil că mă aflu pe scaun”. „probabil că mă aflu în bancă”; „probabil că mă aflu pe scaun”; „probabil că mă aflu în şcoală;
• **Prezintă** elevilor ghicitoarea: ***„Mulţi sportivi o îndrăgesc,*** ***De ce oare o lovesc?*** •Adresează elevilor următoarele întrebări: -Mingea se afla în stare de mişcare sau de repaus? -De ce îşi schimbă mingea stare de mişcare? -Sportivul lovește mingea cu piciorul. E posibil ca mingea să lovească şi ea piciorul ? Cum ne dăm seama de acest lucru?	**Analizează** ghicitoarea şi găsesc răspunsul corect • Elevii **găsesc diferite** repere faţă de care mingea poate fi în repaus sau mişcare. •In urma discuţiilor elevii **descoperă ca** intre minge şi piciorul sportivului există o acţiune reciprocă.
• **Orientează gândirea elevilor către identificarea** poziţiei corpurilor, a stării de mişcare şi a stării de repaus , traiectoria corpurilor disting ipotezele formulate, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere*	• **Menţionează** că de fiecare dată se folosesc cuvintele; ***faţă de,*** urmat de alt ***corp*** (ceilalţi călători,scaune ,gară, şcoală). - Descoperă că acel ***corp*** are un rol important în stabilirea stării de repaus, a stării de mişcare şi a poziţiei corpurilor în spaţiu.
Antrenează elevii într-o discuţie în urma căreia să se poată trage concluzia: „Schimbarea stării de mişcare şi de repaus a corpurilor este rezultatul acţiunii reciproce dintre corpuri”.	• **Evocă/ exersează** - Mişcarea corpurilor din universul apropiat cu; -Mişcarea corpurilor din universul îndepărtat; -Stabileşte că starea de repaus este aparentă întrucât în Universul nostru totul se mişcă. (*Planeta Pământ realizează o mişcare de rotaţie în jurul Soarelui şi în jurul axei sale).* - Descoperă împreună cu profesorul traiectoria (vizibilă/invizibilă) cu ajutorul exemplelor :*avionul lasă o dâră albă pe cer,creionul lasă urme pe hârtie ,paşii tăi lasă urme pe zăpadă etc.* ;
• **Enunţă** faptul că: Atunci când vorbim despre intensitatea cu care un corp acţionează asupra altui corp, vorbim despre *FORŢĂ* • **Stârneşte curiozitatea** şi interesul elevilor pentru temă, înlesneşte sesizarea problemelor şi formularea întrebărilor; sprijină elevii să-şi dezvolte gândirea anticipativă; comunică prin întrebări.	• **Dau exemple** de forţe care acţionează asupra mingii din ghicitoare
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;	• **Disting** • Formulează ipoteze la diferite întrebări - De către cine şi de ce trebuiesc cunoscute mişcarea corpurilor din jurul nostru - Mişcarea de rotaţie a Pământului în jurul axei sale şi în jurul Soarelui. • Identifică prin joc, starea de mişcare şi de repaus a corpurilor, locul ocupat de corpuri în spaţiu , traiectoria; • **Identifică** forţe care acţionează asupra mingii din ghicitoare • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (minge, bilă, riglă, cretă, hârtie, resort etc.) şi **cere elevilor să experimenteze** •**Profesorul sugerează** elevilor că pentru următoarea etapa a lecţiei să formeze 4 grupe de lucru. •**Fiecare grupă primeşte** materialele de lucru şi indicaţii cu ajutorul cărora să realizeze experimentele. Elevii din grupă vor scrie observaţiile pe caiet pornind de la anumite întrebări pe care le primesc de la profesor sub forma unei fişe.(Anexa 1)	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: Colectează probe pentru verificarea răspunsurilor - **alege** reperul şi stabileşte poziţia : bilei,creionului,mingii etc.; - **observă** schimbarea poziţiei corpurilor studiate faţă de un corp (reper); - **observă** menţinerea neschimbată a poziţiei corpurilor studiate faţă de reper; - **alege** reperul (repere) şi stabileşte starea de mişcare şi de repaus a: bilei, creionului,mingii etc.; **-observă** că un corp se poate afla în acelaşi timp în stare de mişcare faţă de un reper şi în stare de repaus faţă de

	alt reper; **-observă** că un corp se află în stare de repaus faţă de el însuşi;
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind condiţiile de mişcare a corpurilor: - Compară răspunsurile, evaluează explicaţiile privind (variante de răspunsuri): - Poziţia corpurilor, starea de mişcare şi de repaus a corpurilor; - Definesc : starea de repaus a corpurilor,starea de mişcare a corpurilor, traiectoria; -Definesc Forţa -Enumeră tipuri de forţe • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[20]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[21]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este un lucru?”. Cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări; - Cine determină mişcarea de rotaţie a Pământului în jurul axei sale şi în jurul Soarelui ? etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual. Răspund la următoarele întrebări: 1. Dănuţ şi prietenii lui fac o drumeţie la munte. În ce stare se află Dănuţ faţă de rucsacul pa care îl ţine în spate?Dar faţă de prietenii săi? 2.Ieşi în curtea şcolii,stabileşte repere şi identifică corpurile aflate în mişcarea sau în repaus faţă de acele repere?

Lecţia 2

Secvenţa III. Reflecţie-explicare:
Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

[20] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[21] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Procesul cognitiv: inducţie. **Scenariul lecţiei: inductiv**. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **1.să definească** diferite tipuri de forţe 2.**să descrie** diferenţa dintre masă şi greutate	• **Formulează ipoteze** privind diferite tipuri de forţe.
•**Sprijină elevii** să definească noţiunile noi, să-şi dezvolte gândirea inductivă, cauzală;	•**Definesc** forţa: Forţa descrie intensitatea cu care un corp acţionează asupra altui corp
•**Invită elevii** să sintetizeze observaţiile, să generalizeze, să formuleze concluzii, să definească noţiunile noi;	•Elevii **menţionează** că forţele întâlnite în experimente pot fi forţe de împingere şi forţe de tragere.
•**Introduce** termenii ştiinţifici noi: Forţa de atracţie pe care o exercită Pământul asupra corpurilor se numeşte forţă de atracţie gravitaţională sau greutate	•**Evocă** observaţii din experimentele efectuate.
•**Invită elevii** să răspundă la următoarele întrebări pentru a sintetiza observaţiile si a generaliza : 1.Bila si scaunul au aceeaşi greutate? Daca răspunsul este NU, cum punem în evidenţă faptul că cele doua corpuri au greutăţi diferite? 2.Care este deosebirea dintre greutatea unui corp şi masa sa?	•**Formulează** răspunsuri: *Bila si scaunul nu au aceeaşi greutate. *Este mult mai uşor sa ridicăm bila decât să ridicam un scaun. •**Elevii definesc** cele două noţiuni
•**Antrenează elevii** într-o discuţie referitoare la forţa de atracţie gravitaţionala de pe Luna: greutatea unui corp pe Lună este de 6 ori mai mică decât pe Pământ.	•Elevii **analizează** informaţiile primite de la profesor.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere elevilor** să răspundă la întrebări, cum sunt: 1. Ce se întâmplă cu frunzele când bate vântul ? 2.De ce păşim atât de greu pe gheaţă? 3.Cum putem muta mai uşor obiectele grele? 4.De ce, la alegerea unui terenului, căpitanul unei echipe de fotbal are în vedere sensul în care bate vântul?	• **Efectuează tema pentru acasă**

Lecţia 3

Secvenţa a IV-a. Aplicare: *Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?*
Secvenţa a V-a. Transfer: *Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?*

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecţiei: empiric.** Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
•**Prezintă** elevilor o planşă în vederea revizuirii şi consolidării noţiunilor. (Anexa2).	•**analizează** imaginile şi notează pe caiete forţele care apar în imagini.
•**Îndrumă** elevii astfel încât ei să descopere noi tipuri de forţe şi efectele acestora.	•un reprezentant al fiecărei grupe **prezintă clasei** observaţiile făcute.
•**Solicită** elevilor să formeze grupele iniţiale pentru realizarea unor activităţi practice.	•**formează** grupele
•**Pune la dispoziţia** fiecărei grupe materialele necesare şi o fişă de lucru cu întrebări ajutătoare(Anexa 3)	
•**Încurajează** elevii să interacţioneze direct unii cu alţii; înlesneşte formularea întrebărilor;	•**elevii din grupa 1** stabilesc faptul că : -Un magnet atrage numai corpurile din fier -Dacă apropiem magneţii cu polii diferiţi se atrag iar daca îi apropiem cu polii de acelaşi fel se resping -Magneţii interacţionează de la distanţă(atracţie si respingere); •**elevii din grupa 2** stabilesc faptul că: -sub acţiunea penarului resortul se deformează: Forţa deformatoare; -resortul revine la forma iniţiala: Forţa elastica; •**elevii din grupa 3** stabilesc faptul ca: -sub acţiunea unei forţe plastilina se deformează plastic iar buretele se deformează elastic.; •**elevii din grupa 4** stabilesc faptul că: -între creion si foaie există o forţă -între radieră şi foaie există o forţă -împreună cu profesorul ajung la concluzia că aceasta forţă se numeşte forţă de frecare;
•**Stimulează** direcţii de abordare diferite, idei, soluţii posibile, ce permit alegerea celei mai bune variante.	•un reprezentant al fiecărei grupe **prezintă clasei** observaţiile făcute.
•Prezintă elevilor fişa de lucru(Anexa 4) •explică elevilor modul în care se completează această fişă	•**completează** fişa de lucru
•Încurajează elevii să interacţioneze direct unii cu alţii; înlesneşte formularea întrebărilor; comunică prin întrebări, în special, divergente; sprijină elevii să-şi dezvolte gândirea prin analogie; Pentru acesta propune elevilor sarcini de lucru sub o forma atractiva:	

1. ***Clubul ingenioşilor*** : Imaginează alte experienţe prin care să pui în evidentă existenţa unor forţe **2**. ***Jurnal de observaţii*** : Ce aplicaţii au în viaţa de zi cu zi observaţiile făcute de tine în legătura cu forţele? Scrie în jurnal mai multe exemple. ***3.Perspicacitate :***. Ce forţe apar atunci când un sportiv trage cu arcul? ***4.Utilizări neobişnuite*** : Cum poţi folosi un corp greu şi un fir pentru a verifica dacă un perete este drept? ***5.Eseu*:** Legenda spune că Isaac Newton, un mare om de ştiinţă din secolul al XVII-lea, urmărind căderea unui mar, a emis ipoteza ca orice corp este atras de către Pământ. Realizează un eseu pe această temă ***6.Desen/ Colaj/ Construcţie*:** Descrie trei situaţii practice în care apar forţe de tracţiune, împingere şi de greutate. Desenează aceste forţe.	•**Propun** diferite experimente •**Realizează** un jurnal care va fi prezentat la sfârşitul anului şcolar, în orele de recapitulare finală •**realizează** un desen şi **numeşte** forţele care apar •**aplica** noile cunoştinţe la rezolvarea unor probleme practice • **se documentează** în biblioteca şcolii •**evocă** prin desene, noile cunoştinţe, experienţe proprii, observaţii ale unor fenomene naturale • **expun** produsele realizate (planşe, desene, machete etc.) în expoziţii şcolare.
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[22];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ****Îşi propun să expună produsele realizate** *în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele*.

ANEXA 1
Activitate practică pe grupe

Grupa 1.
Materiale: minge
Experiment: Loveşte mingea cu piciorul
Întrebări:
1.Ce se întâmplă cu mingea atunci când acţionăm asupra ei?

[22] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

25. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
26. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
27. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
28. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

2. .Cum trebuie să acţionăm asupra mingii pentru ca ea să se deplaseze pe o distanţă mai mare? Dar pentru a se deplasa pe o distanţă mai mică?
3. Ce cuvânt am putea folosi pentru a descrie intensitatea cu care acţionam asupra mingii?

Grupa 2.
Materiale: scaun
Experiment: Trage de scaun si apoi împinge-l.
Întrebări:
1.Cum trebuie să acţionăm asupra unui scaun pentru a se deplasa?
2.Denumeste forţele care pun în mişcare scaunul.

Grupa 3.
Materiale:bila, rigla
Experimente:
1.Pe masa de lucru, pune în mişcare bila cu mâna
2.Loveşte bila cu rigla în sensul de mişcare.
3.Loveşte bila cu rigla din lateral.
Întrebări:
1.Alege un reper de pe masă faţă de care bila să fie în mişcare.
2.Ce se întâmplă cu viteza bilei dacă o lovim în sensul său de deplasare?
3.Dar dacă o lovim din lateral?

Grupa 4.
Materiale:Bila, cretă, resort, o bucata de hârtie
Experimente:
1.Ţine bila în mâna şi dă-i drumul.
2. Repeta experimentul cu o bucata de cretă, o bucată de hârtie şi resortul
Întrebări:
1.De ce crezi ca toate corpurile, lăsate libere se deplasează spre Pământ?
2.Aceasta forţă acţionează numai în laborator sau este permanentă? Daca vei repeta experimentele 1 si 2 pe hol, crezi că aceste corpuri se vor mai deplasa spre Pământ?

ANEXA 2









ANEXA 3
Activitate practică pe grupe

Grupa 1
Aveţi la dispoziţie doi magneţi, o agrafă de birou, o radieră, un creion.

- Ce se întâmplă dacă apropiem magnetul de agrafa de birou?
- Dar dacă apropiem magnetul de radiera şi creion?
- Ce observăm dacă apropiem cei doi magneți?
- Explicați.

Grupa nr 2:
Suspendaţi de resort un penar:

- Ce se observă?
- Cum acţionează penarul asupra resortului?
- Luaţi penarul. Ce se observă?
- Ce credeţi că se întâmplă?

Grupa nr.3:
Apasă cu mâna o sfera din plastilină. Apoi apasă un burete.

- Ce se observă?
- Ce forţe crezi că acţionează?
- Explică.

Grupa nr.4
Cu un creion desenează o barcă pe caiet şi apoi şterge desenul cu radiera.

- Ce se observă?
- Ce forţe acţionează?
- Cum ar trebui să se numească aceste forţe?

ANEXA 4
Fişă de munca independentă

Alege răspunsul potrivit :

1. Crina şi Miruna se găsesc pe aceeaşi săniuţă şi coboară pe un derdeluş .
a) Crina se află în stare de mişcare/repaus faţă de derdeluş .
b) Săniuţa se află în stare de mişcare/repaus faţă de Miruna .

2. Forţa de atracţie exercitată de Pământ asupra unui corp se numeşte :
a) masă b) greutate

3. De la înălţimea băncii, Vlad lasă să cadă o gumă şi o minge . Ce forţă a determinat căderea obiectelor pe podea?
a) forţă de împingere b) forţă gravitaţională c) forţă de tragere

4. Notează cu A (adevărat) sau cu F (fals) fiecare enunţ :

- Aplicând o forţă de împingere asupra căruciorului , acesta se deplasează . _____
- Cătălin acţionează asupra saniei prin tragere , ca să urce la derdeluş . _____
- Dacă loveşti cu tacul o bilă aflată în repaus pe masă (aplici o forţă de împingere) , bila nu se va mişca . _____
- Pentru înălţarea unui zmeu se utilizează o forţă de tragere (de tracţiune) . _____

5. Într-o competiţie , elevii au fost întrebaţi :

„ Cum poate trece o sania din starea de repaus în starea de mişcare ? ”

Reprezentanţii celor trei grupe din concurs au răspuns astfel :

►LAURENTIU : Sania va trece din starea de repaus în starea de mişcare dacă este împinsă .

►ANA : Sania va trece din starea de repaus în starea de mişcare dacă este trasă .

►MARIA : Sania va trece din starea de repaus în starea de mişcare dacă este trasă sau dacă este împinsă .

Alege răspunsul corect ! _____

Bibliografie

** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;
David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;
http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

GHID METODOLOGIC

PENTRU PREDAREA FIZICII

Clasa a VI-a

Octombrie 2011

Ghidul a fost realizat in cadrul proiectului *Reforma curriculara a ştiinţelor exacte*, derulat de Societatea Academică din România în parteneriat cu Societatea Română de Fizică şi Romanian-American Foundation. La redactarea unităţilor de învăţare au lucrat profesori fizică din 6 judeţe – Arad, Caraş-Severin, Constanţa, Hunedoara, Iaşi şi Timiş.

Proiectul a fost finanţat de Romanian-American Foundation

.

Planificarea unităţilor de învăţare/ repartizarea conţinuturilor pe unităţi de învăţare Cf. programei de fizică pentru clasa a VI-a

Nr. crt.	Titlul unităţii de învăţare Conceptul de studiat + Tema/ „problema” de studiat (conţinutul tematic)	Conţinuturi (Conţinuturile conceptuale ale programei şcolare)	Nr. ore	Autori
1.	**Întâlnire cu fizica**	**Întâlnire cu fizica** **I. Mărimi fizice. 1. Clasificare. Ordonare. Proprietăţi.** 1.1. Proprietăţi, stare, fenomen. *Proprietăţi fizice generale (întindere, structura corpusculară a substanţelor, interacţiune, inerţie, stare de agregare).* 1.2. Comparare, clasificare, ordonare. 1.3. Mărimi fizice. Măsurare.	**4**	Anca Daniela Toma (Colegiul National Pedagogic C. Brătescu Constanţa)
		Evaluare iniţială (formativă, în general, inclusă în secvenţa I. Evocare - Anticipare); **fixare şi consolidare** (în general, inclusă în secvenţa IV. Aplicare - Transfer); **evaluare sumativă finală**.	**1**	
2.	**Metode de studiu utilizate în fizică**	VI. ***Metode de studiu utilizate în fizică.** *Întemeierea experimentală a noţiunilor fizicii; relaţia teoretic – experimental (matematică – fizică).* **2. Determinarea valorii unei mărimi fizice.** 2.1. Determinarea lungimii (*lungimea cercului, πr*). 2.1.1. Instrumente pentru măsurarea lungimii. 2.2. Determinarea ariilor (*aria cercului, πr^2*); 2.3. Determinarea volumelor (*volumul sferei, $4,19 \cdot r^3$*); 2.1.2. Înregistrarea datelor în tabele; 2.1.3. Valoare medie. 2.1.4 Eroare de determinare. 2.1.5. Rezultatul măsurării. *Determinarea numărului π.*	**5**	Anca Daniela Toma (Colegiul National Pedagogic C. Brătescu Constanţa) Iulian Leahu(Şcoala „Alexandru cel Bun”, Iaşi)
		Evaluare iniţială (formativă, în general, inclusă în secvenţa I. Evocare - Anticipare); **fixare şi consolidare** (în general, inclusă în secvenţa IV. Aplicare - Transfer); **evaluare finală**.	**1**	
3.	**Densitatea substanţelor. Plutirea corpurilor**	2.3 Determinarea masei corpurilor. Unitate de măsură. *Utilizarea balanţei*. 2.5 Densitatea. Unitate de măsură. Referire la practică. Exemple valorice pentru densitate. Calculul masei unui corp. 2.5 Determinarea densităţii unui corp. *Plutirea corpurilor*.	**5**	Iulian Leahu (Şcoala „Alexandru cel Bun”, Iaşi)
		Evaluare iniţială (formativă, în general, inclusă în secvenţa I. Evocare - Anticipare); **fixare şi consolidare** (în general, inclusă în secvenţa IV. Aplicare - Transfer); **evaluare finală**.	**1**	
4.	**Inerţia corpurilor**	**2. Inerţia.** 2.1 Inerţia, proprietate generală a corpurilor. 2.2 Masa, măsură a inerţiei. 2.4. Determinarea duratelor; *pendulul elastic.*	**4**	Laurentziu Roşu. (Şcoala cu cls. I-VIII B.P. Haşdeu Constanţa)
		Evaluare iniţială (formativă, în general, inclusă în secvenţa I. Evocare - Anticipare); **fixare şi consolidare** (în general, inclusă în secvenţa IV. Aplicare - Transfer); **evaluare finală**.	**1**	
5.	**Interacţiunea corpurilor**	**2.6 Interacţiunea**. *Interacţiunea, proprietate generală a corpurilor*. Efectele interacţiunii mecanice. Forţa, măsură a interacţiunii. Unitate de măsură; Exemple de forţe. Măsurarea forţei. *Dinamometrul. Forţa deformatoare. Deformarea,*	**6**	Claudia Dobrin. (Colegiul National „Mircea cel Bătrân”,Consta

		efect static al unei forţe. Dependenţa dintre deformare şi forţă. Reprezentare grafică. Legea deformării elastice. Greutatea corpurilor. Relaţia/ diferenţa dintre masă şi greutate.		nţa), Florin Dobrin. (Colegiul National „Mircea cel Bătrân",Constanţa)
		Evaluare iniţială (formativă, în general, inclusă în secvenţa I. Evocare - Anticipare); **fixare şi consolidare** (în general, inclusă în secvenţa IV. Aplicare - Transfer); **evaluare finală**.	**1**	
6.	**Mişcarea corpurilor**	**II. Fenomene mecanice** **1. Mişcare. Repaus.** 1.1 Corp. Mobil. 1.2 Sistem de referinţă. Mişcare şi repaus. 1.3 Traiectorie. 1.4 Distanţa parcursă. Durata mişcării. Viteza medie. Unităţi de măsură. 1.5 Mişcare rectilinie uniformă. *Mişcare rectilinie variată. 1.6 Legea de mişcare. *Reprezentarea grafică a legii de mişcare. 1.7 Valori ale vitezei - exemple din natură şi din practică. 2.4. Determinarea duratelor; *mişcări orbitale, pendulul gravitaţional*.	**8**	Mioara Niculescu (Şcoala cu cls. I-VIII C. Brâncuşi Medgidia)
		Evaluare iniţială (formativă, în general, inclusă în secvenţa I. Evocare - Anticipare); **fixare şi consolidare** (în general, inclusă în secvenţa IV. Aplicare - Transfer); **evaluare finală**.	**1**	
7.	**Fenomene termice**	**III. Fenomene termice** **1. Încălzire-răcire.** 1.1 Stare de încălzire. Contact termic. Echilibru termic. 1.2 Temperatura. Unitate de măsură. Termometre. **2. Dilatarea.** 2.3 Dilatarea gazelor. 2.1 Dilatarea solidelor. 2.2 Dilatarea lichidelor. 2.4 Consecinţe şi aplicaţii practice.	**5**	Nicolae Elena (Sc. nr 16 Constanţa)
		Evaluare iniţială (formativă, în general, inclusă în secvenţa I. Evocare - Anticipare); **fixare şi consolidare** (în general, inclusă în secvenţa IV. Aplicare - Transfer); **evaluare finală**.	**1**	
8.	**Electrizarea şi magnetizarea corpurilor**	**IV. Fenomene electrice şi magnetice** **1. Magneţi. Interacţiuni magnetice** **2. Electrizarea corpurilor.** 2.1 Procedee de electrizare. Interacţiunea electrostatică. 2.2 Sarcina electrică. Exemple de electrizare în natură.	**5**	Sanda Oprea(Colegiul National „Mircea cel Bătrân",Constanţa)
		Evaluare iniţială (formativă, în general, inclusă în secvenţa I. Evocare - Anticipare); **fixare şi consolidare** (în general, inclusă în secvenţa IV. Aplicare - Transfer); **evaluare finală**.	**1**	
9.	**Curentul electric**	**3. Curentul electric. Circuitul electric.** 3.1 Curentul electric. 3.2 Circuitul electric simplu. Elemente de circuit. Simboluri. 2.2 Curentul electric. 3.3 Conductori. Izolatori.3.5 Gruparea becurilor în serie şi în paralel. 3.6 Utilizarea instrumentelor de măsură în circuitele electrice. *Măsurarea intensităţii curentului electric. Ampermetrul. Exemple valorice pentru intensitate. Tensiunea electrică. Unitate de măsură. Măsurarea tensiunii electrice. Voltmetrul.*	**5**	Mariela Mincu (Şcoala Mihai Viteazul ,Constanţa)
		Evaluare iniţială (formativă, în general, inclusă în secvenţa I. Evocare - Anticipare); **fixare şi consolidare** (în general, inclusă în secvenţa IV. Aplicare - Transfer); **evaluare finală**.	**1**	
10.	**Efecte ale curentului electric**	3.4 **Efecte ale curentului electric**. Efectul magnetic. Efectul termic. Intensitatea curentului electric. Unitate de măsură. 3.7 Norme simple de protecţie la utilizarea curentului.	**5**	Adina Dogărescu. (Colegiul National Mircea cel Batran Constanţa)
		Evaluare iniţială (formativă, în general, inclusă în secvenţa I. Evocare - Anticipare); **fixare şi consolidare** (în general, inclusă în secvenţa IV.	**1**	

		Aplicare - Transfer); **evaluare finală**.		
11.	**Fenomene optice**	**V. Fenomene optice.** 1. Surse de lumină. 2. Propagarea luminii. 2.1 Corpuri transparente, opace, translucide. 2.2 Propagarea rectilinie. Viteza luminii. Umbră. Eclipse. 2.3 Reflexia luminii. Legi. Oglinda plană. *Imagini în oglinzi plane*. *2.4 Refracţia luminii (observare, definiţie)*. *2.5. Dispersia luminii (observare, definiţie)*.	**9**	Laurentziu Roşu. (Şcoala cu cls. I-VIII B.P. Haşdeu Constanţa)
		Evaluare iniţială (formativă, în general, inclusă în secvenţa I. Evocare - Anticipare); **fixare şi consolidare** (în general, inclusă în secvenţa IV. Aplicare - Transfer); **evaluare finală**.	**1**	
		Total	**72**	

Unitatea de învăţare VI.1
Întâlnire cu fizica
Sau
„Cât de mare poate fi un corp mic?”, „De ce trebuie să cunoaştem timpul şi spaţiul pentru a ne orienta?”

Anca Daniela Toma

Clasa: a VI-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **4**

Conţinuturi repartizate: **I. Mărimi fizice. 1. Clasificare. Ordonare. Proprietăţi.** 1.1. Proprietăţi, stare, fenomen. *Proprietăţi fizice generale (întindere, structura corpusculară a substanţelor, interacţiune, inerţie, stare de agregare)*. 1.2. Comparare, clasificare, ordonare. 1.3. Mărimi fizice. Măsurare.

Modelul de învăţare asociat: **INVESTIGAŢIA ŞTIINŢIFICĂ**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform schemei:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Competenţe specifice** (reprezentând secvenţele investigaţiei ştiinţifice)
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice**, ca un grup de lecţii focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului:** prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror utilizare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, şi anume: *Cât de mare poate fi un corp ... mic?*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *o cunoaştere bună a realităţii înconjurătoare presupune măsurări de tot felul, mai ales cu privire la spaţiu şi timp*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Evocă întrebarea de investigat**: Privind în jurul vostru, în clasă sau chiar mai departe, pe geam, vedeţi o mulţime de corpuri. Prin ce se aseamănă sau prin ce se deosebesc ele? Există corpuri mari, dar există şi corpuri mici. Cât de mare credeţi că poate fi un corp mic?	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind corpurile din jurul nostru.
• **Cere** elevilor să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze;	• **Formulează ipoteze** despre corpuri,despre asemănările şi deosebirile dintre acestea, grupându-le

• Vizează cunoştinţele anterioare ale elevilor, preconcepţiile/explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat. • **Orientează gândirea elevilor către identificarea** proprietăţilor fizice (forma, culoarea, stare de agregare, substanţa): - clasa proprietăţilor ce sunt criterii de clasificare (aria, lungimea, intervalul de timp) - clasa proprietăţilor care nu se pot constitui criterii de ordonare(gustul, forma, starea de agregare).	după diferite criterii: formă (regulată - neregulată), culoare, stare de agregare, tipul (cu viaţă – fără viaţă); dar şi criterii legate de distanţa dintre corp şi observator (dimensiunea reală a corpurilor); • **Formulează ipoteze** despre dimensiunile corpurilor (de ex., „creionul este un corp mic, dar furnica este mai mică”); „microbii sunt mai mici decât furnica , deoarece nu-i putem vedea cu ochiul liber”; **compară** forma unei cutii, a unui cub a unui dulap ş.a. **descoperă** , în fiecare caz,existenţa unor laturi cu lungimi diferite,existenţa a două respectiv trei dimensiuni); • Disting situaţii în care dimensiunile reale ale corpurilor sunt diferite de cele percepute de observator. „Planeta Pământ este un corp mare, dar este extrem de mic în raport cu Universul” „mingea de fotbal este un corp mare faţă de cea de tenis, dar este extrem de mică prin comparaţie cu Soarele” „cutia de chibrit este foarte mică în raport cu blocul”ş.a.; • **Formulează ipoteze** la diferite intrebări de ex. de către cine şi de ce trebuiesc cunoscute dimensiunile corpurilor din jurul nostru, banca de scris, vapor, maşina,coala albă de hârtie,lungimea terenului de sport,înălţimea porţii de fotbal,etc. • **Identifică prin joc** dimensiunile unor corpuri puse la dispoziţie de către profesor, realizând echipe de lucru, **clasifică** în grupe corpurile, **observând** forma lor **ordonarează** luând în calcul o dimensiune a lor, respectiv,lungimea. • **Formulează ipoteze** despre forma corpurilor aflate în stare lichidă şi gazoasă - **observă** că , răsturnând un lichid dintr-un vas în altul, acestea având forme diferite, lichidul va lua forma lor **-observă** că , inspirând adânc aer în plămâni, apoi expirând aerul într-un balon, acesta se umflă; dacă balonul este spart, aerul se împrăştie în cameră - **compară** de câte eprubete pline cu apă e nevoie să umple paharul.
• **Orientează gândirea elevilor către identificarea** proprietăţilor fizice (forma,culoarea,stare de agregare, substanţa) care pot fi de două feluri **-clasa proprietăţilor ce sunt criterii de clasificare** (aria, lungimea, intervalul de timp) **-clasa proprietăţilor care nu se pot constitui** criterii de ordonare(gustul, forma, starea de agregare) • **Orientează gândirea elevilor către identificarea** proprietăţilor fizice criteriul de ordonare a elevilor unei clase la începutul unei ore de educaţie fizică criteriul de ordonare privind alcătuirea clasamentului rezultatelor la testul iniţial de fizică.	• **Menţionează** forma, culoarea,lungimea,starea de agregare, volumul, materialul (substanţa) din care sunt confecţionate corpurile puse la dispoziţie. • **Evocă necesitatea** cunoaşterii proprietăţilor fizice generale ale corpurilor, dar şi a proprietăţilor particulare ale corpurilor.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei) legate de proprietăţi fizice generale, cum ar fi:de ce puful de păpădie este atât de uşor purtat de vânt sau cum se explică în cazul căzăturii de pe bicicletă că ne julim genunchii?	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica proprietăţile fizice ale corpurilor ,transformările de stare ale acestora • **Explică** faptul că - corpurile **interacţionează** între ele adică îşi produc acţiuni deci şi efecte,

şi ghidează elevii explice următoarele situaţii întâlnite în viaţa de zi cu zi: -cuiul şi magnetul -racheta şi mingea; -stiloul şi hârtia; -pieptenele şi părul etc.; -vântul a spart un geam sau mingea de la un jucător de fotbal; -apa din pahar poate fi băută în înghiţituri cât mai mici; -care se opreşte mai uşor o minge de ping-pong sau una identică de metal când sunt aruncate la fel.	**-corpurile sunt formate din substanţe artificiale şi naturale** -au **inerţie**, adică se *împotrivesc diferit *atunci când asupra lor acţionăm la un moment dat. -se află în una din **stările de agregare solidă, lichidă şi gazoasă.** -sunt **divizibile.** • **Definesc** sub îndrumarea profesorului divizibilitatea ca proprietatea unui corp de a fi împărţit în părţi din ce în ce mai mici precum şi interacţiunea ca fiind un cuvânt-concept definind acţiunea reciprocă dintre corpuri.
•**Implică** elevii în conceperea portofoliului propriu • **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând obiectivele de referinţă ale programei şcolare în raport cu tema de studiat;	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a *criteriilor de evaluare* a rezultatelor propuse de profesor;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este?”.	• **Efectuează tema pentru acasă** (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie
cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental**. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea temelor efectuate acasă şi **revine la întrebarea iniţială**: „Cât de mare poate fi un corp mic?”, cerând elevilor să **prezinte noi argumente** la întrebare •**Vizează** cunoştinţele anterioare ale elevilor, preconcepţiile/explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** aspecte interesante, dificultăţi întâlnite.
•**Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv(scopul şi obiectivele lecţiei)*; ipoteze privind importanţa măsurătorilor, cunoaşterea poziţiei unui corp pe baza măsurătorilor de distanţă şi timp; • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (pahar cu cuburi de gheaţă,pahar cu apă, cuburi de lemn, bile metalice,cilindri de sticlă) implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări,	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: a) **observă** corpurile puse la dispoziţie şi formulează definiţia clasificării drept gruparea corpurilor puse la dispoziţie, pe baza unei proprietăţi comune. b) **lucrează în perechi** şi **realizează** experimente prin care pun în evidenţă clasa corpurilor metalice, clasa corpurilor din sticlă)folosind aşadar drept criteriu starea de agregare), dar şi clasa corpurilor după forma lor. b) **notează** în caiet observaţii legate de experimentele realizate

extrapolări) pe baza **clasificării** corpurilor. • **Implică** elevii la găsirea unor criterii de clasificare pentru a realiza mulţimi de corpuri, respectiv submulţimi de corpuri, adică clasificarea corpurilor . • **Precizează** ideea conform căreia corpurile şi fenomenele fizice sunt caracterizate printr-un număr foarte mare de proprietăţi, unele ce descriu întinderea spaţială, altele rapiditatea desfăşurării lor, starea de agregare, care permit clasificarea şi ordonarea lor, pe când alte proprietăţi nu se constituie drept criteriu de clasificare. • **Extinde** activitatea elevilor în afara orelor de clasă(ca temă pentru acasă) 1. Toate corpurile au aceleaşi dimensiuni? 2. Câte dimensiuni are un corp? 3. Cum putem să măsurăm aceste dimensiuni? 4. Ce instrumente de măsură cunoaşteţi pentru lungime şi pentru volum? 5. Construiţi şi voi un astfel de instrument de măsură.6.Dacă iei cuburile din cutia paralelipipedică şi faci diferite construcţii (folosind de fiecare dată toate cuburile), ce poţi spune legat de volumul acestora ? 7.Dacă intr-un pahar de 250 ml plin cu apă , astfel coloana de apă să aibă diferite înălţimi,introduci un corp - o cheie sau un alt corp dorit de elevi, de formă neregulată, ce observi că se întâmplă ? 8.Iei o foaie de hârtie milimetrică pe care desenezi o frunză cum îi determini aria?	c) **formulează** întrebări legate de observaţiile făcute (pot constitui criterii de ordonare proprietăţi ca lungime pe o dimensiune, întinderea spaţială dar forma lor) d) **măsoară** două din cele trei dimensiuni ale unui cub, la fel şi pentru cutia paralelipipedică (L şi l) ; (* apoi calculează produsul L X l în fiecare caz - aria bazei) e) **grupează** corpurile puse la dispoziţie după proprietăţile fizice cunoscute. **Concluzionează**: corpurile solide au formă proprie, lichidele şi gazele iau forma vasului în care sunt puse gazele nu au formă proprie şi nici volum propriu,sunt expansibile au proprietatea de a ocupa întreg spaţiul aflat la dispoziţie - **scriu** eseuri legate de experimentele realizate şi le prezintă la sfârşitul orei. **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare. Efectuează tema pentru acasă.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv: inducţie. **Scenariul lecţiei: inductiv**. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să** prezinte rezultatele obţinute/ipotezele formulate cu privire la rezultatele măsurătorilor obţinute şi formulează concluzii la rezultatele obţinute. • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv(scopul şi obiectivele lecţiei)*;determinări de lungimi, arii şi volume •**Vizează** cunoştinţele anterioare ale elevilor, preconcepţiile/explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat. • **Oferă elevilor materiale** pentru	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observaţiile - lungimea unui corp poate fi comparată cu lungimea altui corp (de ex. lungimea laturilor cuburilor unui joc lego ,cu lungimea cutiei în care acestea se află) - înregistrează: stabilesc relaţii între lungimile corpurilor pe care le compară şi oferă rezultatul măsurării (de ex. observă că lungimea laturii cutiei este egală cu suma lungimilor laturilor cuburilor) ; - observă că , prin compararea lungimii aceluiaşi corp cu lungimea altuia (de ex. lungimea cutiei cu lungimea unui creion) , obţin un alt rezultat al măsurării - observă câteva instrumente de măsură pentru lungimi , precum şi unităţile de măsură corespunzătoare **măsurând lungimea aceluiaşi corp cu etaloane diferite,**

experimentare (o cutie dreptunghiulară în care se află aşezate , unele lângă altele, cuburi care umplu cutia , creion, riglă, ruletă ,cilindru gradat ,pahar de 200ml,seringă,o sticlă cu apă (0,5 l) şi **cere elevilor să experimenteze** • **Defineşte (operaţional)** **Mărimea fizică este o proprietate măsurabilă** a unui corp, iar mărimii i se asociază o unitate de măsură corespunzătoare. **Măsurarea unei mărimi fizice implică compararea acesteia cu unitatea acesteia de măsură,** **măsurarea se face cu ajutorul instrumentului de măsură .** Aflarea unei mărimi fizice implică atât măsurarea cât şi determinarea prin calcul.	**se obţin rezultate diferite**; de aceea este necesar să se folosească instrumente de măsură adecvate pentru a măsura exact lungimea corpurilor - rigla are ca unitate de măsură cm., iar cea mai mică diviziune este de un mm; - ruleta are ca unitate de măsură metrul, iar cea mai mică diviziune , cm. - instrumentele de măsură se aleg in funcţie de dimensiunile corpurilor - măsoară lungimea cutiei cu ajutorul unui instrument de măsură (rigla)şi înregistrează datele - măsoară lungimea clasei cu un instrument de măsură adecvat acesteia (ruleta), şi înregistrează datele - observă că atât cuburile, cutia paralelipipedică , cât şi clasa, au trei dimensiuni: lungime, lăţime, înălţime. - măsoară două din cele trei dimensiuni ale unui cub, la fel şi pentru cutia paralelipipedică (L şi l) ; (* apoi calculează produsul L X l în fiecare caz - aria bazei) - măsoară şi a treia dimensiune (înălţimea) ,(* apoi calculează volumul V =$A_{bază}$. h). • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** - **compară** volumul cutiei cu volumele cuburilor aflate în aceasta - **observă** instrumentele de măsură de pe masa de lucru şi identifică acele instrumente care folosesc la măsurarea volumelor corpurilor lichide - **măsoară** volumul (capacitatea) unui vas, cu ajutorul unui pahar de 200 ml
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: 1. Toate corpurile au aceleaşi dimensiuni? 2. Câte dimensiuni are un corp? 3. Cum putem să măsurăm aceste dimensiuni? 4. Ce instrumente de măsură cunoaşteţi pentru lungime şi pentru volum? 5. Construiţi şi voi un astfel de instrument de măsură.6.Dacă iei cuburile din cutia paralelipipedică şi faci diferite construcţii (folosind de fiecare dată toate cuburile), ce poţi spune legat de volumul acestora ? 7.Dacă intr-un pahar de 250 ml plin cu apă , astfel coloana de apă să aibă diferite înălţimi,introduci un corp - o cheie sau un alt corp dorit de elevi, de formă neregulată, ce observi că se întâmplă ? 8.Iei o foaie de hârtie milimetrică pe care desenezi o frunză cum îi determini aria?

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv: deducţie. **Scenariul lecţiei: deductiv.** Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor**	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii:

efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute/ipotezele formulate cu privire la rezultatele măsurătorilor obţinute şi formulează concluzii la rezultatele obţinute. •**Vizează** cunoştinţele anterioare ale elevilor, preconcepţiile/explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.) • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (figuri geometrice Tangram, obţinute la orele de Ed.Tehnologică, cheie, frunze de la diferiţi copaci, culese din timp din parcul şcolii, hârtie milimetrică) •**Implicându-i în rezolvarea a noi probleme,** evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza *măsurărilor unor dimensiuni ale corpurilor şi comparării utilizând acest criteriu de ordonare:lungimea, volumul sau aria lor.*	**-observă** corpurile puse la dispoziţie **-realizează** măsurători experimentale prin care determină: -ariile suprafeţelor regulate dar şi neregulate folosind hârtia milimetrică şi având la dispoziţie corpurile supuse lucrului în echipe de lucru (unitatea de arie de pe foaie milimetrică) e egală cu A_o =25mm^2; -determinarea ariilor unor frunze ale diferiţilor copaci, pe baza aceluiaşi procedeu; -compararea valorilor ariilor obţinute; -măsurarea volumului unei cantităţi de lichid cu ajutorul unor mensure de diferite grosimi şi observarea faptului că măsurarea este cu atât mai precisă cu cât cilindrul gradat are tubul mai îngust, adică diametrul mai mic; -pun cheia sau alt obiect de o formă oarecare într-un cilindru gradat şi constată noua diferenţă de nivel al lichidului din vas, diferenţa citirilor celor 2 volume fiind cea corespunzătoare corpului scufundat; **-notează** în caiet observaţii legate de experimentele realizate; **-formulează** întrebări legate de observaţiile făcute(ex de ce unele rigle gradate au pe partea pe care sunt înscrise gradaţiile, o formă de pană? sau cum pot afla capacitatea unui pahar dacă am la dispoziţie o sticlă de 1l şi un vas cu apă? **-grupează** corpurile puse la dispoziţie după o dimensiune comună; **-scriu** eseuri legate de experimentele realizate **-lucrează în perechi** şi efectuează experimente legate de apă (ex. turnaţi apă în palma cu degetele răsfirate,deasupra unui vas şi explicaţi ce se întâmplă cu apa din palmă şi de ce?;pun apă în vas,măsoară cu rigla nivelul lichidului şi scufundă un măr în apă;măsoară din nou nivelul lichidului;explică de ce a crescut nivelul apei);
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme ,etc.); • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să** prezinte rezultatele obţinute/ipotezele formulate cu privire la rezultatele măsurătorilor obţinute şi formulează concluzii la rezultatele obţinute. • **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** etapei de explorare şi cere elevilor să împartă corpurile pe care le au la dispoziţie in trei categorii folosind criteriul mărimii fizice măsurabile-lungimea, aria suprafeţelor şi a volumului ocupat de corp ;	• **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi comunică rezultatele •Organizaţi în grupe, prezintă rapoarte de autoevaluare şi evocă dificultăţi /probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, impactul noilor cunoştinţe(valori/limite)
• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă) privind algoritmii, paşii ce trebuie urmaţi pentru determinarea valorii unei mărimi fizice** - - Prin măsurarea unei mărimi fizice nu se poate găsi valoarea ei adevărată - Pentru ca rezultatul măsurării să fie cât mai apropiat de valoarea adevărată , este util ca instrumentul de măsură să aibă o precizie adecvată - Determinarea mărimii fizice trebuie să fie repetată de un număr cât mai mare de ori Prin determinare se va afla un interval în care se află valoarea adevărată a mărimii fizice.	• **Constată** că: - prin măsurare repetată nu se obţine doar o singură valoare - cele mai multe măsurători sunt apropiate între ele obţinerea unor valori diferite prin măsurarea repetată a aceleiaşi mărimi fizice se datorează preciziei limitate a instrumentelor de măsură sau utilizării unor procedee nepotrivite de măsurare.
• **Precizează** elevilor că prin media lor aritmetică valorile curente ale măsurătorilor unei mărimi fizice, apropiate, se obţine valoarea medie diferenţa dintre una din valorile din şir şi valoarea medie reprezintă eroarea absolută faţă valoarea medie sau eroarea de măsură.	• **Reformulează constatările**, în termeni specifici fiecărei stări de agregare • **Constată** că un corp se găseşte în una din cele trei stări de agregare • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: rezultatul măsurării este egal cu valoarea medie +- eroarea medie
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: *„ cât de mare este un corp mic?”*cere elevilor să **formuleze o explicaţie** legata de dimensiunile reale ale corpurilor si de starea lor de agregare	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: corpurile mari pot părea mici dacă se află la o distanţă foarte mare de observator,
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte** elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, pentru *evaluarea rezultatelor finale*.[1]	• **Prezintă** portofoliile, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;

[1] **Criteriile de evaluare finală** vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.
Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe” şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite” corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

1. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	• Îşi propun să expună produsele realizate, tip broşură cu titlul*Gândeşte fizica! –prezentare alfabetică a mărimilor fizice învăţate la sfârşitul lecţiilor şi experimente distractive ale micilor fizicieni care explică fenomene fizice cunoscute pe parcurs.

Bibliografie

(1) ** *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
(2) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;
(6) David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
(7) Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;
(8) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(9) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(10) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/
(11) Manualul de fizica cls 6 Editura Teora, Constantin Corega si colab.
(12) Manualul de fizica cls 6, Editura Radical, Doina Turcitu si colab.

2. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
3. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
4. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare VI.2.1
Determinarea valorii unei mărimi fizice
Sau:
„Cum e mai bine să măsor volumul mediu al boabei de fasole: să introduc în mensură zece boabe sau mai multe?”

Anca Daniela Toma

Clasa: a VI-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **5**

Conţinuturi repartizate: VI. ***Metode de studiu utilizate în fizică.** *Întemeierea experimentală a noţiunilor fizicii; relaţia teoretic – experimental (matematică – fizică).* **2. Determinarea valorii unei mărimi fizice.** 2.1. Determinarea lungimii (*lungimea cercului, πr*). 2.1.1. Instrumente pentru măsurarea lungimii. 2.2. Determinarea ariilor (*aria cercului, πr^2*); 2.3. Determinarea volumelor (*volumul sferei, $4,19 \cdot r^3$*); 2.1.2. Înregistrarea datelor în tabele; 2.1.3. Valoare medie. 2.1.4 Eroare de determinare. 2.1.5. Rezultatul măsurării. *Determinarea numărului* π.

Modelul de învăţare asociat: **EXPERIMENTUL**

Competenţe specifice: derivate din **modelul experimentului**, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice (reprezentând secvenţele experimentului)
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei, formularea ipotezelor şi planificarea experimentului;
II. Explorare - Experimentare	2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele experimentului**, ca o succesiune de lecţii declanşate de sesizarea unei probleme a cărei soluţie presupune realizarea unui experiment, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului. Procesul cognitiv central este **inducţia** sau **generalizarea** unor observaţii în condiţii de laborator. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de situaţii-problemă, cum ar putea fi: *„Cum pot măsura un volum al unui corp cu o mensură/ De ce este nevoie de mai multe boabe în vasul respective?Pe parcurs*, gândirea elevilor se va dezvolta către ideea: *„Măsurarea cu precizie a mărimilor fizice presupune inventivitate, dar şi o gândire … matematică”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Avansarea ipotezelor şi planificarea experimentului;

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv: planificare sau anticipare. **Scenariul lecţiei: tehnologic**. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): Mărimile fizice exprimă cantitativ proprietăţi măsurabile ale corpurilor. Câteva proprietăţi măsurabile ale corpurilor ar fi :lungimea, aria, volumul, timpul, viteza. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.); produse tehnologice care **ilustrează întrebarea din tema unităţii de învăţare**; **stimulează atenţia şi interesul** elevilor pentru ceea ce urmează să fie învăţat, prin intermediul unor poante, poveşti, imagini captivante, lansarea unei întrebări incitante, unei probleme, studiu de caz (cu soluţie experimentală), norme de protecţia muncii în laborator, pe care focalizează prezentarea, astfel încât elevii să fie atenţi la expunere pentru a afla răspunsul;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale (în diverse maniere: oral, scris, prin desene, experimente, mimare etc.) privind asocierea acelor proprietăţi fizice unor mărimi şi a posibilităţii de cunoaştere a acestora prin comparare cu etalonul.
• **Cere elevilor** să evoce definiţia proprietăţilor fizice măsurabile şi **prezintă proprietăţile** ce-i interesează pe fizicieni şi pe care aceştia le folosesc în descrierea cantitativă a naturii (desenate pe tablă); întindere spaţială pe o direcţie-lungimea, întindere spaţială-volumul. • **Precizează** faptul că necesităţile economice(comerciale), ştiinţifice, au impus de-a lungul timpului utilizarea unor **unităţi de măsură unice –etalon-,** pentru exprimarea unor proprietăţi măsurabile.	• **Evocă** proprietăţi fizice cunoscute, , **observă că măsurarea implică etapele:** -alegerea unităţii de măsură -compararea cantitativă cu unitatea de măsură aleasă.
• Plecând de la *întrebarea din temă*, **demonstrează experimental** (folosind o riglă, un vas transparent cu apă, caietul de clasă), **prezintă elevilor** modul de utilizare a riglei şi **ghidează gândirea** elevilor către observarea etalonului, respectiv a riglei dar şi a algoritmului de măsurare • **Face observaţia** că multe rigle au partea pe care sunt imprimare gradaţiile în formă de pană tocmai din motivul de a realiza o observare de suprapunere a diviziunilor de pe instrumentul de măsură pe corpul de măsurat.	• **Formulează** ipoteze cu privire la măsurarea incorectă a înălţimii apei din vas, ori a muchiei băncii, a caietului de notiţe. -rigla nu este aşezată vertical -dimensiunea zero a riglei nu corespunde fundului vasului sau vasul nu este aşezat orizontal sau convenabil pentru citire -citirea rezultatului se face la nivelul suprafeţei libere a lichidului
• **Oferă grupelor de elevi** rigle,rulete,metru de tâmplărie, panglică de croitorie şi **cere elevilor**: - **să realizeze** un tabel în care să stabilească o corespondenţă între diferite corpuri (lungimea uşii de clasă,grosimea taliei noastre, înălţimea noastră,muchia mesei de scris)şi instrumentul de măsură adecvat pentru determinarea lungimii acestora. **Măsurând lungimea aceluiaşi corp cu etaloane diferite, se obţin rezultate diferite**; de aceea este necesar să se folosească instrumente de măsură adecvate , pentru a măsura exact lungimea corpurilor - **să verifice** stabilirea unităţilor de măsură pentru lungime - **să selecteze** unităţile de măsură pentru lungime amintind că primul etalon internaţional de lungime a fost o bară de platină-iridiu numit metru standard,cu	• Organizaţi în grupuri de lucru: - **alege un instrument de măsură corespunzător -citeşte unitatea de măsură corespunzătoare pe instrument** - **verifică suprapunerea corectă a diviziunilor de pe instrument pe lungimea de evaluat** - **înregistrează** numărul de diviziuni cuprinse între div zero şi div aflată la cealaltă extremitate. • Organizaţi în grupuri de lucru, **constată** că: - pentru măsurarea diferitelor lungimi au fost construite instrumente de măsură adecvate lungimii de măsurat. Etalonarea, trasarea diviziunilor acestora se face cu ajutorul etaloanelor standard. - Măsurarea lungimii se realizează cu ajutorul unui instrument de măsură şi unitatea de măsură - Rezultatul unei măsurări nu reprezintă valoarea exactă a lungimii măsurate.

distanţa dintre diviziuni de 1m. - **să observe că** rigla are ca unitate de măsură, iar a mai mică diviziune este de un mm; - ruleta are ca unitate de măsură metrul, iar cea mai mică diviziune , cm. - instrumentele de măsură se aleg in funcţie de dimensiunile corpurilor	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor să gândească şi să prezinte - după preferinţe, profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup - alcătuirea *portofoliului propriu* necesar evaluării finale, pe baza unor *produse* cum sunt: 1. *Referate bibliografice* (prezentări PowerPoint); 2. *Colecţii de probleme rezolvate*; 3. Referate ale lucrărilor de laborator; 4. „*Jurnal de observaţii*" (observaţii sistematice, de ex., cauzele variaţiei intensităţii luminoase a becurilor în locuinţă etc.); 5. *Demonstraţii experimentale* ; 6. *Filmări proprii* (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau *filme de montaj* utilizând Internetul; 8. *Eseu literar/ plastic* pe temele studiate etc.;	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând în grupe/ individual;
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a consemna ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare), privind: **a)** *tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare*: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; **b)** *criteriile evaluării sumative* (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental**. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute/ ipotezele formulate cu privire la efectele	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante

interacţiunii dintre generator şi consumator, la cauzele diferenţelor dintre t.e.m. şi tensiunea de la bornele becului etc.;	sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Copiază şi completează propoziţiile: -pentru aflarea lungimii creionului de către toţi elevii unei grupe,s-a folosit instrumentul de măsură... -unitatea de măsură indicată de instrument este... -cea mai mică diviziune de pe instrument are lungimea de... -lungimea creionului este...
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **ipoteze** privind măsurarea unor dimensiuni ale unor corpuri şi apoi măsurarea simultană a două lungimi, adică aflarea ariei.	• Organizaţi în grupurile de lucru, elevii: - **măsoară** dimensiunile unor corpuri puse la dispoziţie - **compară** dimensiunile corpurilor(corpuri mari şi corpuri mici),efectuând transformări simple ale unităţilor de măsură -calculează aria suprafeţei
Oferă elevilor *materiale* -cilindru gradat, apă, riglă, hârtie milimetrică,, discuri crestate din dotarea laboratorului având masa de 5 şi 10g, -câte un metru de tâmplărie , articulat din porţiuni identice a câte 25cm. -un set de post-it de diverse culori -hârtie milimetrică -diferite forme de plastic, contur închis sau pentru stimularea curiozităţii figuri Tangram colorate din setul de postit-uri. • **Cere** elevilor să măsoare suprafeţele acestor contururi, respectiv contur poligonal închis, dar şi aria unei monede .	• Organizaţi în grupuri de lucru, **observă** f) Măsoară cu rigla sau cu hârtia milimetrică cea mai mare *lungime*, respectiv cea mai mică *lungime* dintre capetele metrului de tâmplărie, astfel încât capetele să fie orientate la 90^0. g) Dacă unitatea de măsură aleasă pentru măsurarea ariilor este suprafaţa unui pătrăţel de foaie de matematică de suprafaţă $25mm^2$, să decupeze elevii unei grupe, nişte figuri Tangram, după care să le determine aria cu ajutorul hârtiei milimetrice. c)numărul găsit prin numărare ne arată de câte ori unitatea de măsură aleasă se cuprinde în suprafaţa de măsurat d)simbolul unităţii de măsură succede valorii numerice a ariei suprafeţei.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: 1. să reprezinte grafic o frunză pe caietul de fizică şi apoi pe hârtie milimetrică, deci o suprafaţă neregulată 2. să noteze diferenţele observate privind intervalul de valori în care se găseşte aria suprafeţei frunzei; 3. să conceapă experimente proprii pentru a verifica ipotezele propuse etc.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Tipuri de produse ale activităţii elevilor: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[1] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: inducţie. **Scenariul lecţiei: inductiv**. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă şi **să distingă reguli/ pattern-uri** în datele colectate, pe baza reprezentărilor grafice realizate, prin *idealizarea/ abstractizarea* acestora;	• **Comunică rezultatele** obţinute prin efectuarea temei pentru acasă şi **observă**: - Măsurarea ariei unei suprafeţe se face prin comparare directă cu o arie aleasă drept unitate de măsură-aria unui pătrăţel de pe foaia de ,matematică - Fiecare măsurare va conduce la un rezultat de forma $A \cong N \cdot A_u$, în care N este numărul care ne arată de câte ori A_u se cuprinde în A. -pe hârtie milimetrică vor fi diferenţe determinate de alegerea unei unităţi şi mai mici
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): determinarea ariilor şi volumelor în cazul figurilor geometrice, suprafeţelor plane cu formă regulată	Corpurile au dimensiuni diferite,care pot fi măsurate. (eventual, să verifice ideea: lungimea unui corp poate fi măsurată ,prin comparare, cu lungimea altui corp;sau volumul unui corp poate fi măsurat, prin comparare ,cu volumul altui corp ; Aria este produsul a două dimensiuni ; Volumul corpurilor solide cu formă regulată se calculează ca produsul a trei dimensiuni; • Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.; Cu cât un vas este mai îngust, cu atât eroarea de măsurare va fi mai mică. Deci este mai corect să măsurăm volumul unui vas cu o biuretă sau pipetă(picurător), decât cu un vas gradat. Cu cât numărul de monede creşte facem măsurători mai exacte. Evaluam mai întâi volumul buretelui apoi îl scufundam în apă ţinându-l cu ajutorul unei baghete scufundat complet în apă şi marcăm nivelul de lichid ocupat. Scoţând apoi buretele îmbibat se va face o altă marcare a nivelului de apă. Diferenţa va fi volumul total al buretelui dar şi a golurilor de apă , scăzând în final volumul buretelui.
• **Cere elevilor**: - **să definească** figurile geometrice cunoscute anume: - dreptunghi - triunghi - paralelogram - cerc	• **Caracterizează fiecare suprafaţă plană, observând** dimensiunile ce trebuiesc măsurate. • **Redau formula de calcul a ariei**
• Pune la dispoziţie elevilor copuri de diferite forme precum: inel aluminiu, lamelă plastic,figuri geometrice de plastic de secţiune paralelipiped • **Cere elevilor** să calculeze pentru fiecare aria şi **să comunice** constatările lor;	• **Calculează ariile**
• ****Cere elevilor*** *(facultativ) să măsoare cu ajutorul riglei lungimea, lăţimea, raza de cel puţin 3 ori şi* ***să comunice*** *rezultatele lor pentru:* - *valoarea medie a ariei*(după eliminarea *erorilor grosolane*); A_{medie} - *erorile absolute asociate măsurătorilor*; $\Delta(A_i)=A_i-(A)_m$;	• ****Efectuează calcule***;

- *eroarea absolută medie*: $\Delta(A)_m$; - *rezultatul măsurării aria:* $A=(A)_m \pm \Delta(A)_m$;	
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să utilizeze relaţiile de calcul pentru următoarea temă:Calculaţi cantitatea de vopsea necesară pentru a vopsi pereţii unei camere cu lungimea de 6m, lăţimea de 4m, pe o înălţime de 120cm, ştiind că folosind 1kg de vopsea se acoperă o suprafaţă de $8m^2$.	• Efectuează tema pentru acasă.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: deducţie. **Scenariul lecţiei: deductiv.** Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea temelor efectuate acasă şi **revine la întrebarea iniţială**: Cum e mai bine să măsor volumul mediu al boabei de fasole: să introduc în mensură zece boabe sau mai multe? elevilor să **prezinte noi argumente** la întrebare; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): determinarea volumelor unor corpuri de formă regulată,determinarea volumelor corpurilor lichide	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** aspecte interesante, dificultăţi întâlnite, noi probleme, **argumente** la întrebarea iniţială etc.; • **Completează** un tabel în care sunt prezentate corpuri geometrice ca paralelipiped, cub, cilindru, sferă. • **Descoperă** mărimile ce trebuiesc măsurate respectiv, lungimea lăţimea, înălţimea,raza
• ****Oferă elevilor*** *materiale: corpuri de lemn de formă paralelipipedică, cuburi de lemn,bile plastic sferice de diferite mărimi,cilindri gradaţi, vase transparente plastic de formă paralelipipedice, seringă(cilindru), cheie, boabe de fasole, discuri crestate, riglă, sticlă cu apă,şubler micrometric.* *şi* ***cere elevilor****:* - ***să măsoare*** *volumul corpurilor solide cu formă regulată aplicând formula geometrică pentru volum* • **Cere elevilor** să măsoare grosimea unui disc crestat de 5 şi respectiv 10g • **Cere elevilor** să măsoare distanţa de la un capăt la celălalt în condiţiile când segmentele sunt orientate în unghi drept, pentru diferite poziţii ale capetelor metrului. • **Cere elevilor** să măsoare grosimea medie a unei file sau foi de post-it sau,în alt caz, a unei pagini (file) a manualului de fizică. ***S ă comunice*** *rezultatele obţinute*;	• ****Măsoară dimensiunile corpurilor geometrice puse la dispoziţie*** h) **lucrează în perechi** şi efectuează experimente legate de apă (ex. turnaţi apă în palma cu degetele răsfirate,deasupra unui vas şi explicaţi ce se întâmplă cu apa din palmă şi de ce?;pun apă în vas,măsoară cu rigla nivelul lichidului şi scufundă un măr în apă;măsoară din nou nivelul lichidului;explică de ce a crescut nivelul apei); b) punând discuri crestate s-a constat că nivelul apei din vas creşte proporţional cu numărul de discuri crestate imersate c)făcând diferenţa dintre nivelul lichidului iniţial şi nivelul de lichid în urma scufundării unui număr cât mai mare de discuri crestate sau monede metalice, se obţine volumul cerut d)împărţind volumul obţinut mai sus la numărul cunoscut al obiectelor de acelaşi fel, se determină volumul unui singur disc, monedă etc. • Organizaţi în grupuri de lucru, **elevii pot sesiza** o metodă facilă de determinare a grosimii unui disc crestat, sau extrapolând,a grosimii unei file de caiet, utilizând rigla. Măsoară cu rigla sau cu hârtia milimetrică D grosimea completă a manualului sau a setului de postit-uri, apoi

	numără paginile , n, după care împarte valoarea grosimii la acest număr de file $d = \frac{D}{n}$, (acelaşi procedeu se aplică şi unui disc crestat pentru a i se afla grosimea)
• **Defineşte (operaţional) unitatea de măsură** pentru capacităţi-litrul, precum şi a multiplilor şi submultiplilor acestuia, deoarece pentru măsurarea volumelor corpurilor lichide se folosesc vase gradate. • **Defineşte (operaţional)** metoda de determinare a volumului unui corp lichid cu ajutorul vaselor gradate şi **cere elevilor** să aplice această metodă la măsurarea unor volume de lichide ca de exemplu apa, apă sărată, alcool medicinal de coloane diferite în vasele gradate. **Atenţie** la faptul că volumul apei se identifică cu capacitatea recipientului(volumul interior al vasului)în care se găseşte aceasta.	• Măsoară dimensiunile unui vas paralelipipedic • Măsoară capacitatea vasului în m^3 • Umple până la refuz vasul cu apă • Calculează câţi l de apă se află în vas?
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)** şi cere elevilor să măsoare aceeaşi cantitate de apă cu un vas gradat folosit de mama la măsurarea uleiului sau sucurilor de fructe, iar apoi cu o seringă. Este mai precis să citim volumul lichidului cu ajutorul vaselor mai largi sau mai înguste?sau cum e mai bine să punem cât mai multe discuri sau mai puţine? Cum aţi putea măsura volumul golurilor de aer dintr-un burete cubic.	• Efectuează tema pentru acasă.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecţiei: empiric.** Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.; Cu cât un vas este mai îngust, cu atât eroarea de măsurare va fi mai mică. Deci este mai corect să măsurăm volumul unui vas cu o biuretă sau pipetă(picurător), decât cu un vas gradat. Cu cât numărul de monede creşte facem măsurători mai exacte.

• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): volumul corpurilor de formă neregulată.	Elevii propun după idei proprii metodă potrivită pentru a atinge scopul temei experimentale.
• ******Oferă elevilor** *materiale: cilindru gradat,vas cu apă, riglă gradată, cheie, boabe de fasole, riglă,* ***să măsoare*** *volumul unei singure boabe* - ***să înregistreze*** *rezultatele obţinute şi* ***să formuleze*** *constatări/ concluzii pe baza datelor înregistrate*;	• ******Efectuează determinarea experimentală** *a volumului unei chei respectând următorii algoritmi:* *-toarnă apă în vas(mensură) şi citeşte volumul apei-marchează nivelul volumului din vas* *-introduce corpul în cilindrul gradat şi notează noua valoare a nivelului de lichid* *-face diferenţa măsurătorilor.*
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, pentru *evaluarea rezultatelor finale*; Răspunde cu elevii la întrebarea iniţială, justificând numărul mare de boabe de acelaşi fel pentru măsurarea volumului unei singure boabe. • **Implică elevii în găsirea unei metode potrivite în găsirea volumului unui corp de formă neregulată dar care pluteşte într-un lichid.** • **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte** elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	• **Prezintă** portofoliile, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*; Măsurarea volumului unui corp uman Măsurarea volumului pumnului mâinii voastre. Măsurarea volumului total al golurilor unui burete.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• **Îşi propun** să **expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale, **să informeze** factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele.

Bibliografie

(13) ** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
(14) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(15) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(16) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(17) Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;
(18) David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
(19) Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;
(20) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(21) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(22) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/
(23) manualul de fizica cls 6 Editura Teora, Constantin Corega si colab.
(24) Manualul de fizica cls 6, Editura Radical, Doina Turcitu si colab.

[1] **Criteriile de evaluare finală** vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.
Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite" corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

1. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
2. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
3. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);

4. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare VI.2.2
Metode de studiu utilizate în fizică. Determinarea valorii unei mărimi fizice

Sau:

„Măsurarea (lungimilor, ariilor, volumelor) ne ajută să rezolvăm probleme din viaţa de zi cu zi”; „Măsurarea/ experimentarea ne ajută să descoperim şi să înţelegem teoremele matematicii”

Iulian Leahu

Clasa: a VI-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **5**

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **VI. *Metode de studiu utilizate în fizică.** *Întemeierea experimentală a noţiunilor fizicii; relaţia teoretic – experimental (matematică – fizică)* .**I.2. Determinarea valorii unei mărimi fizice.** 2.1. Determinarea lungimii (*lungimea cercului, πr*). 2.1.1. Instrumente pentru măsurarea lungimii. 2.2. Determinarea ariilor (*aria cercului,* πr^2); 2.3. Determinarea volumelor (*volumul sferei,* $4{,}19 \cdot r^3$); 2.1.2. Înregistrarea datelor în tabele; 2.1.3. Valoare medie. 2.1.4 Eroare de determinare. 2.1.5. Rezultatul măsurării. *Determinarea numărului* π. (Programa de fizică pentru clasa a VI-a).

Modelul de învăţare asociat: **REZOLVARE DE PROBLEME**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice (reprezentând secvenţele rezolvării de probleme)
I. Evocare – Anticipare	1. Sesizarea problemei şi avansarea strategiilor de rezolvare;
II. Explorare - Experimentare	2. Generarea soluţiilor alternative;
III. Reflecţie – Explicare	3. Evaluarea şi alegerea soluţiei adecvate;
IV. Aplicare – Transfer	4. Testarea soluţiei şi a predicţiilor bazate pe ea şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea soluţiei.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele rezolvării de probleme**, ca o succesiune lecţii declanşate de „sesizarea unei probleme autentice, din viaţa reală” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor rezolvării problemei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea mijloacelor* (elevii dezvoltă noile cunoştinţe, analizând reuşitele parţiale ale acţiunilor lor, prin analogie cu modele deja exersate).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o propunere incitantă, de exemplu: „*Prin măsurarea dimensiunilor corpurilor, putem descoperi teoreme ale geometriei, de exemplu, teoreme ale cercului şi sferei!*”. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către distincţia dintre *teoretic* şi *experimental*: *„Dacă matematica/ geometria explică noţiunile într-un mod teoretic (prin raţionamente bazate pe axiome), fizica le poate explica prin măsurare, într-un mod experimental”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Sesizarea problemei şi avansarea strategiilor de rezolvare;

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare sau anticipare;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face diferite încercări de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (prelegere introductivă): focalizarea prezentării pe încadrarea *temei unităţii de învăţare* într-un concept mai general (măsurarea ne ajută să rezolvăm probleme din viaţa de zi cu zi), pe aspecte istorice etc., prin intermediul unor poante, poveşti, imagini captivante, întrebări incitante, probleme, studiu de caz, produse tehnologice, etc. ilustrând *tema*; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (relaţii între multipli şi submultipli ai unităţilor de măsură, utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind explorarea *proprietăţilor fizice ale corpurilor* (lungimi, distanţe, contururi, forme) prin utilizarea unor instrumente de măsură obişnuite, în conflict cu rezultatele explorării *vizuale, auditive, tactile* produse de organele de simţ; • **Argumentează** necesitatea cunoaşterii proprietăţilor fizice în activitatea zilnică, de a distinge clase de corpuri în raport cu acestea etc.;
• **Transmite elevilor mesajul**: Fizica întemeiază (demonstrează, descoperă) noţiunile într-un mod *experimental*, prin observaţie, măsurare, *controlul variabilelor*, descoperind *mărimi fizice* şi *legi experimentale*, în natură sau în laborator. Matematica întemeiază noţiunile într-un mod *teoretic*, prin *demonstraţie* sau *raţionament*. Dar multe dintre teoremele matematicii (geometriei, în particular) au esenţă *experimentală*. De exemplu, Arhimede a descoperit *prin măsurare* teoremele cercului şi sferei, respectiv, numărul π. Pentru a stabili aria cercului, Arhimede a aflat aria unor poligoane regulate cu un număr mare de laturi (ajungând la forme care seamănă cu cercul), înscrise, respectiv, circumscrise cercului (metoda aproximaţiilor succesive). Astfel, aria cercului este cuprinsă între ariile celor două poligoane; • **Transmite elevilor *problema de rezolvat*** în următoarele lecţii: obţinerea unor teoreme ale geometriei, utile în viaţa de zi cu zi, prin măsurări asupra cercurilor, sferelor (ca *legi fizice experimentale*);	
• **Cere elevilor** să determine lungimea unui cerc cu ajutorul compasului şi riglei;	• **Împart** circumferinţa cercului în părţi egale cu ajutorul unui compas, numără segmentele şi înmulţesc numărul cu distanţa dintre vârfurile compasului; • **Formulează** propuneri pentru creşterea preciziei rezultatului (metoda aproximaţiilor succesive), necesitatea adecvării unităţilor şi instrumentelor de măsură la precizia cerută a măsurării;
• **Cere elevilor**: - **să evoce** experienţe personale de măsurare a lungimilor, ariilor, volumelor; - **să distingă/ clasifice** metodele de măsurare (directe/ indirecte, aplicate unor figuri regulate/ neregulate);	• **Evocă** pentru mărimile fizice cunoscute: simboluri, definiţii (relaţii de calcul), unităţi de măsură în S.I.U., instrumente de măsură, metode de măsurare (directe/ indirecte);
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare,	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[2]	• **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [3];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor, de exemplu, *la alegere*: 1. să indice într-un tabel, pentru lungime, arie, volum: simboluri, definiţii (relaţii de calcul), unităţi de măsură, instrumente şi metode de măsură; 2. să precizeze relaţii între multiplii şi submultiplii metrului etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Generarea soluţiilor alternative;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Formulează *definiţii operaţionale*** pentru *lungimea* unui corp: *distanţa dintre două puncte, măsurată cu rigla, pentru linii drepte; suma distanţelor dintre puncte cât mai apropiate, măsurate cu rigla sau compasul sau lungimea firului de aţă aşezat de-a lungul liniei curbe etc.*;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind **relaţia dintre lungimea şi diametrul cercului**, pentru cercuri de diferite mărimi (diametre), care ar trebui să rezulte prin măsurarea dimensiunilor cercului;	• **Formulează ipoteze** privind *relaţia dintre lungimea şi diametrul cercului*;
• **Indică** (pe tablă) lungimea, diametrul şi raza	• **Propun** procedee pentru măsurarea lungimii unui

[2] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.
[3] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

cercului şi **cere elevilor**: - **să deseneze** cercuri de diametre diferite (folosind compasul, monezi etc.); - **să măsoare** lungimile şi diametrele cercurilor (elevii dintr-o grupă măsoară cercuri de acelaşi diametru); - **să calculeze** raportul dintre lungimea şi diametrul cercului; - **să înregistreze** măsurătorile în tabelul desenat pe tablă, respectiv, în caiete (după ce au verificat în grupă rezultatele proprii şi au convenit asupra celui mai precis/ de încredere rezultat; sau, dacă nu au căzut de acord, după ce au calculat *media aritmetică* a măsurătorilor efectuate de membrii grupei); - **să comunice** rezultatele cu privire la relaţia dintre lungimea şi diametrul cercului;	cerc (cu fir de aţă, cu bandă de hârtie; cu ajutorul unui compas, prin descompunerea cercului în segmente mici, aproximativ rectilinii, de lungime egală şi însumarea acestor lungimi; prin rostogolirea completă a monezii cu care a fost desenat cercul etc.); • **Propun** modalităţi de creştere a *preciziei* măsurărilor;
• **Stimulează elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate înscrise în tabel, pe grupe şi **să distingă reguli/ pattern-uri**, prin *idealizarea/ abstractizarea* rezultatelor obţinute: - să constate că rapoartele lungime/ diametru (L/D) sunt aproximativ egale; - să elimine dintre acestea *erorile grosolane*; - să calculeze *valoarea medie* a rapoartelor, $(L/D)_m$; - să formuleze concluzia experimentului;	• **Formulează concluzia**: *indiferent de mărimea unui cerc (de diametru), raportul dintre lungime şi diametru este aproximativ constant, egal cu valoarea medie calculată*;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor, la alegere, de exemplu: 1. Să evoce denumiri arhaice/ regionale ale unităţilor de măsură pentru lungime; 2. Să estimeze vizual, auditiv, tactil anumite lungimi, distanţe şi să compare cu rezultatele obţinute folosind instrumente de măsură; 3. Să construiască etaloane de măsură pentru lungime; 4. Să măsoare lungimile unor contururi rectilinii şi curbilinii prin diferite procedee (utilizând riglă, bandă de hârtie gradată, aţă, compas etc.); 5. Să *definească operaţional* lungimea, măsurarea, unitatea de măsură, etalonul, instrumente de măsură etc.; 6. Să determine lungimea unui cerc de diametru dat (se dau 5-6 diametre la grupe de câte 4-5 elevi), folosind compasul şi rigla.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual;

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Formulează definiţii operaţionale**: *aria unei suprafeţe* având contur regulat/ neregulat, prin comparare cu reţeaua de pătrate de pe foaia de hârtie milimetrică etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind *relaţia dintre aria şi raza cercului*, pentru cercuri de diferite mărimi (diametre), care ar trebui să rezulte prin măsurare;	• **Formulează ipoteze** privind *relaţia dintre aria şi raza cercului*;

• **Defineşte/ indică** lungimea, aria, diametrul şi raza cercului şi **cere elevilor**: - **să deseneze** cercuri de diametre diferite (folosind compasul, monezi etc.); - **să măsoare** ariile şi diametrele cercurilor (elevii dintr-o grupă măsoară cercuri de acelaşi diametru); - **să calculeze** raza cercului, pătratul razei, raportul dintre aria şi pătratul razei cercului; - **să înregistreze** măsurătorile în tabelul desenat pe tablă, respectiv, în caiete (după ce au verificat în grupă rezultatele proprii şi au convenit asupra celui mai precis/ de încredere rezultat; sau, dacă nu au căzut de acord, după ce au calculat *media aritmetică* a măsurătorilor efectuate de membrii grupei); - **să comunice** rezultatele şi ipotezele cu privire la relaţia dintre aria şi raza cercului;	• **Propun** procedee pentru măsurarea ariei unui cerc cu ajutorul hârtiei milimetrice, cât mai eficient, prin descompunerea cercului în *figuri regulate din ce în ce mai mici*; • **Propun** modalităţi de creştere a *preciziei* măsurărilor;
• **Stimulează elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate înscrise în tabel, pe grupe şi *să distingă reguli/ pattern-uri*, prin *idealizarea/ abstractizarea* rezultatelor obţinute: - să constate că rapoartele dintre arie şi pătratul razei (A/r^2) sunt aproximativ egale; - să elimine dintre acestea *erorile grosolane*; - să calculeze valoarea medie a rapoartelor, $(A/r^2)_m$; - să formuleze concluzia experimentului;	• **Formulează concluzia**: indiferent de mărimea unui cerc (de diametru), raportul dintre arie şi pătratul razei este aproximativ constant, egal cu valoarea medie calculată;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor, la alegere, de exemplu: 1. Să calculeze relaţiile dintre multiplii şi submultiplii metrului pătrat, cu ajutorul relaţiilor dintre multiplii şi submultiplii metrului; 2. Să evoce denumiri arhaice/ regionale ale unităţilor de măsură pentru arie; 3. Să estimeze vizual, auditiv, tactil anumite arii şi să compare cu rezultatele obţinute folosind instrumente de măsură; 4. Să construiască etaloane de măsură pentru arie; 5. Să măsoare ariile unor suprafeţe având contururi regulate şi neregulate prin diferite procedee: utilizând riglă, hârtie milimetrică, reţeaua de pătrate a caietului de matematică etc.; 6. Să definească operaţional aria unei suprafeţe, măsurarea, unitatea de măsură, etalonul, instrument de măsură etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual;

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Formulează definiţii operaţionale**: *volumul* unui corp având formă regulată/ neregulată, ca volumul lichidului dezlocuit de un corp solid, indicat de un vas gradat etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind *relaţia dintre volumul şi raza sferei*, pentru sfere de diferite	• **Formulează ipoteze** privind *relaţia dintre volumul şi raza sferei*;

mărimi (diametre), care ar trebui să rezulte prin măsurare;	
• **Defineşte/ indică** diametrul şi raza sferei, **oferă elevilor** sfere (bile, mingi) de diametre diferite, aţă, şubler şi **cere elevilor**: - **să măsoare** volumele şi diametrele sferelor (elevii dintr-o grupă măsoară sfere de acelaşi diametru); - **să calculeze** raza sferei, cubul razei, raportul dintre volumul şi cubul razei sferei; - **să înregistreze** măsurătorile în tabelul desenat pe tablă, respectiv, în caiete (după ce au verificat în grupă rezultatele proprii şi au convenit asupra celui mai precis (de încredere) rezultat sau, dacă nu au căzut de acord, după ce au calculat *media aritmetică* a măsurătorilor efectuate de membrii grupei); - **să comunice** rezultatele şi ipotezele cu privire la relaţia dintre aria şi raza cercului;	• **Propun** procedee pentru măsurarea volumului şi diametrului sferei (bilă, minge) folosind: riglă, aţă, cilindru gradat, prin rostogolirea mingii pe podea; • **Propun** modalităţi de creştere a *preciziei* măsurărilor;
• **Stimulează elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate înscrise în tabel, pe grupe şi **să distingă reguli/ pattern-uri**, prin *idealizarea/ abstractizarea* rezultatelor obţinute: - să constate că rapoartele dintre arie şi pătratul razei (V/r^3) sunt aproximativ egale; - să elimine dintre acestea *erorile grosolane*; - să calculeze valoarea medie a rapoartelor, $(V/r^3)_m$; - să formuleze concluzia experimentului;	• **Formulează concluzia**: indiferent de mărimea unui cerc (de diametru), raportul dintre lungime şi diametru este aproximativ constant, egal cu valoarea medie calculată;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor, de exemplu: 1. Să calculeze relaţiile dintre multiplii şi submultiplii metrului cub, cu ajutorul relaţiilor dintre multiplii şi submultiplii metrului; 2. Să evoce denumiri arhaice/ regionale ale unităţilor de măsură pentru volum; 3. Să estimeze vizual, auditiv, tactil anumite volume şi să compare cu rezultatele obţinute folosind instrumente de măsură; 4. Să construiască etaloane de măsură pentru volum; 5. Să măsoare volumele unor corpuri regulate şi neregulate prin diferite procedee: utilizând rigla, pipeta, şublerul, cilindru gradat, seringi, vase gradate etc. 5. Să definească operaţional lungimea, aria unei suprafeţe, volumul unui corp, măsurarea, unitatea de măsură, etalonul, instrument de măsură etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual;

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Evaluarea şi alegerea soluţiei adecvate;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul observă exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Precizează elevilor** că valoarea medie ce trebuia obţinută pentru raportul L/D este numărul π=3,14;	• **Deduc/ calculează** relaţia dintre lungime şi diametru sub forma $L/D=\pi$ sau $L=\pi D$ sau $L=2\pi r$, unde r este raza cercului;
• **Propune** acordarea notelor/ punctajelor pentru activitatea practică efectuată (determinarea experimentală a numărului π) **în funcţie de eroarea absolută la fiecare grupă, înscrisă în tabelul clasei*;	• **__Calculează__ eroarea absolută a măsurătorilor înregistrate pentru fiecare grupă*, $\Delta(L/D)=L/D-(L/D)_m$; • **__Calculează__ eroarea absolută medie*, $\Delta(L/D)_m$ - *media aritmetică a erorilor absolute obţinute pentru fiecare grupă*; • **__Scriu__ rezultatul determinării sub forma*: $L/D=(L/D)_m\pm\Delta(L/D)_m$; • **Stabilesc** notele/ punctajele pentru fiecare membru al grupei în funcţie de activitatea fiecăruia şi nu mai mare decât nota acordată anterior grupei;
• **Precizează elevilor** că valoarea medie ce trebuia obţinută pentru raportul A/r^2 este numărul π=3,14;	• **Deduc/ calculează** relaţia dintre arie şi rază sub forma sub forma $A/r^2=\pi$ sau $A=\pi r^2$, unde r este raza cercului;
• **Propune** acordarea notelor/ punctajelor pentru determinarea experimentală a numărului π **în funcţie de eroarea absolută obţinută de fiecare grupă, înscrisă în tabelul clasei*;	• **__Calculează__ eroarea absolută a măsurătorilor înregistrate pentru fiecare grupă*, $\Delta(A/r^2)=A/r^2-(A/r^2)_m$; • **__Calculează__ eroarea absolută medie*, $\Delta(A/r^2)_m$ - *media aritmetică a erorilor absolute obţinute pentru fiecare grupă*; • **__Scriu__ rezultatul determinării sub forma*: $A/r^2=(A/r^2)_m\pm\Delta(A/r^2)_m$; • **Stabilesc** notele/ punctajele pentru fiecare membru al grupei în funcţie de activitatea fiecăruia şi nu mai mare decât nota acordată grupei;
• **Precizează elevilor** că valoarea medie ce trebuia obţinută pentru raportul V/r^3 este numărul $4\pi/3$=4,19;	• **Deduc/ calculează** relaţia dintre volum şi rază sub forma sub forma $V/r^3=4\pi/3$ sau $V=4\pi r^3/3$, unde r este raza cercului;
• **Propune** acordarea notelor/ punctajelor pentru determinarea experimentală a numărului $4\pi/3$ **în funcţie de eroarea absolută obţinută de fiecare grupă, înscrisă în tabelul clasei*;	• **__Calculează__ eroarea absolută* a măsurătorilor *înregistrate pentru fiecare grupă*, $\Delta(V/r^3)=V/r^3-(V/r^3)_m$; • **__Calculează__ eroarea absolută medie*, $\Delta(V/r^3)_m$ - *media aritmetică a erorilor absolute obţinute pentru fiecare grupă*; • **__Scriu__ rezultatul determinării sub forma*: $V/r^3=(V/r^3)_m\pm\Delta(V/r^3)_m$; • **Stabilesc** notele/ punctajele pentru fiecare membru al grupei în funcţie de activitatea fiecăruia şi nu mai mare decât nota acordată grupei;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor **să redacteze**, pe baza caietelor de notiţe, *referatele lucrărilor* realizate, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de	• **Efectuează tema pentru acasă**.

legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	

Secvenţa a IV-a. Aplicare - Transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea soluţiei şi a predicţiilor bazate pe ea şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea soluţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză; a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a procesului deductiv, respectiv, a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.); lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de montaj etc., pe care le aplică în exemple particulare, explicitând caracteristicile care sunt/ nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observând şi analizând reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 6

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *mărimile fizice* sunt invarianţi ai proceselor, numărul π este o mărime fizică; *legile fizicii* sunt relaţii experimentale între diverse mărimi; *teoremele matematicii* sunt relaţii teoretice (stabilite prin raţionament) între diverse proprietăţi;	
• **Cere elevilor** să aplice relaţiile stabilite pentru a calcula/ verifica experimental relaţiile lui Arhimede (Despre sferă şi cilindru): 1. aria suprafeţei sferei cu raza *r* este de patru ori aria celui mai mare cerc înscris în sferă; 2. volumul unei sfere reprezintă 2/3 din volumul cilindrului în care este înscrisă sfera (enunţ înscris pe mormântul lui Arhimede);	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **propun** procedee pentru măsurarea ariei unei sfere (minge), determină diametrul mingii, aria celui mai mare cerc, etc.;; - **măsoară/ calculează** volumul sferei şi volumul cilindrului în care sfera este înscrisă etc.;
• **Cere elevilor** să aplice relaţiile stabilite în cazuri particulare: - **calculul** lungimii, ariei unor cercuri, volumelor unor sfere; - **rezolvare de probleme** implicând relaţii între unităţi de măsură (pentru lungime, arie, volum); - **determinarea experimentală** a unor: dimensiuni mici (grosimea foii de hârtie, a minelor de creion, a unei sârme subţiri etc.); arii mici (aria palmei, tălpii etc.); volume mici (picături de apă, bob	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **întocmesc scurte rapoarte** (orale, scrise) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite; - **calculul** lungimii, ariei unor cercuri, volumelor unor sfere; - **determinarea experimentală** a unor dimensiuni mici (grosimea foii de hârtie, a minelor de creion, a unei sârme subţiri etc.); unor arii mici (aria palmei, tălpii etc.); unor volume mici (picături de apă, bob de

de orez etc., cu utilizarea seringii, pipetei) etc.;	orez etc.), cu utilizarea seringii, pipetei;
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *portofoliului*, pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[4];	• **Prezintă** portofoliile, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ***Îşi propun** să **expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale, **să informeze** factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele*.

Bibliografie

http://www.descopera.org/viata-si-opera-lui-arhimede/
http://www.scritube.com/stiinta/matematica/Descoperirea-numarului-Pi5247165.php

[4] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

5. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
6. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
7. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
8. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare VI.3.1
Determinarea densităţii unui corp
Sau
„Oricât de grele ar fi, corpurile pot pluti pe apă sau în aer!”;
„Corpurile cu masă mare pot avea totuşi o densitate mică!”

Iulian Leahu

Clasa: a VI-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **5**

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **2. Determinarea valorii unei mărimi fizice.** 2.3 Determinarea masei corpurilor. Unitate de măsură. Densitatea. Unitate de măsură. Referire la practică. Exemple valorice pentru densitate. Calculul masei unui corp. 2.5 Determinarea densităţii unui corp (Programa de fizică pentru clasa a VI-a).

Modelul de învăţare asociat: **PROIECTUL**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Competenţe specifice** (reprezentând secvenţele realizării de proiecte)
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune lecţii focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse („cu finalitate reală”, Cerghit, I. ş.a., 2001), însuşirea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este *planificarea sau anticiparea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza îndeplinirii unui plan).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie incitantă, de exemplu: *„Corpuri voluminoase şi grele (vapor, submarin, aisberg, balon cu aer cald etc.) pot pluti pe corpuri „uşoare”, apă, aer etc.!”*. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Corpurile cu masă mare pot avea totuşi o densitate mică!”* sau „*Condiţia de plutire se formulează, nu în termeni de mase sau volume, ci in termeni de densitate, adică raportul dintre masă şi volum*”.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă): focalizarea prezentării pe încadrarea *temei unităţii de învăţare* într-un concept mai general (echilibru mecanic), pe aspecte istorice etc., prin intermediul unor poante, poveşti, imagini captivante, întrebări incitante, probleme, studiu de caz, produse tehnologice, norme de protecţia muncii etc. ilustrând *tema*;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind plutirea corpurilor, necesitatea cunoaşterii condiţiei de plutire în activitatea zilnică etc.;
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: Arhimede şi coroana regelui Heron; *estimarea parametrilor unei plute/ bărci* şi altele; (2) **construcţii:** *balon cu aer cald*; *densimetru*; *machete, jucării*; (3) **referate ştiinţifice** explicând**:** *ascensiunea curenţilor calzi* în atmosferă, funcţionarea balonului umplut cu heliu etc.; *plutirea aisbergurilor*, calculul densităţii gheţii - folosind observaţia că un corp pluteşte pe apă atunci când dezlocuieşte o cantitate de apă egală cu masa corpului; (4) **postere, desene, eseuri literare etc.**, evocând noile cunoştinţe etc.[5];	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu ştiinţific, eseu plastic sau literar etc.);
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (mase, volume, condiţie de plutire); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură: balanţă, cilindru gradat pentru măsurarea volumului, masei etc.);	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind fenomenele în termeni de mase, volume; • **Evocă/ exersează măsurarea masei** şi **măsurarea volumului** (utilizând corpuri din materiale diverse, solide şi lichide, balanţă, dinamometrul, cilindrul gradat, apă, seringi);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare)[6];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă din diferite surse informaţii de tipul „Ce este un lucru?”.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

[5] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[6] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Generic: Cum se potriveşte această informaţie
cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, reprezentarea şi realizarea preliminară a produsului („proiectului");

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de parcurs etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind **plutirea corpurilor**; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează ipoteze** privind *relaţiile studiate*;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (vase cu apă, plastilină/ corp din lemn; cilindru gradat sau seringă; corpuri cu masa marcată; cântar sau balanţă cu etaloane de masă; sare de bucătărie, alcool etc.) şi **cere elevilor** (eventual, prin *fişe de lucru*) **să experimenteze** condiţiile de plutire (eventual, orientând gândirea elevilor către verificarea următoarei idei: *un corp pluteşte la suprafaţa unui lichid sau în interiorul său, atât timp cât masa corpului este mai mică sau egală cu masa volumului de lichid dezlocuit; când masa proprie devine mai mare, corpul se scufundă*);	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **observă/ experimentează**: - o barcă din plastilină, respectiv, o bilă din plastilină de mase egale, pe care le aşează pe apa dintr-un vas şi **înregistrează**: Corpul folosit; Masa; Volumul apei dezlocuite; Masa apei dezlocuite; Corpul pluteşte/ se scufundă; - *nivelul de scufundare* în apă a bărcii din plastilină (sau a unei plute din lemn), când aşează pe ea corpuri cu masa marcată şi înregistrează: Masa totală a bărcii; Volumul apei dezlocuite; Masa apei dezlocuite; Pluteşte/ Se scufundă; **compară** *masele maxime* pentru care corpurile mai plutesc la suprafaţa lichidelor (apă, alcool, apă sărată etc.); - *condiţiile de plutire* (ascensiune în aer, echilibru de rotaţie) pentru balonul cu aer cald şi **înregistrează** observaţiile (numărul de lumânări necesare pentru încălzire, numărul de agrafe ataşate la bază pentru echilibrul de rotaţie); - *un model al densimetrului* (o eprubetă cu alice de plumb) şi **compară** nivelul de scufundare în lichide (apă, alcool, apă sărată etc.); - *un model al submarinului* în apă (o seringă) şi **compară**: Masa submarinului; Masa apei introduse în „submarinul" scufundat complet; Masa apei dezlocuite de submarin;
• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind condiţiile de plutire: - *barca de plastilină pluteşte, bila de plastilină se scufundă; barca de plastilină dezlocuieşte un volum de apă mai mare decât volumul dezlocuit de bila de plastilină*; - *masa plutei/ bărcii şi masa volumului de apă*

	dezlocuit sunt egale, atât timp cât pluta/ barca rămâne la suprafaţa apei; când masa proprie devine mai mare, pluta se scufundă; masele maxime pentru care acestea mai plutesc la suprafaţă diferă în funcţie de lichid (apă, alcool, apă sărată etc.); - *masa apei dezlocuite de submarin este mai mare decât masa submarinului, iar diferenţa este egală cu masa apei introduse în seringă*; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări: 1. Toate corpurile din lemn plutesc, indiferent de dimensiune (volum) şi masă? 2. Toate pietrele se scufundă, indiferent de dimensiune (volum) şi masă? 3. Plutirea corpurilor depinde de volumele sau de masele lor? 4. Diferă masele unor volume egale de apă, alcool, lapte, apă sărată, oţet etc., turnate pe rând într-un pahar (o sticluţă)? 5. Ce s-ar întâmpla cu o bucată de gheaţă (din frigider), dacă este aşezată pe aceste lichide?	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Invită elevii să distingă un patern** care să explice de ce unele corpuri plutesc pe lichide, iar altele se scufundă;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - plutirea corpurilor pe lichide nu depinde de volumele sau de masele corpurilor (luate separat), ci *de materialul* din care sunt alcătuite (natura substanţei); - bila de plastilină se scufundă în apă, deoarece dezlocuieşte un volum mai mic de apă decât

	barca; în consecinţă, *plutirea depinde de cantitatea de lichid dezlocuit*; nivelul de scufundare a unui corp în lichid depinde de *natura lichidului* pe care îl dezlocuieşte; - lichide diferite de acelaşi volum au mase diferite; - în final: un corp pluteşte pe un lichid (în interior sau urcă la suprafaţă), atât timp cât *masa corpului este mai mică sau egală cu masa volumului de lichid dezlocuit*; când masa proprie devine mai mare, corpul se scufundă în lichid;
• **Distribuie elevilor** materiale (corpuri solide din substanţe diferite: fier, plumb, aluminiu, cupru, plastic, lemn; apă; balanţă/ cântar, cilindru gradat) şi **cere elevilor**: a) să înregistreze într-un tabel comun: Numărul grupei; Masele şi volumele corpurilor solide; Masele şi volumele a diferite cantităţi de apă; Raportul dintre masă şi volum pentru fiecare determinare; b) să reprezinte grafic punctele corespunzând perechilor de mase (pe ordonată) şi volume (pe abscisă);	• **Înregistrează** într-un tabel comun perechile de valori masă-volum pentru corpurile (substanţele) puse la dispoziţie, incluzând măsurători pentru diferite cantităţi de apă; calculează rapoartele masă/ volum; • **Reprezintă grafic** prin puncte perechile de valori masă-volum pentru materialele utilizate;
• **Cere elevilor să distingă un patern** (model, regulă) cu ajutorul tabelului/ graficului, care să explice de ce unele corpuri plutesc pe apă, iar altele se scufundă;	• **Constată** că: a) punctele obţinute pentru apă se distribuie pe o linie dreaptă, celelalte se grupează de o parte şi de alta; b) corpurile cu masa mai mare decât masa volumului de apă pe care-l dezlocuiesc, pentru care raportul masă/ volum este mai mare decât cel pentru apă se scufundă în apă; corpurile cu masa mai mică decât masa volumului de apă pe care-l dezlocuiesc, pentru care raportul masă/ volum este mai mic decât cel pentru apă plutesc la suprafaţa sau în interiorul apei din vas etc.;
• **Precizează** elevilor că substanţele/ corpurile observate diferă prin raportul dintre masă şi volum, respectiv, prin *gradul de „concentrare" a masei într-un volum dat sau prin gradul de „împrăştiere" a unei mase date în volume diferite*; **denumeşte** această concentrare „densitatea substanţei" şi o **defineşte** ca raportul dintre masa şi volumul unui corp masiv (fără goluri) alcătuit din acea substanţă; apoi **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *în termeni de densitate*;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **reformulează constatările** din etapa de explorare-experimentare, în termeni de densitate: *substanţele care au densitatea mai mare decât a apei se distribuie deasupra liniei pentru apă, iar cele cu densitatea mai mică, sub linie*; *un corp cu masă mare poate avea totuşi o densitate mică*; - **propun explicaţii** (sub forma unor *generalizări/ inducţii)*: corpurile (masive) din substanţe cu densitate mai mică decât a apei plutesc pe apă; cele cu densitate mai mare se scufundă; cele cu aceeaşi densitate plutesc în interiorul apei din vas; - **formulează enunţul (legea)** conform căruia, pentru corpuri masive din aceeaşi substanţă, masa şi volumul variază direct proporţional;
• **Cere elevilor** să revină la **exclamaţia iniţială**: „Oricât de grele ar fi, corpurile pot pluti pe apă sau în aer!" şi să **formuleze** un argument la observaţie;	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: corpurile grele plutesc pe apă, dacă au densitatea mai mică decât a apei: *Corpurile voluminoase pot avea totuşi o masă (densitate) mică!*;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: 1. De ce o bucată de plastilină se scufundă în apă, dar o barcă de plastilină, nu? 2. De ce o cantitate de apă pluteşte în echilibru în interiorul altei cantităţi de apă? 3. Ce asemănări şi deosebiri există între situaţiile precum: vapor, plută, barcă, submarin, aisberg, balon cu aer cald, scoarţa terestră etc. plutind pe apă, aer, magmă etc.?; 4. Dacă ai putea privi în interiorul substanţelor, care ar fi diferenţa dintre fier şi aluminiu? De ce	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

fierul are o densitate mai mare? Etc.	

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în evaluarea a produselor realizate, a procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este acest model potrivit pentru tema aleasă? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: i) **optimizează** condiţiile de plutire pentru balonul cu aer cald: echilibrul de translaţie (ajustând numărul de lumânări la gura sacului) şi echilibrul de rotaţie (necesitatea ataşării unor agrafe la bază); j) **extind condiţia de plutire la gaze**, modelând/ explicând ascensiunea curenţilor calzi în atmosferă, *brizele de seară şi de dimineaţă*, funcţionarea balonului cu heliu etc.; k) **calculează densitatea gheţii**: gheaţa pluteşte pe apă atunci când dezlocuieşte o cantitate de apă de masă egală; $\rho_g \cdot V_g = \rho_a \cdot V_{sc\ (dezlocuit)}$, ca urmare, densitatea gheţii este $\rho_g = \rho_a V_{sc}/V_g$; l) **calculează** densităţile unor amestecuri de substanţe (de volume egale, de mase egale); m) **demonstrează experimental** legenda „Arhimede şi coroana regelui Heron” (corpuri de mase egale dezlocuiesc volume de apă variind invers cu densitatea) şi o aplică la determinarea densităţii (metoda picnometrului);
• **Cere elevilor să determine experimental** densităţile unor corpuri solide, lichide (*Prin determinarea densităţii unui corp poţi să verifici din ce substanţă este alcătuit*!), să **realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) pe baza condiţiei de plutire a corpurilor pe lichide date, **să distingă/ clasifice** substanţele/ corpurile în funcţie de densitate, să aplice noţiunile însuşite la amestecuri de substanţe etc.;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **determină experimental/ demonstrează/ aplică**: - densităţile unor corpuri masive, masa maximă pe care o poate transporta o plută de lemn de dimensiuni date; - densităţile laptelui, a unor soluţii de sare în apă, densitatea corpului uman etc., pentru a stabili calitatea laptelui, modificarea liniei de plutire a vapoarelor la trecerea din fluviu în mare, temperatura de îngheţ a apei mării, dificultatea scufundării în lacuri sărate etc.;

	- efectul apei dulci asupra oului proaspăt şi a oului învechit, al apei sărate asupra unui ou introdus în lichid etc.; - pe baza graficului relaţiei dintre masă şi volum pentru diferite materiale, grupează pe acelea care sunt alcătuite din fier, care au densitatea mai mare sau mai mică decât a fierului;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), implicând elevii în conceperea *raportului final*: **cere elevilor** să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produsului final, convin **modalitatea de prezentare** (poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea proiectului/ **raportului final**, vizând **competenţele cheie**[7];	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru;

[7] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

9. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
10. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
11. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);

• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme/ proiecte viitoare etc.	• **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie

(25) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(26) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(27) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(28) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(29) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(30) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(31) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(32) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

12. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare VI.3.2
Determinarea densităţii unui corp

sau

„De ce bușteanul nu se scufundă, fiind totuşi mai greu decât pietricica?”
„Corpurile mici pot avea totuşi o densitate mare!”

Iulian Leahu

Clasa: a VI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **2. Determinarea valorii unei mărimi fizice.** 2.3 Determinarea masei corpurilor. Unitate de măsură. Densitatea. Unitate de măsură. Referire la practică. Exemple valorice pentru densitate. Calculul masei unui corp. 2.5 Determinarea densităţii unui corp (Programa de fizică pentru clasa a VI-a).
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie neaşteptată, şi anume: *„Un trunchi de copac pluteşte pe apă, în timp ce o pietricică se scufundă!”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Un corp mic poate avea totuşi o densitate mare!”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează plutirea corpurilor într-un concept mai cuprinzător (fenomene mecanice, proprietăţile fluidelor);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind plutirea corpurilor în apă, în aer, necesitatea înţelegerii condiţiei de plutire în activitatea zilnică etc.;
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu: „probabil că bușteanul nu era

clasă): „*De ce buşteanul nu s-a scufundat, fiind totuşi mai greu ca pietricica?*” şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat;	destul de greu”; „probabil că buşteanul era prea mare [în volum]”; „probabil că piatra nu era destul de mică” [în volum]; „dacă am micşora buşteanul cât piatra, oare acesta s-ar scufunda?”; „buşteanul are o scorbură [goluri] în interior, dar piatra nu are” şi altele;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă/ exersează** măsurarea masei şi măsurarea volumului (utilizând corpuri din materiale diverse, solide şi lichide, balanţă, dinamometrul, cilindrul gradat, apă, seringi);
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; **orientează gândirea** elevilor către identificarea proprietăţilor fizice (masă, volum, materiale/ substanţe) care disting ipotezele formulate;	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica plutirea corpurilor aşezate pe apă (corpuri de mase, respectiv, volume egale, din substanţe diferite); se poate sugera experimentarea cu alte lichide decât apa etc.; **menţionează** *masa, volumul, materialul* (substanţa) şi **reformulează** ipotezele: buşteanul are masă şi volum mari (fără goluri în interior); piatra are masă şi volum mici etc.; • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[8]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[9]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este un lucru?”.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze,

[8] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[9] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (vase cu apă, plastilină/ corpuri din lemn, pietre; cilindru gradat sau seringă; corpuri cu masa marcată; cântar sau balanţă cu etaloane de masă**;** sare de bucătărie, alcool, ulei, oţet etc.) şi **cere elevilor să experimenteze** (eventual, să verifice ideea: un corp pluteşte la suprafaţa unui lichid şi în interiorul său, atât timp cât masa corpului este mai mică sau egală cu masa volumului de lichid dezlocuit; când masa proprie devine mai mare, corpul se scufundă):	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **observă** o barcă din plastilină, respectiv, o bilă din plastilină de mase egale, pe care le aşează pe apa dintr-un vas, **măsoară şi înregistrează**: Corpul folosit; Masa; Volumul apei dezlocuite; Masa apei dezlocuite; Corpul pluteşte/ se scufundă; **observă nivelul de scufundare** în apă a bărcii din plastilină (sau a unei plute din lemn), când aşează pe ea corpuri cu masa marcată**, măsoară şi înregistrează**: Masa totală a bărcii; Volumul apei dezlocuite; Masa apei dezlocuite; Pluteşte/ Se scufundă; **compară masele maxime** pentru care corpurile plutesc la suprafaţa a diferite lichide (apă, alcool, apă sărată etc.);
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind condiţiile de plutire: barca de plastilină pluteşte, bila de plastilină se scufundă; când pluteşte, barca de plastilină dezlocuieşte un volum de apă mai mare decât volumul dezlocuit de bila de plastilină; toate corpurile din lemn plutesc, toate pietrele se scufundă, indiferent de volum şi masă; plutirea nu depinde de volume sau mase luate separat, ci de materialul din care sunt alcătuite (substanţă); masa plutei/ bărcii şi masa volumului de apă dezlocuit sunt egale, atât timp cât pluta/ barca rămâne la suprafaţa apei; când masa proprie devine mai mare, pluta se scufundă; masele maxime pentru care acestea mai plutesc la suprafaţă diferă în funcţie de lichid (apă, alcool, apă sărată etc.); • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări: 1. Toate corpurile din lemn plutesc, indiferent de dimensiune (volum) şi masă? 2. Toate pietrele se scufundă, indiferent de dimensiune (volum) şi masă? 3. Plutirea corpurilor depinde de volumele sau de masele lor? 4. Diferă masele unor volume egale de apă, alcool, lapte, apă sărată, oţet etc., turnate pe rând	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări.

într-un pahar (o sticluţă)? 5. Ce s-ar întâmpla cu o bucată de gheaţă (din frigider), dacă este aşezată pe aceste lichide?	

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **reunesc într-un tabel comun** masele şi volumele măsurate pentru corpurile puse la dispoziţie, incluzând măsurătorile pentru apă şi adaugă o coloană a rapoartelor masă/ volum;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă)** cu ajutorul tabelului/ graficului, care să explice de ce unele corpuri plutesc pe apă, iar altele se scufundă;	• **Formulează ipoteze** privind relaţia aşteptată;
• **Cere elevilor să reprezinte grafic** prin puncte perechile de valori masă-volum pentru materialele oferite;	• **Constată** că: *1. punctele obţinute pentru apă se distribuie pe o linie dreaptă, celelalte se grupează de o parte şi de alta; 2. corpurile cu masa mai mare decât masa volumului de apă pe care-l dezlocuiesc, pentru care raportul masă/ volum este mai mare decât cel pentru apă se scufundă în apă; 3. corpurile cu masa mai mică decât masa volumului de apă pe care-l dezlocuiesc, pentru care raportul masă/ volum este mai mic decât cel pentru apă plutesc la suprafaţa sau în interiorul apei din vas etc.*;
• **Precizează** elevilor că substanţele/ corpurile observate diferă prin raportul dintre masă şi volum, respectiv, prin gradul de „concentrare” a masei într-un volum dat sau prin gradul de „împrăştiere” a unei mase date în volume diferite; **denumeşte** această concentrare „densitatea substanţei” şi o **defineşte** ca raportul dintre masa şi volumul unui corp masiv (fără goluri) alcătuit din acea substanţă; apoi **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *în termeni de densitate*;	• **Reformulează constatările**, în termeni de densitate: substanţele care au densitatea mai mare decât a apei se distribuie deasupra liniei pentru apă, iar cele cu densitatea mai mică, sub linie; • **Constată** că un corp cu masă mare poate avea totuşi o densitate mică; • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: corpurile (masive) din substanţe cu densitate mai mică decât a apei plutesc pe apă; cele cu densitate mai mare se scufundă; cele cu aceeaşi densitate plutesc în interiorul apei din vas; • **Formulează enunţul (relaţia, legea)** conform căreia, pentru corpuri masive din aceeaşi substanţă, masa şi volumul variază direct proporţional;
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: De ce un trunchi de copac (corp greu şi voluminos) pluteşte pe apă, în timp ce o	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: corpurile voluminoase plutesc pe apă, dacă au densitatea mai mică decât a apei: *Corpurile voluminoase pot avea*

pietricică (un corp mic şi uşor) se scufundă? şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;	*totuşi o masă (densitate) mică!*; bușteanul are densitatea mai mică decât a apei, piatra este alcătuită dintr-un material cu densitatea mai mare decât a apei; ca urmare, „Acum ştiu care pot fi corpurile care plutesc pe apă: cele care au densitatea mai mică decât a apei!”;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere elevilor** să răspundă la întrebări, cum sunt: 1. De ce o bucată de plastilină se scufundă în apă, dar o barcă de plastilină, nu? 2. De ce o cantitate de apă pluteşte în echilibru în interiorul altei cantităţi de apă? 3. Ce asemănări şi deosebiri există între situaţiile precum: vapor, plută, barcă, submarin, aisberg, balon cu aer cald, scoarţa terestră etc. plutind pe apă, aer, magmă etc.?; 4. Dacă ai putea privi în interiorul substanţelor, care ar fi diferenţa dintre fier şi aluminiu? De ce fierul are o densitate mai mare? Etc.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza condiţiei de plutire: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - **observă şi optimizează** condiţiile de plutire pentru un balon cu aer cald (un sac menajer răsturnat, încălzit cu 2-3 lumânări şi echilibrat cu 4-5 agrafe de birou la bază); - **extind condiţia de plutire la gaze**, modelând/ explicând ascensiunea curenţilor calzi în atmosferă, *brizele de seară şi de dimineaţă*, funcţionarea balonului cu heliu etc.; - **calculează** densităţile unor amestecuri de substanţe (de volume egale, de mase egale); - **demonstrează experimental** legenda „Arhimede şi coroana regelui Heron” (corpuri de mase egale dezlocuiesc volume de lichid invers proporţionale cu

	densităţile corpurilor) şi o aplică la determinarea densităţii (metoda picnometrului); - **construiesc un densimetru** (o eprubetă cu alice de plumb, plutind în diferite lichide); - **calculează** densitatea gheţii: gheaţa pluteşte pe apă atunci când dezlocuieşte o cantitate de apă de masă egală; $\rho_g \cdot V_g = \rho_a \cdot V_{sc\ (dezlocuit)}$, ca urmare, densitatea gheţii este $\rho_g = \rho_a V_{sc}/V_g$;densităţile unor corpuri masive, masa maximă pe care o poate transporta o plută de lemn de dimensiuni date; - **calculează** masa maximă pe care o poate transporta o plută de lemn de dimensiuni date, pe baza modelării în laborator a plutei cu ajutorul unui corp din lemn şi discuri crestate;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
• ****Cere elevilor să determine experimental*** *densităţile unor corpuri solide, lichide (Prin*	• **Organizaţi în grupurile de lucru, elevii:* - ***măsoară*** *densităţile laptelui, a unor soluţii de sare*

determinarea densităţii unui corp poţi să verifici din ce substanţă este alcătuit!), să ***realizeze previziuni*** *(interpolări, extrapolări) pe baza condiţiei de plutire a corpurilor pe lichide date,* ***să distingă/ clasifice*** *substanţele/ corpurile în funcţie de densitate, să aplice noţiunile însuşite la amestecuri de substanţe etc.*;	*în apă, densitatea corpului uman etc., pentru a stabili calitatea laptelui, modificarea liniei de plutire a vapoarelor la trecerea din fluviu în mare, temperatura de îngheţ a apei mării, dificultatea scufundării în lacuri sărate etc.;* - ***determină experimental*** *efectul apei dulci asupra oului proaspăt şi a oului învechit, al apei sărate asupra unui ou introdus în lichid etc.;* - ***demonstrează/ aplică*** *pe baza graficului relaţiei dintre masă şi volum pentru diferite materiale, grupează pe acelea care sunt alcătuite din fier, care au densitatea mai mare sau mai mică decât a fierului;*
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[10];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ****Îşi propun să expună produsele realizate** *în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele*.

Bibliografie

** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;

Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;

Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;

Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;

Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;

David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;

Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;

http://teachers.net/lessons/posts/1.html;

http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;

http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

[10] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

13. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
14. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
15. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
16. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:VI.4

Titlu: Inerţia, masa

Subtitlu (tematic): „De ce când mergi cu un pahar de apă, există riscul să se verse apa din pahar ?”

Laurentziu Roşu

Clasa: a VI-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 4 (4 ore predare/învăţare + 1 ora evaluare)

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Inerţia corpurilor, Masa si cântărirea corpurilor, Masa – măsură a inerţiei corpurilor, Fenomene explicate prin existenţa inerţiei . (Programa de fizică pentru clasa a VI-a).

Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat printr-o întrebare provocare, şi anume: **„De ce când mergi cu un pahar de apă, există riscul să se verse apa din pahar ? ”**. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Corpurile au inerţie (tendinţa de aşi păstra starea de mişcare sau repaus) iar inerţia corpurilor e cu atât mai mare cu cât masa corpurilor e mai mare, iar masa la rândul ei depinde si de densitatea corpului, nu doar de mărimea corpului !”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează inerţia corpurilor într-un concept mai cuprinzător (proprietăţi generale ale corpurilor, fenomene fizice);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind inerţia corpurilor si diverse situaţii fizice in care intervine inerţia, în activitatea zilnică etc.;

• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): **„De ce când mergi cu un pahar de apă, există riscul să se verse apa din pahar ? ”**. şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele şi efectele.;	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, de exemplu: „probabil fiindcă paharul cu apă e prea plin ”; „probabil fiindcă persoana merge prea repede cu paharul cu apă” şi altele;
• **Identifică cunoştinţele anterioare şi preconcepţiile elevilor cu privire la temă,** Profesorul solicită elevilor să evidenţieze fenomenele remarcate de ei in anumite situaţii fizice, de exemplu: -Când se află in autobuz, si acesta porneşte sau opreşte brusc. Dar când autobuzul merge cu viteză constanta (mare, sau mică).	• **Menţionează** *efectele resimţite* in cazul pornirii sau opririi bruşte, si de asemenea in cazul accelerării sau frânării bruşte. In plus, menţionează că nu resimt nici un efect dacă autobuzul merge cu viteză constanta indiferent daca viteza este mare, sau mică).
• **Identifică** explicaţiile empirice greşite, întrebările elevilor (nevoile de cunoaştere) utilizarea corectă a termenilor fizici, exprimarea în limbaj ştiinţific.	• **Evocă din experienţa personală:** momente sau situaţii in care a resimţit efectele inerţiei, sau in care a remarcat astfel de efecte in prezentări mass-media, filme, video , etc.
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica manifestările diferite ale inerţiei şi ordonarea acestora, se evidenţiază experimental inerţia etc. • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[11]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)*, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat: 1. definirea şi explicarea fenomenelor fizice folosind termeni specifici; 2. observarea fenomenelor, culegerea şi înregistrarea observaţiilor referitoare la acestea; si c**onsultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[12]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele. • **Se orientează** asupra realizării unor produse finale: determinări experimentale, interpretarea rezultatelor sub forma referatelor lucrării de laborator, eseuri ce conţin explicaţii, aplicaţii etc.,
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este?”. **Solicită** elevilor constatările şi concluziile următorului experiment: Aleargă câţiva paşi(10m) alături de 2-3 colegi. Te poţi opri brusc din alergare? De ce? Daca dintre colegii tăi unul e	• **Efectuează tema pentru acasă** (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor. Au ocazia să prezinte tema în maniere diverse.

[11] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[12] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

mai micuţ şi mai uşor, iar altul e ceva mai greu, care din ei se poate opri mai rapid?	

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.) prin analizarea **informaţiilor** colectate acasă, la întrebările despre noţiunile învăţate anterior, dar si prin alte intrebări (ce vizează cunoştinţele elevilor despre noţiunea de ‚masă') : *1.Ce este masa si ce exprimă ea ?* *2.Prin ce unitate de măsură putem măsura masa?* *3.Cu ce aparat(instrument) de măsură putem măsura masa?*	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Evaluează resursele** (ceea ce au aflat, ce au înţeles din clasa ora trecuta, ce au învăţat prin tema pentru acasă): filtrează, compară informaţiile obţinute, extrag informaţiile utile pentru a răspunde la întrebările (formulate de profesor)"
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):; verificarea experimentala a proprietăţilor inerţiei, determinarea experimentala a masei	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (balanţă cu etaloane de masă , sau cântar**,** corpuri diferite, etc.) şi **cere elevilor să efectueze măsurări, să înregistreze datele si observaţiile în tabel**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **Măsoară** masa corpului, **înregistrează:** Corpul folosit; Masa; instrumentul de măsură utilizat. - **Repetă** determinările şi pentru acelaşi corp notează valoarea măsurată şi observă eventualele diferenţe faţă de prima măsurare. Trece valorile în tabel, şi, după câteva măsurători calculează media aritmetică a valorilor **Repetă** determinările şi pentru celelalte corpuri puse la dispoziţie. Măsoară cu mai multe instrumente de măsură(balanţe, cântare, etc.) pentru a verifica dacă se obţin apropiate. Explică micile diferenţe prin faptul că instrumentele de măsură au precizie limitată. Elimină valorile mult diferite de medie(erori grosolane) şi calculează apoi valoarea medie şi erorile de măsură
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;** sa explice diverse procedee de măsură folosite, şi modalităţile de micşorare a erorilor.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind măsurarea masei, procedeele de măsură folosite, modalităţile de micşorare a erorilor, • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de

	desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări; si de a verifica experimental ipoteze pe care le-au încercat la răspunsuri la intrebări ale altor elevi *1. Măsoară masa a mai multe corpuri din materiale diferite, dar de volume aproximativ egale! Ce observi?* *2. Folosind doar o balanţă dar nu şi etaloane de masă poţi măsura masa unui corp solid?* *3. Folosind o balanţă dar nu şi etaloane de masă, şi 3 sticle din plastic identice de 1 litru în care ştii ca ar încăpea 1 kg de apă (în fiecare) poţi cântări 250g de apă de la chiuvetă ? Cum ?* *4. Folosind doar o balanţă dar nu şi etaloane de masă poţi cântări 400g dintr-o pungă de 0,8kg cu făină(sau zahăr, orez, etc.) ? Cum ?*	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări ca răspunsuri la întrebări.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (**sintetizarea observaţiilor** cu privire relaţiile dintre inerţie şi masa, norme de protecţia muncii în laborator etc.); prin intrebări ce solicita anticiparea evoluției unor sisteme fizice in care intervin masa şi inerţia : *1. Când vrei să pui în mişcare un cărucior este mai uşor sau mai greu dacă e plin sau gol ? Ce mărime fizică creşte când ‚umplem' căruciorul?* *2. Inerţia unui camion este aceeaşi în orice condiţii ?(dacă e plin, sau gol, etc.) ?* *3. Se poate măsura inerţia?*	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi elimină ipotezele discrepante
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă)** cu ajutorul datelor înregistrate, care să explice de ce unele corpuri au	• **Formulează ipoteze** privind relaţia aşteptată;

inerţie mare şi altele au inerţie mică; (relaţia dintre masă şi inerţie)	
• **Cere elevilor** -*să precizeze de ce mărimi depind forţele de inerţie resimţite de pasagerul unui autobuz la frânare sau accelerare bruscă*	• **Formulează răspunsuri- soluţii la cerinţele exprimate privitor** *mărimile de care depind forţele de inerţie: masa corpului, viteza autobuzului, de cât de mult accelerează sau decelerează(frânează autobuzul)* • **Notează** precizările, observaţiile.
• **Precizează** elevilor că, unele corpuri au inerţie mare (pornesc si opresc foarte greu, lent), iar alte corpuri au inerţie mica (care pornesc si opresc ceva mai rapid). Spre exemplu, in cazul vehiculelor(trenul, vaporul, camionul plin cu marfa ar fi in categoria cu inerţie mare, iar maşina sport, maşina mică de oraş ar fi in categoria cu inerţie mică; apoi **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *în termeni de inerţie şi masă*	• **Reformulează constatările**, în termeni de *inerţie şi masă* : corpurile cu masă mare au inerţia mare • **Notează** precizările, observaţiile. **Notează mărimea fizica ce măsoară inerţia si** unitatea de măsură şi **instrumentul de măsură** **Disting** situaţii în care pot ordona efectele inerţiei corpurilor, asociind proprietăţii de inerţie mărimea fizică corespunzătoare. • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: corpurile (masive) din substanţe cu densitate mai mică decât a apei plutesc pe apă; cele cu densitate mai mare se scufundă; cele cu aceeaşi densitate plutesc în interiorul apei din vas; • Prin inducţie, f**ormulează definiţia** inerţiei şi relaţia, acesteia cu masa.
• **Precizează** elevilor Principiul Inerţiei, şi faptul că acest principiu a fost prima data formulat de Galileo Galilei, apoi reformulat si completat de Isaac Newton punând bazele Mecanicii.	**Evocă situaţii fizice legate de** Principiul Inerţiei , şi repere din viaţa lui Galileo Galilei, si din viaţa lui Isaac Newton care a reformulat si completat Principiul Inerţiei punând bazele Mecanicii.
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: De ce un trunchi de copac (corp greu şi voluminos) pluteşte pe apă, în timp ce o pietricică (un corp mic şi uşor) se scufundă? şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: corpurile voluminoase plutesc pe apă, dacă au densitatea mai mică decât a apei: *Corpurile voluminoase pot avea totuşi o masă (densitate) mică!*; bușteanul are densitatea mai mică decât a apei, piatra este alcătuită dintr-un material cu densitatea mai mare decât a apei; ca urmare, „Acum ştiu care pot fi corpurile care plutesc pe apă: cele care au densitatea mai mică decât a apei!”;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească o prezentare(raport final **scris**) a rezultatelor investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Introducere/* (Moto) , Exemple care atrag atenţia asupra fenomenelor studiate, Experiment propus pentru studiul fenomenelor, *Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* , 4. *Observaţii* 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ) si aplicaţii practice.	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (prezentări PowerPoint, dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a IV-a. Aplicare / Transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză si de transfer .; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deducţie şi analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare.

Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **Evaluează resursele** (ceea ce au aflat, ce au înțeles din clasa ora trecuta, ce au învăţat prin tema pentru acasă): filtrează, compară informaţiile obţinute, extrag informaţiile utile pentru a răspunde la întrebările (formulate de profesor)”
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
Cere elevilor exemplificarea şi analizarea unor fenomene explicate prin existenţa inerţiei stabilirea unui ansamblu de reguli pentru evitarea efectelor nedorite ale inerţiei în diferite situaţii fizice;	- Exemplifica fenomene explicate prin existenţa inerţiei şi utilitatea practică a cunoştinţelor despre inerţie: -1. În maşină, centura de siguranţă protejează şoferul de efectele nedorite ale inerţiei *-2. În natură, o căprioară poate scăpa de cel mai rapid vânător al planetei, ghepardul, Explică cum este posibil şi pe ce se bazează căprioara.* *-3. Autoturismele pot să fie remorcate cu: ajutorul unui cablu? sau cu o bară rigidă ? Explică cum e mai bine şi în ce constau diferenţele ?* *-4. Un cosmonaut daca se desprinde de nava se mai poate întoarce?* *-5 Cum se opreşte mai repede o maşină (Dacia):Dar greutatea lui? Dacă se află in maşină doar şoferul sau si alţi 4 călători ?* *-6. Pentru a merge cu bicicleta trebuie sa pedalezi continuu? De ce ?* *-Alte exemple, date de elevi*
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, (corpuri diferite, cântar sau balanţă cu etaloane de masă**,** etc.) implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate,	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: -Evidenţiază experimental apariţia manifestărilor inerţiei, -Compara inerţia a 3 corpuri de volume egale, dar confecţionate din material diferite: lemn, fier, plumb (sau aluminiu, etc.). Verifica masa lor. Ce concluzii poţi formula? - Determină masa şi verifică inerţia unui cărucior gol, apoi plin, observă diferenţele şi formulează concluziile.
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[13];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de*

[13] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe” şi „abilităţi” (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

	evaluare;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ****Îşi propun să expună produsele realizate** *în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele*.

Bibliografie

** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;
David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;
http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

17. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
18. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
19. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
20. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:VI.5
Interacţiunea
„Un copil şi un adult îşi dau drumul cu coarda elastică. Care dintre ei ajunge mai jos?”

Claudia Dobrin. Florin Dobrin

Clasa: a VI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Interacţiunea. Efectele statice ale interacţiunii. Efectele dinamice ale interacţiunii. Forţa (definiţie, unitate de măsură, instrument de măsură). Tipuri de forţe (Greutatea, Forţa deformatoare). Studiul deformărilor elastice. (Programa de fizică pentru clasa a VI-a).
Modelul de învăţare asociat: Investigaţia ştiinţifică
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, şi anume: *„Un copil şi un adult îşi dau drumul cu coada elastică. Care dintre ei ajunge mai jos?”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Greutatea poate acţiona ca o forţă deformatoare şi deformarea corpurilor elastice este direct proporţională cu forţa deformatoare!”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează interacţiunea corpurilor într-un concept mai cuprinzător (proprietăţi generale ale corpurilor, fenomene fizice);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind acţiunea reciprocă a două corpuri, efectele interacţiunii mecanice în activitatea zilnică etc.;
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): *„Un copil şi un adult îşi dau drumul cu coada elastică. Care dintre ei ajunge mai jos?”* şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele şi	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu: „probabil că adultul, pentru că este mai greu”; „probabil că adultul, pentru că este mai mare [în volum] şi are masa mai mare” şi altele;

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
efectele.	
• **Identifică cunoştinţele anterioare şi preconcepţiile elevilor cu privire la temă.** Profesorul solicită elevilor să evidenţieze cauza şi efectul din versurile: *„A trecut întâi o boare* *Pe deasupra viilor,* *Şi-a furat de prin ponoare* *Puful păpădiilor.”* • **Identifică** explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere (utilizarea corectă a termenilor: masă, greutate, acţiune reciprocă, exprimarea în limbaj ştiinţific) • **Orientează gândirea elevilor către identificarea diferitelor interacţiuni şi a efectelor interacţiunilor descrise.** **Implică** elevii în vederea stabilirii mărimii fizice asociate proprietăţii măsurabile descrisă anterior. **Introduce** unitatea de măsură pentru forţă şi prezintă instrumentul de măsură.	• **Menţionează** *cauza* (vântul) şi *efectul* (desprinderea pufului) • **Evocă din experienţa personală:** interacţiuni prin contact, deformarea corpurilor care interacţionează, modificarea stării de mişcare a corpurilor care interacţionează. **Menţionează** noţiunea de acţiune reciprocă. **Formulează** definiţia interacţiunii şi **Clasifică** efectele interacţiunii în efecte statice, respectiv dinamice. **Reformulează** ipotezele formulate anterior: cu privire la cauza alungirii corzii elastice, etc.; **Disting** situaţii în care pot ordona efectele interacţiunii corpurilor, asociind proprietăţi de interacţiune mărimea fizică corespunzătoare. **Formulează** definiţia forţei. **Notează** unitatea de măsură şi **evocă** repere din viaţa lui Isaac Newton.
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;	• **Evocă/ exersează** măsurarea masei şi măsurarea forţei (utilizând balanţa, dinamometrul). • **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica alungirea corzii elastice şi ordonarea mărimii alungirii); se poate sugera experimentarea cu elastice, resorturi,discuri crestate marcate, dinamometre etc. • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat: 3. definirea şi explicarea fenomenelor fizice folosind termeni specifici; 4. observarea fenomenelor, culegerea şi înregistrarea observaţiilor referitoare la acestea; 5. utilizarea şi prelucrarea datelor experimentale; 6. rezolvarea unor probleme cu caracter teoretic sau aplicativ.	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor; • **Se orientează** asupra realizării unor produse finale: determinări experimentale, interpretarea rezultatelor sub forma referatelor lucrării de laborator, eseuri ce conţin explicaţii, aplicaţii etc.,
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, eventual, cu accent pe rolurile asumate de elevi, individual sau în grup), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este?”. **Solicită** elevilor constatările şi concluziile următorului experiment: Ai la dispoziţie o minge. Lasă mingea să cadă de la o înălţime oarecare. Aruncă mingea pe verticală în sus. Aruncă mingea oblic faţă de orizontală.	• **Efectuează tema pentru acasă** (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor. Au ocazia să prezinte tema în maniere diverse.

Tipuri de produse ale activităţii elevilor: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

Protocolul de evaluare priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse

realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: analogie cu anticiparea efectului. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p.145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să evalueze informaţiile** colectate acasă, la întrebările „Ce este?”: 1. Ce este greutatea? 2. Care este deosebirea dintre masă şi greutate? Greutate unui corp este aceeaşi în orice condiţii?	• **Evaluează resursele** (ceea ce au aflat, prin tema pentru acasă): filtrează, compară informaţiile obţinute, extrag informaţiile utile pentru a răspunde la întrebările (formulate de profesor) de tipul „Ce este?”
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (corpuri diferite, cântar sau balanţă cu etaloane de masă**,** dinamometru, etc.) şi **cere elevilor să efectueze măsurări, să înregistreze datele în tabel** .	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **Măsoară** masa corpului, **măsoară** greutatea corpului, **înregistrează**: Corpul folosit; Masa; Greutatea şi calculează raportul dintre greutate şi masă. - **Repetă** determinările şi pentru celelalte corpuri puse la dispoziţie
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile, să formuleze concluzii. **Precizează** denumirea raportului G/m (acceleraţie gravitaţională). **Cere** elevilor să exprime greutatea unui corp cu masa cunoscută.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind valoarea raportului G/m: - Rapoartele G/m au aceeaşi valoare pentru fiecare corp. - Notează relaţia matematică; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: 1. Cumpărătorul este interesat de masa corpului sau de greutatea lui? Dar cel care îl transportă? 2. Masa unui corp este aceeaşi pe Pământ şi pe Lună? Dar greutatea lui? 3. Imaginează-ţi un dispozitiv experimental pentru determinarea alungirii unui elastic în funcţie de forţa care îl întinde.

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Mixtă: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor (lecţie introductivă); lecţie de formare a capacităţilor de experimentare.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: analogie cu anticiparea efectului. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p.145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii** să evalueze informaţiile colectate acasă.	• **Evaluează** resursele.
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (elastic, hârtie milimetrică, tije, mufă simplă, stativ, cârlig, discuri crestate marcate) şi **cere elevilor să experimenteze**: să marcheze pe hârtia milimetrică lungimea iniţială a elasticului; să măsoare alungirile elasticului pentru diferite valori ale masei discurilor crestate suspendate de elastic.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **identifică** materialele puse la dispoziţie; - **realizează** dispozitivul experimental; - **actualizează** cunoştinţele teoretice necesare; - **discută** modul de lucru; - **măsoară şi înregistrează**: alungirea elasticului şi masa discurilor suspendate;
• **Cere elevilor** să înregistreze valorile măsurate în tabelul de valori	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează** tabelul de valori; - **completează** tabelul de valori;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să prelucreze** datele experimentale;	• **Efectuează tema pentru acasă**: - **prelucrează** datele experimentale; - **reprezintă grafic** alungirea elasticului în funcţie de greutatea corpurilor suspendate**;**

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** cu privire la reprezentarea grafică a alungirii în funcţie de forţa deformatoare.	• **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi elimină valorile discrepante.
• **Cere elevilor să observe** distribuirea punctelor pereche de valori Δl şi F.	• **Identifică** punctele din grafic ce nu corespund dependenţei liniare. • **Identifică** punctele din grafic care depăşesc limita de elasticitate a elasticului. • **Trasează** graficul „printre puncte”.
• **Precizează** elevilor că alungirea este direct proporţională cu forţa deformatoare, până la anumite limite. • **Defineşte** constanta elastică şi unitatea ei de măsură. • **Precizează** elevilor că constanta elastică este o caracteristică a corpului şi nu a substanţei.	• **Reformulează constatările**, folosind termenul de constantă elastică. • Prin inducţie, f**ormulează enunţul (relaţia, legea)** conform căreia, pentru corpuri elastice, deformarea este direct proporţională cu forţa deformatoare. • **Notează** precizările.
• **Cere elevilor** să răspundă la o întrebare asemănătoare celei de investigat*: „Care este relaţia dintre forţa cu care tragem de un elastic şi deformarea elasticului?”* şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: „Sub acţiunea forţei deformatoare, elasticul se deformează. Cu cât forţa este mai mare, cu atât deformarea elasticului este mai mare.”

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Lecţia 5

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme: ce se întâmplă dacă legăm două elastice unul lângă altul sau unul după altul?	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: n) **emit** o ipoteză preliminară; o) **observă experimental** că atunci când elasticele sunt legate unul lângă altul, deformarea este mai mică decât în cazul folosirii unui singur elastic, pentru aceeaşi valoare a forţei deformatoare; când elasticele sunt legate unul după altul, deformarea este mai mare decât în cazul folosirii unui singur elastic, pentru aceeaşi valoare a forţei deformatoare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să realizeze dispozitive simple care se bazează pe deformări elastice: praştie, arc, trambulină etc.; cere elevilor să construiască un dinamometru artizanal.	• **Negociază** în grup **sarcinile** ce revin fiecărui elev; • **Stabilesc** materialele necesare şi modul în care acestea vor fi procurate; • **Realizează** dispozitivul.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 6

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Cere elevilor** să rezolve probleme practice şi teoretice	• **Rezolvă** pe grupe sarcini diferite şi discută rezultatele obţinute. **Dezbat** situaţiile întâlnite şi valorile numerice ale parametrilor din cerinţele problemelor teoretice.
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.;	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru; • **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare şi altele.
• **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în	

clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	

Criteriile de evaluare finală vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.
Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite" corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

5. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
6. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
7. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
8. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Bibliografie

(33) ** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
(34) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(35) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(36) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(37) Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;
(38) David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
(39) Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;
(40) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(41) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(42) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

Unitatea de învăţare:VI.6
Mişcarea corpurilor
„Poate omul să depăşească viteza Pământului?”
sau
„Care se mişcă mai repede în aceeaşi durată de timp:tunetul sau fulgerul?

Mioara Niculescu

Clasa: a VI-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **8**

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: 1. **Mişcare. Repaus**. 1.1 Corp. Mobil. 1.2 Sistem de referinţă. Mişcare şi repaus. 1.3 Traiectorie. 1.4 Distanţa parcursă. Durata mişcării. Viteza medie. Unităţi de măsură. 1.5 Mişcare rectilinie uniformă. *Mişcare rectilinie variată. 1.6 Legea de mişcare. *Reprezen-tarea grafică a legii de mişcare. 1.7 Valori ale vitezei - exemple din natură şi din practică. 2.4. Determinarea duratelor; *mişcări orbitale, pendulul gravitaţional*. (Programa de fizică pentru clasa a VI-a).

Modelul de învăţare asociat: **PROIECTUL**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune lecţii „cu finalitate reală” (Cerghit, I. ş.a., 2001), focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse finite, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este *planificarea sau anticiparea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza îndeplinirii unui plan).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie surprinzătoare, şi anume: *„De la ştiinţe, din clasele primare sau de la geografie, copiii ştiu că Pământul se roteşte în jurul axei sale (la Ecuator) cu o viteză de 1200km/h. Poate omul să depăşească această viteză?* Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Când studiezi mişcarea a două corpuri şi doreşti să afli care dintre ele se mişcă mai repede , cum ai proceda?.”*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă): încadrează starea de repaus şi de mişcare , sistemul de referinţă, mobilul, traiectoria şi viteza de deplasare într-un concept mai cuprinzător în ceea ce priveşte mişcarea corpurilor, prin prezentarea unor slide-uri cu diferite corpuri în repaus şi în mişcare	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind mişcarea corpurilor, reperul, traiectoria, sistemul de referinţă, starea de mişcare şi de repaus, importanţa cunoaşterii mişcării corpurilor în activitatea zilnică, în situaţii diverse din experienţa personală etc.;
• **Evocă întrebarea de investigat** din *„Jurnalul de observaţii ştiinţifice”* (la dispoziţia elevilor în clasă): *„Poate omul să depăşească viteza Pământului?” sau„Care se mişcă mai repede în aceeaşi durată de timp: tunetul sau fulgerul?”* şi cere elevilor să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele şi efectele.;	• **Formulează ipoteze** (răspunsuri) la întrebare, de exemplu: *„probabil pentru că viteza Pământului în mişcarea de rotaţie în jurul axei sale (la Ecuator) este de aproximativ 1200km/h ”; „probabil că fulgerul pentru că lumina se deplasează cu viteza de 300.000.000 m/s, iar sunetul cu 340 m/s”* şi altele;
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: *mişcarea* unei seminţe de stejar cu aripioare faţă de *mişcarea* unei castane sau similar a bucăţii de cretă; *estimarea vitezei unui cărucior pe masa din laborator sau a unei bărcuţe de hârtie pe suprafaţa apei dintr-o cuvă transparentă atunci când suflăm din faţă ,din spate sau din lateral,* şi altele; (2) **construcţii:** *machete, jucării*; *(3) **referate ştiinţifice** explicând deplasarea în bătaia vântului cu o barcă cu pânze, funcţionarea unui vitezometru prin care să vizualizaţi povestea călătoriei voastre, etc.; vitezele mijloacelor de transport, vitezelor atleţilor în timpul curselor de atletism,avioane şi trenuri de mare viteză,vitezele de deplasare a animalelor şi păsărilor, cum s-a determinat viteza luminii,etc.* (4) **postere, desene, eseuri literare etc[1].**, evocând noile cunoştinţe şi abordarea lor la un text cum ar fi fabula *„Iepurele şi broasca ţestoasă”* (Esop), *„ Ce urmă lasă şoimii-n zbor? Ce urmă peştii-n apa lor”* (George Coşbuc, Moartea lui Fulger), *"În clipa când plecam din gară Şi stăm la geam cu capu’ afară Noi stăm pe loc, Doar trenul pleacă."* (I. Minulescu) etc.;	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru, evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu ştiinţific, eseu plastic sau literar etc.);
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (reper, mobil, traiectorie, distanţe, timpi de mişcare, valori de viteze medii, compararea vitezelor); cu acest prilej, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* (utilizarea unor instrumente de măsură pentru măsurarea distanţelor,duratelor de timp şi a determinării vitezei de mişcare); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile*	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător,privind mişcarea animalelor cunoscute şi a insectelor , apoi a elevilor către şcoală, de exemplu, comparativ cu o plimbare cu bicicleta prin parc, deosebind fenomenele de mişcare în termeni de distanţe,durate de timp şi valori orientative, diverse, ale vitezelor medii obţinute sau aflate din sursele de documentare; • **Evocă/ exersează măsurarea distanţelor** şi **măsurarea** duratelor de timp (utilizând instrumente

de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură: riglă, ruletă, cronometru, etc.);	uzuale din trusa de fizică sau rigla şi ruleta utilizate în viaţa de zi cu zi,cronometrul , ceasul personal),corpuri din materiale solide diverse, hârtie milimetrică;
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare)[2];	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă informaţii de tipul „Ce este?”.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

---

[1] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[2] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de parcurs etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind **deplasarea corpurilor**; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează ipoteze** privind *relaţiile studiate*;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimen-	• Organizaţi în grupurile (3) de lucru stabilite, elevii

tare (cilindri gradaţi cu apă, corpuri din ceară, bile metalice; hârtie milimetrică **,** ceas cu cronometru sau de la telefonul mobil, riglă etc.,) şi **cere elevilor** prin fişe de lucru **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către verificarea următoarei idei: **să presupunem că vreţi să aflaţi în ce condiţii deplasarea unei bile este influenţată de suprafaţa pe care se deplasează? Cum procedaţi?**	**observă/experimentează:** - (1) **căderea** unei **bile** din **ceară** sau **parafină**, în interiorul unui tub de sticlă gradat (mensură) umplut cu apă şi alcool; **măsoară** înălţimea coloanei de apă, şi **înregistrează:** timpul de cădere al bilei până la baza tubului, corpul folosit, înălţimea coloanei de apă. - (2) **căderea** unei **bile** din **aluminiu** în interiorul unui tub de sticlă gradat (mensură) umplut cu apă şi alcool; **măsoară** înălţimea coloanei de apă şi **înregistrează:** timpul de cădere al bilei până la baza tubului, corpul folosit, înălţimea coloanei de apă. - (3) **căderea** unei **bile** din **ceară** pe o suprafaţă netedă, uşor înclinată, dar pe care s-au presărat la un moment dat firişoare de nisip (repetând de mai multe ori experimentul pentru a se prevedea traiectoria posibila a bilei), (o alta soluţie în afara nisipului ar fi pudră de talc sau argilă din comerţ**); măsoară** lungimea drumului parcurs şi **înregistrează** timpul de cădere al bilei, lungimea drumului parcurs, timpul de cădere al bilei. **Căderea** bilei dacă porţiunea cu nisip se măreşte ori scade şi **notează observaţiile** (lungimea porţiunii netede şi timpul de mers pe această porţiune, apoi lungimea celei cu nisip, mai rugoase,asociată cu durata de mişcare corespunzătoare). - **înregistrează** o legătură între suprafaţa de mişcare a bilei pe distanţe şi caracteristici diferite,în funcţie de timpii corespunzători) şi **compară** timpii de deplasare pe aceste suprafeţe); se pot înlocui eventual suprafeţele cu alte materiale(hârtie, folie aluminiu, hârtie creponata) şi bilele metalice de alte dimensiuni.
• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind modul de mişcare a corpurilor puse la dispoziţie: -când au studiat mişcarea corpurilor, elevii au constatat că unele corpuri se mişcă mai repede, altele mai greu. Cele două metode de investigaţie , precizate în demersul experimental, erau: -**compararea** distanţelor parcurse de corpuri diferite în acelaşi interval de timp, elevii concluzionând că cel care străbătea o distanţă mai mare se mişca mai repede, -**compararea** intervalelor de timp în care corpuri diferite parcurg aceeaşi distanţă , adică corpul care parcurgea distanţa într-un interval de timp mai scurt se mişca mai repede. • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, căutând răspunsuri la întrebări: Măsuraţi timp de trei zile păstrând acelaşi traseu şi acelaşi mijloc de transport distanţa parcursă casă-şcoală şi timpul în care se realizează deplasarea. Elevii se **organizează î**n grupurile de lucru în funcţie de zonele în care locuiesc şi mijloacele de deplasare folosite; sunt trei grupuri: (1) elevii care se deplasează pe jos, (2) elevii care se deplasează cu bicicleta, (3) elevii care se deplasează cu autobuzul.

Lecţia 3

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei); • **Cere elevilor să definească împreună mărimea fizică *viteză medie* ca fiind raportul între distanţa parcursă şi intervalul de timp corespunzător ei.** • **Precizează elevilor că** o modalitate de a reprezenta poziţia unui corp cu timpul este stabilirea **legii de mişcare.** **Legea mişcării uniforme este relaţia matematică ce permite determinarea poziţiei unui mobil în orice moment.** **d= v • t , unde d este distanţa parcursă în funcţie de valorile coordonatelor finală şi iniţială faţă de reperul ales, t este timpul necesar parcurgerii distanţei..** • **Precizează** elevilor că distanţa parcursă este data de relaţia cunoscută, faţă de un reper,când mişcarea are loc într-un singur sens,dacă se schimbă sensul mişcării, atunci distanţa parcursă se obţine prin însumarea distanţelor parcurse în fiecare sens.	• **Evocă informaţiile culese** cu privire la proiectul ales, **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Formulează ipoteze** privind *relaţiile studiate*;
• **Cere elevilor** să calculeze viteza medie cu care se deplasează de acasă la şcoală (şi invers şcoală casă) folosind datele obţinute de ei timp de trei zile (tema pentru acasă nr.6) şi completarea fişelor de lucru	• **Se organizează** în grupurile de lucru în funcţie de zonele în care locuiesc şi mijloacele de deplasare folosite; sunt trei grupuri: (1) elevii care se deplasează pe jos, (2) elevii care se deplasează cu bicicleta, (3) elevii care se deplasează cu autobuzul; - **colectează şi trec** în tabel datele obţinute de fiecare elev din grupă (distanţa şi timpul) - **calculează** timpul mediu de deplasare; - **calculează** viteza medie de deplasare; - **compară** vitezele de deplasare în funcţie de mijloacele de transport folosite
• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind viteza de deplasare: -elevii care merg la şcoală pe jos se deplasează cu viteză mai mică decât cei care merg cu bicicleta sau cu maşina • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, căutând pe internet şi la bibliotecă răspunsuri la întrebări: **Concepeţi şi efectuaţi experimentele** pentru a determina : (1) viteza de curgere a apei unui râu; (2) viteza de deplasare a unui tren după stâlpi; (3) viteza de deplasare a unui tren după ţăcănitul roţilor.

Lecţia 4

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Oferă** elevilor informaţii pentru **efectuarea** experimentelor de determinare: (1) viteza de curgere a apei unui râu; (2) viteza de deplasare a unui tren după stâlpi; (3) viteza de deplasare a unui tren după ţăcănitul roţilor. Elevii primesc fişele de lucru.	• **Evocă informaţiile culese** cu privire la proiectul ales, **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Se organizează** în 3 grupe de lucru : (1) determină viteza de curgere a apei unui râu; (2) viteza de deplasare a unui tren după stâlpi; (3) viteza de deplasare a unui tren după ţăcănitul roţilor. • **Propun** următoarele metode de lucru: **(1)** – **alege** un reper (un ţăruş bătut) pe malul unui râu şi în josul râului la 50m distanţă se alege al doilea reper; - mai sus de primul reper, cât mai departe de mal **aruncă** un băţ şi când el ajunge în dreptul primului reper **porneşte** cronometrul ; când băţul ajunge în dreptul celui de-al doilea reper **opreşte** cronometrul; **- notează** datele obţinute şi **calculează** viteza - (ex. distanţa este de 50m şi timpul 5min , viteza este de 10m/min) **(2)** – **măsoară** distanţa dintre doi stâlpi consecutivi(50m); **- stând** în trenul care se deplasează cu viteză, **cronometrează** timpul şi **numără** stâlpii care trec prin dreptul ferestrei; - (ex. timpul este de 5min şi 60 de stâlpi; distanţa parcursă este de 300m şi timpul de 300s , viteza este de 1m/s). **(3) – măsoară** lungimea unei şine de cale ferată 12,8m - **numără** ţăcăniturile roţilor când trenul trece peste locul de întâlnire a două şine şi **cronometrează** timpul - **calculează** viteza trenului în km/h : $V = N \bullet 12.8 \bullet 60 / 1000$ Număr .ţăcănituri –N Lungime şină -12,8m - **colectează şi trec** în tabel datele obţinute în fişa de lucru; - **calculează** viteza medie de deplasare; - **compară** vitezele de deplasare şi discută metodele experimentale folosite
• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind viteza de deplasare: • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să realizeze** postere despre scară rulantă ,bandă rulantă, etc.	• **Efectuează tema pentru acasă**, căutând răspunsuri la întrebări pe internet.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţiile anterioare şi prin temele efectuate acasă şi **să distingă o concluzie** privind **mărimea fizică nouă** „viteza medie" care să exprime, în funcţie de alte mărimi fizice măsurabile, cât de repede se poate mişca un corp. Această mărime trebuie să fie în acelaşi timp direct proporţională cu distanţa parcursă şi invers proporţională cu durata deplasării. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei); • **Invită elevii să distingă un patern** care să explice de ce bila de ceară se mişcă mai încet decât bila de metal;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - Bila de ceară se mişca în interiorul cilindrului gradat mult mai încet decât bila metalică deoarece ajungea mai repede la fundul cilindrului, - Atunci când suprafaţa de mişcare are proprietăţi diferite,cum era în cazul suprafeţei uşor înclinate, se constata că mult mai repede se mişca una din bile faţă de alta, deşi era aceeaşi distanţă,sau, schimbând condiţiile de experimentare, distanţele străbătute în acelaşi timp erau diferite pentru corpuri diferite. - Elevii care vin la şcoală cu maşina se deplasează cu viteză mai mare decât cei care se deplasează cu bicicleta, sau pe jos. - Viteza de curgere a apei unui râu se poate determina repede pe malul râului . - Viteza de deplasare a trenului se poate determina prin metode neconvenţionale.
• **Distribuie elevilor** materiale (corpuri solide din substanţe diferite: fier, plumb, aluminiu, cupru, plastic, ceară; apă; cilindru gradat) şi **cere elevilor**: a) să înregistreze într-un tabel comun: Numărul grupei; Distanţele parcurse în condiţiile experimentului , duratele corespunzătoare lor şi raportul dintre distanţă şi interval de timp pentru fiecare determinare; b) să reprezinte grafic punctele corespunzând perechilor de distanţe (pe ordonată) şi intervale de timp sau duratele	• **Înregistrează** într-un tabel comun perechile de valori distanţă-timp pentru corpurile (substanţele) puse la dispoziţie, incluzând măsurători pentru diferite înălţimi ale coloanei de apă; calculează rapoartele distanţă/timp. • **Reprezintă grafic** prin puncte perechile de valori distanţă şi timp pentru corpuri utilizate,apoi valorile vitezelor corpurilor diferite pe distanţe diferite în funcţie de duratele de timp necesare parcurgerii acelor distanţe.

corespunzătoare lor (pe abscisă); • **Cere elevilor să distingă un patern** (model, regulă) cu ajutorul tabelului/ graficului, care să explice de ce corpurile cu masă mare se pot deplasa cu viteză mare sau mică ;**Cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *în termeni de viteza medie*.	• **Reformulează constatările**, în termeni de viteză medie • **Constată** că un corp cu masă mare poate avea totuşi o viteză mică dar şi o viteză mare. Dacă unul dintre corpuri parcurge o distanţă de trei ori mai mare decât celălalt, în acelaşi interval de timp, atunci spunem că are o viteză medie de trei ori mai mare. Dacă unul dintre corpuri are nevoie de un interval de timp de două ori mai mic decât celălalt, pentru a parcurge aceeaşi distanţă,spunem că primul corp are o viteză medie mai mare dublă faţă de al doilea. • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: Un corp care parcurge distanţe egale în intervale de timp inegale au viteze medii diferite. • **Formulează enunţul (relaţia, legea)** conform căreia, pentru o *mişcare uniformă viteza medie este direct proporţională cu distanţa parcursă şi invers proporţională cu intervalul de timp;*
• **Cere elevilor** să revină la exclamaţia iniţială:): *„Poate omul să depăşească viteza Pământului?”* şi cere elevilor să **formuleze un argument** la observaţie; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă); cere elevilor să facă filme scurte cu referire la mişcarea corpurilor.	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: Omul nu poate depăşi viteza de rotaţie a Pământului, dar sunetul da, o egalează aproape. Fulgerul are cea mai mare viteză de propagare. • **Efectuează tema pentru acasă**. Elevii filmează: - deplasarea unei maşini cu viteză uniformă; - căderea unei mingi de fotbal de la fereastra unui apartament; - doi elevi îşi aruncă reciproc mingia pe orizontală; - un elev aşează o bicicletă cu roţile în sus şi învârte uniform roata din spate folosind pedala; etc.…

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 6

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: p) **extind calculul vitezei medii p**entru un drum pe ale cărei porţiuni avem valori diferite de viteză. q) **Calculează viteza medie** pentru o distanţă pentru

rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	care se cunosc intervalele de timp pentru porţiuni de drum egale cu jumătăţi din întreaga distanţă. r) **calculează** viteza medie în cazul unui drum în care se cunosc intervalele de timp pentru care se parcurg porţiuni ale distanţei totale. **demonstrează experimental** constanta vitezei mişcării rectilinii uniforme şi trasează graficul mişcării rectilinii şi uniforme pentru un cărucior încărcat cu mase diferite
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), implicând elevii în conceperea *raportului final*: **cere elevilor** să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produsului final, convin **modalitatea de prezentare** (poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Lecţia 7

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• • **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţiile anterioare şi prin temele efectuate acasă şi să explice: - Ce este un sistem de referinţă? - Cum alegem un sistem de referinţă? - De ce trebuie să cunoaştem viteza cu care se deplasează corpurile? - La ce foloseşte trasarea graficului mişcării rectilinii uniforme ? - Cum pot calcula rapid viteza unui corp? - Cum explici relativitatea mişcării şi a repausului? • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• • Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) **evaluează** informaţiile colectate şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: • **Constată** că: - omul nu poate depăşi viteza de deplasare a Pământului
• **Cere elevilor**, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;	• **Efectuează tema**, căutând răspunsuri la întrebări: 1.Recordul la 100m pentru cursa de femei a fost de 10,76s, iar pentru bărbaţi recordul a fost stabilit la 9,93s.
• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** pe baza experimentelor de calculare rapidă a vitezei corpurilor	? Comparaţi rezultatele.  2. O arie curioasa:în graficul următor este reprezentată viteza unui mobil aflat în mişcare. Ce mărime corespunde lăţimii dreptunghiului?Dar a lungimii dreptunghiului ?Care este aria lui şi cărei mărimi fizice corespunde această arie? 3. Vitezele în apă ale unor mamifere marine sunt următoarele:delfin - 51km/h, focă-39km/h, anghila -3,3m/s. Exprimă vitezele celor trei animale in m/s si ordonează-le de la cel mai rapid la cel mai lent? 4Să presupunem că plecaţi într-o plimbare lungă cu bicicleta. O oră vă deplasaţi cu cinci km/h, apoi trei ore cu o viteză de patru km/h şi în final două ore cu şapte km/h.(Amintiţi-vă că geometria are ochi şi aritmetica este oarbă!, deci trasaţi cel mai bine graficul mişcării).5.Închipuiti-va că sunteţi în maşină.

	Acul vitezometrului din bordul maşinii indică constant 70km/h. Cum aţi putea determina durata călătoriei voastre pe o distanţă  oarecare?
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, care vor sta la baza temelor studiate în lecţia următoare;	• **Efectuează tema pentru acasă**: Realizează o machetă,un experiment,desene,portofolii prezentări ppt etc. legate de tema dată

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 8

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea proiectului/**raportului final**, vizând competenţele cheie[3] • **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	• **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

[3]**Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în**

Bibliografie

(43) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(44) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(45) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(46) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(47) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(48) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(49) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(50) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

Unitatea de învăţare:VI.7
Fenomene termice
„De ce vara dopurile de la sticlele cu apă minerală „sar” de obicei, în timp ce iarna nu se întâmplă ? sau De ce se crapă paharul rece în care turnăm apă fierbinte? ”

. Nicolae Elena

Clasa: a VI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Stare de încălzire. Contact termic. Echilibru termic. Temperatura. Unitate de măsură. Termometre. Dilatarea gazelor. Dilatarea solidelor. Dilatarea lichidelor. Consecinţe şi aplicaţii practice. (Programa de fizică pentru clasa a VI-a).
Modelul de învăţare asociat: Investigaţia ştiinţifică
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o curiozitate şi anume: *„De ce vara dopurile sticlelor de apă minerală sar de obicei în timp ce iarna nu se întâmplă acest lucru? sau De se crapă paharul rece în care turnăm apă fierbinte? ”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Prin încălzire corpurile îşi măresc dimensiunile,adică se dilată”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1
Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prezentarea unor slide-uri cu diferite tipuri de corpuri calde,reci,haine pe care le poartă oameni care trăiesc în deşert sau la poli,vara, iarna...,diferite tipuri de case..) încadrează dilatarea corpurilor într-un concept mai cuprinzător (fenomene termice); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Orientează gândirea elevilor către**	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind încălzirea şi răcirea corpurilor aflate la soare sau la umbră, ziua sau noaptea,iarna sau vara. interacţiuni termice,echilibru termic,etc..... • **Evocă/ exersează** măsurarea temperaturii apei calde din pahare confecţionate din materiale diferite şi,introduse în acelaşi vas cu apă rece. Măsurarea temperaturii apei din pahare identice înfăşurate în materiale diferite de aceeaşi grosime. Măsurarea temperaturii apei din pahare identice înfăşurate cu bucăţi de postav, în straturi diferite. •**Identifică** materiale izolatoare termice si conductoare

identificarea noţiunilor de stare de încălzire,contact termic,echilibru termic,căldură primită,căldură cedată,temperatură,izolare termică	termice
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): „*De ce vara dopurile sticlelor de apă minerală sar de obicei, în timp ce iarna nu se întâmplă acest lucru? sau De se crapă paharul rece în care turnăm apă fierbinte?*” şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat;	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu: „probabil că există bule de gaz care se ridică”; „probabil că apa se încălzeşte şi împinge dopul ”; etc..
• **Orientează gândirea elevilor către identificarea** proprietăţii de stare termica,corpuri calde corpuri reci,contact termic,echilibru termic,interacţiuni termice, care disting ipotezele formulate, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* (utilizarea unor instrumente de măsură pentru măsurarea temperaturii);	• **Menţionează** *temperatura, volumul, materialul* (substanţa) şi **reformulează** ipotezele formulate anterior: bulele de gaz îşi măresc volumul prin încălzire) etc.; • **Evocă/ exersează** măsurarea temperaturii şi măsurarea volumului la creşterea temperaturii(utilizând corpuri din materiale diverse, solide , lichide şi gazoase, baloane de sticlă , baloane cu pereți elastici, tuburi de sticlă ,spirtieră , apă, seringi);
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica dilatarea corpurilor solide, lichide şi gazoase (corpuri de volume egale, din substanţe diferite,copuri solide de dimensiuni diferite); • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce se întâmplă?”.	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor; • **Efectuează tema pentru acasă** (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să evalueze informaţiile** colectate acasă, la întrebările „„Ce se întâmplă?”.	• **Evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (vase cu apă, baloane cu fund plat ,tuburi subțiri din sticlă (drepte şi îndoite),dopuri perforate,bilă din aluminiu şi alte metale,inele metalice cu diametru egal cu cel al bilelor,tije metalice,pirometru cu cadran,suport pentru baloane de sticlă, alcool, oţet etc.) şi **cere elevilor să experimenteze** (eventual, să verifice	• **Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii**: **-observă că** un balon se umflă mai mult când se află în apropierea unei surse de căldură; **-observă** că o picătură de cerneală ,care închide un volum de aer într-un balon de sticlă, este împinsă către capătul tubului îndoit în unghi drept ,atunci când balonul este ţinut în palmele sale,calde; **-observă că**, nivelul apei din tubul de sticlă ,trecut

ideea:Prin încălzire corpurile solide,lichide şi gazoase se dilată diferit):	prin dopul perforat cu care se astupă balonul plin cu apă, coboară, apoi începe să urce, pe măsură ce temperatura apei din vas creşte; - **observă** că bila de aluminiu nu mai trece prin inel după ce este încălzită; **-compară dilatarea barelor de aluminiu,cupru şi fier**, a apei şi alcoolului;
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind dilatarea corpurilor solide,lichide şi gazoase - Dilatarea copurilor gazoase este mai mare decât la cele lichide şi solide; - Dilatarea corpurilor este dependentă de natura substanței/materialului din care este făcut corpul;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări şi să experimenteze ipotezele inițiale;	• **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare; • **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: 1. Toate corpurile se dilată, indiferent de dimensiune sau starea de agregare? 2.Corpurile din substanțe/materiale diferite se dilată la fel? 3.Ce mărimi fizice se modifică în procesul de dilatare a corpurilor? 4. Care dimensiuni se modifică perceptibil la dilatarea unui cub de aluminiu, a unei bare de cupru, a unei bile de fier, a unei placi de gresie?Diferă dilatarea unei foi de tablă de dilatarea unei placi de faianță? 5. Ce s-ar întâmpla daca turnăm apă fierbinte intr-un pahar de sticlă? Dar în unul metalic?

referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[1] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise[1] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, se, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** etapei de explorare şi cere elevilor să reprezinte grafic prin puncte perechile de valori temperatura-lungime pentru barele de aluminiu si fer.	• **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **reunesc într-un tabel comun** temperaturile şi lungimile măsurate,la intervale de timp egale pentru corpurile puse la dispoziţie, incluzând măsurătorile pentru apă şi alcool. Adaugă în tabel o coloană a rapoartelor temperatură/lungime;
• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** cu ajutorul tabelului/ graficului, care să explice că unele corpuri se dilată mai mult, iar altele mai puțin;	• **Constată** că: - punctele obţinute se distribuie pe o linie dreaptă,; - panta dreptei(înclinarea față axa orizontală)este diferită;

• **Precizează** elevilor că : -substanţele/ corpurile se dilată diferit şi raportul dintre temperatură şi dimensiunile modificate are valori diferite -corpurile conductoare şi izolatoare termice se comportă diferit la încălzire;	• **Reformulează constatările**, în termeni de dilatare: *dilatarea corpurilor depinde de starea de agregare a corpurilor, de natura materialului/substanţei din care este făcut corpul care se dilată, iar la corpurile solide depinde şi de dimensiunile corpului* • **Constată** că un corp solid îşi modifică la dilatare: *- volumul -dilatare volumică* *-aria(suprafaţa)- dilatare superficială(în suprafaţă)* *-lungimea - dilatare liniară* • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*:- corpurile solide care au una din dimensiuni mult mai mare decât celelalte două,prin dilatare îşi măresc lungimea; - corpurile solide care au două dimensiuni mult mai mari decât a treia,prin dilatare îşi măresc suprafaţa; - corpurile solide cele trei dimensiuni de acelaşi ordin de mărime,prin dilatare îşi măresc volumul • **Formulează enunţul (relaţia, legea)** conform căreia, la dilatarea corpurilor, temperatura şi volumul /aria/lungimea variază direct proporţional cu precizarea că dilatarea nu este nelimitată;
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: *„De ce vara dopurile sticlelor de apă minerală „sar” de obicei, în timp ce iarna nu se întâmplă acest lucru? sau De se crapă paharul rece în care turnăm apă fierbinte?* şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială:poate că bulele de gaz se mişcă vertical,de sus în jos;etc..
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să identifice corpuri şi materiale izolatoare, consultând enciclopedii,internetul.....sau experienţa personală.	• **Efectuează tema pentru acasă**: Realizează machete, experimente,desene,portofolii prezentări ppt etc. legate de tema dată

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Lecţia 4

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza fenomenului de dilatare: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este importată cunoaşterea fenomenului de dilatare în viaţa de zi cu zi?Etc.	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: · **observă** cum se modifică volumul ,la dilatarea apei ,încălzită de la 0℃ la +4℃); · **verifică experimental** cum se modifică volumul apei, atunci când se răceşte de la +4℃ la 0℃; · **verifică ce se întâmplă cu un recipient plin cu apă introdus în congelator**; · compară cu alte lichide · analizează „anomalia apei”şi răspunde :De ce nu mor peştii şi vieţuitoarele marine iarna când este foarte ger? · **construiesc un termometru**(un flacon de sticla ,dop perforat,pai pentru băut lichide sau un tub de pulverizator,alcool colorat,hârtie milimetrică)

• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	· **etalonează termometru** • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 5

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
•**Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Cere elevilor să determine experimental temperaturile unor** corpuri folosind diferite termometre), să **realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) pe baza dilatării corpurilor şi să identifice situaţii din practică în care impactul fenomenului este uriaş .	• Organizaţi în grupurile de lucru, elevii: -încălzesc la flacăra spirtierei un corp de sticlă/porţelan şi un corp metalic , pe care toarnă câteva picături de apă rece sau le aşează pe un corp rece; -pe baza observaţiilor stabilesc câteva reguli pe care trebuie să le respecte în laborator atunci când încălzesc vase din sticlă; -găsesc explicaţii la activităţi observate în viaţa de zi cu zi : · De ce borcanele în care turnăm lichide fierbinţi se încălzesc în prealabil şi se aşează pe o tavă metalică; · De ce , pentru păstrare îndelungată ,conservele se fierb în baie de apă; · De ce capacele borcanelor/sticlelor după fierbere în baie de apă sunt bombate ,iar după răcire sunt curbate în interior; este posibil să fie aruncate în sus capacele? · **Ce se întâmplă cu smalţul din**ţilor dacă consumăm alimente foarte reci? -construiesc un termometru cu gaz sau lichid cu materiale proprii şi îl etalonează sub îndrumarea profesorului; -măsoară temperatura unor corpuri cu termometre realizate de ei si o compară cu temperatura măsurată cu diferite termometre de laborator ; -identifică şi notează sursele de erori; - identifică diferite tipuri termometre după substanţa termometrică şi domeniul de utilizare; -identifică condiţia pe care trebuie să o îndeplinească un corp pentru a putea fi termometru pentru alt corp; -identifică situaţii în viaţa reală în care este obligatorie cunoaşterea comportării corpurilor la dilatare şi contractare;

-explică formarea deşerturilor,tocirea masivelor muntoase
etc.....
-realizează prezentări ppt,desene,eseuri,postere,portofolii....

- **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.;
- **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;
- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).
- **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru;
- **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie

(51) ** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
(52) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(53) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(54) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(55) Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;
(56) David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
(57) Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;
(58) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(59) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(60) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

[1] **Criteriile de evaluare finală** vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.

Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite" corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

1. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
2. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
3. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
4. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:VI.8
Electrizarea şi magnetizarea corpurilor
sau
„Putem mişca obiectele fără să le atingem?”

Sanda Oprea

Clasa: a VI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare:

1. Magneţi. Interacţiuni magnetice
2. Electrizarea corpurilor.
   2.1. Procedee de electrizare. Interacţiunea electrostatică.
   2.2. Sarcina electrică, exemple de electrizare în natură şi în viaţa cotidiană.

(Programa de fizică pentru clasa a VI-a).
Modelul de învăţare asociat: **INVESTIGAŢIA ŞTIINŢIFICĂ**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o provocare neaşteptată, şi anume: *„Putem mişca obiectele fără să le atingem?”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Există interacţiuni la distanţă!”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează interacţiunea corpurilor într-un concept mai cuprinzător (proprietăţi generale ale corpurilor, fenomene	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind acţiunea reciprocă a două corpuri, efectele interacţiunilor gravitaţionale şi prin contact;

fizice);	
• **Evocă întrebarea de investigat**: „Putem mişca corpurile fără să le atingem?” şi **solicită elevilor** să găsească răspunsuri, posibile ipoteze privind condiţiile de realizare şi posibile efecte care decurg din acestea;	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu: „Obiectul poate fi oricât de mare?”, „Obiectul poate fi din metal, lemn, plastic?”, „Avem voie să folosim magneţi?”, etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la electrizarea, magnetizarea corpurilor, posibile numere de „magie”, norme de protecţia muncii în laborator;	• **Evocă/ exersează** acţiuni ale unei rigle din plastic asupra bucăţelelor de hârtie, metal şi altele şi ale magneţilor asupra monedelor şi altor obiecte;
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; **orientează gândirea** elevilor către identificarea proprietăţilor fizice (masă, volum, materiale/substanţe, stare de electrizare, stare de magnetizare) care disting ipotezele formulate;	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a produce deplasarea unor corpuri; **menţionează** *masa, volumul, materialul* (substanţa) şi **reformulează** ipotezele: rigla frecată în prealabil acţionează asupra bucăţelelor de hârtie, dar nu asupra monedelor, magnetul acţionează asupra unor monede, dar nu şi a hârtiei, etc.; • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse[14] (busolă, pendule electrostatice, jucării magnetice, filme, ş.a.)	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări, dispozitive construite de ei, etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare); [15]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este electrizarea?”, „Ce este magnetizarea?”, „Ce materiale nu sunt necesare?”, etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

[14] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[15] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor materiale adecvate, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): interacţiuni electrice şi magnetice;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare: magneţi, busolă, pilitură de fier, foaie de hârtie, monede, bolduri, agrafe, etc.; tije din fier, plastic, etc.; bucăţi din materiale textile diverse (lână, mătase, sintetice, etc.) şi bucăţele din polistiren, hârtie, staniol, baloane şi **cere elevilor să experimenteze** acţiunea obiectelor din fier şi a magneţilor asupra piliturii de fier şi a celorlalte materiale; **cere elevilor să realizeze** electrizarea tijelor aflate la dispoziţie, prin frecarea lor cu diferite materiale textile; **solicită elevilor să verifice** cum depinde modul de transmitere a interacţiunilor magnetice, electrice de distanţă, sau de tipul şi grosimea materialelor intercalate.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **observă** interacţiunile magneţilor între ei; **experimentează** acţiunea magneţilor asupra piliturii de fier, a busolei, etc.; compară efectele acţiunii magneţilor asupra obiectelor confecţionate din diferite materiale; **desenează sau fotografiază** spectrul piliturii de fier presărată pe o foaie de hârtie sub care se plasează magneţi în diferite configuraţii; **disting** diferitele tipuri de interacţiuni magnetice; **experimentează** acţiunea tijelor electrizate asupra obiectelor aflate la dispoziţie; **compară** starea de electrizare a corpurilor; observă electrizarea prin influenţă a bucăţelelor de hârtie, polistiren, baloane, etc.; **disting** interacţiunile electrostatice de atracţie între corpurile electrizate diferit, respectiv respingere între corpurile electrizate la fel; **compară** „puterea” interacţiunilor în funcţie de distanţă şi de grosimea materialelor intercalate.
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind condiţiile şi tipurile interacţiunilor magnetice: toate corpurile din fier sunt atrase de magneţi; nu toate metalele sunt atrase de magneţi; între magneţi există atât atracţie cât şi respingere în funcţie de aşezarea acestora; corpurile din fier se pot magnetiza şi se pot comporta ca magneţi; acţiunea magneţilor scade cu distanţa; o foaie de hârtie nu împiedică interacţiunile magnetice, dar le diminuează intensitatea; corpurile din polistiren, plastic, PVC, sticlă, hârtie se pot electriza prin frecare, prin influenţă şi prin contact; corpurile electrizate prin contact se resping între ele. • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări: 1. Toate obiectele metalice sunt atrase de magneţi? 2. Ce fel de materiale pot fi	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări.

magnetizate? 3. Ce modalităţi putem folosi pentru electrizarea corpurilor? 4. Ce materiale menţin mai mult timp starea de electrizare?	

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la utilizarea unor instrumente de lucru, modalităţi de colectare şi înregistrare a observaţiilor, organizarea informaţiilor şi a datelor colectate;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **reunesc în două tabele comune** corpurile care interacţionează magnetic şi care pot fi magnetizate, respectiv corpurile care pot fi electrizate;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un pattern (model, regulă)** cu ajutorul tabelelor, care să identifice caracteristicile fiecărui tip de interacţiune în parte;	• **Formulează ipoteze** privind cauzele interacţiunilor de tip magnetic, respectiv electric;
• **Cere elevilor să explice** orientarea acului busolei şi a perturbaţiilor acestuia în prezenţa magneţilor sau a obiectelor din fier;	• **Constată** că orientarea acului magnetic este constantă în absenţa obiectelor din fier, sau a magneţilor, dar se schimbă la apropierea magneţilor sau a obiectelor din fier, magnetizate sau nu;
• **Precizează** elevilor că Pământul se comportă ca un magnet uriaş, dar nu toate corpurile cereşti au câmp magnetic propriu; • **Defineşte** noţiunea de câmp ca o proprietate a spaţiului de a permite interacţiuni la distanţă între anumite corpuri; • **Solicită** elevilor să distingă între diferitele tipuri de interacţiuni la distanţă: gravitaţionale, electrice, magnetice; • **Cere** elevilor să dea exemple pentru fiecare tip de interacţiune la distanţă;	• **Reformulează constatările**, în termeni legaţi de natura câmpului, de mărimea corpurilor care interacţionează şi de distanţa la care se găsesc acestea; • **Constată** că: - toate corpurile interacţionează gravitaţional; - forţele gravitaţionale sunt numai de atracţie; - forţele electrice şi magnetice sunt atât de atracţie, cât şi de respingere, dar nu se manifestă pentru toate corpurile; • **Propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)* privind cauzele interacţiunilor magnetice şi electrice; • **Formulează definiţiile** câmpurilor gravitaţional, electric şi magnetic în funcţie de tipurile corpurilor care interacţionează;
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: *„Putem mişca corpurile fără să le atingem?”* şi cere elevilor să **formuleze condiţiile** în care este posibil acest lucru;	• **Elaborează scenarii şi propun** condiţiile necesare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere elevilor** să răspundă la întrebări, cum sunt: 1. Ce asemănări, ce deosebiri există între interacţiunile electrice şi	• **Efectuează tema pentru acasă**.

cele magnetice? 2. Ce asemănări, ce deosebiri există între câmpul gravitaţional şi cel magnetic? 3. Există antigravitaţie? – analizaţi conceptul de *levitaţie magnetică*; 4. Cum credeţi că se orientează păsările migratoare?	

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură – electroscop – , norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în cercetările proprii, etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni privind modalităţi de interacţiune la distanţă: „Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm?”	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - **observă şi optimizează** condiţiile de interacţiune electrică şi magnetică; - **experimentează** *levitaţia magnetică* folosind magneţi în formă de disc; - **demonstrează experimental** atracţia şi respingerea electrostatică, cu ajutorul pendulelor electrostatice şi a baloanelor electrizate; - **măsoară** starea de electrizare cu ajutorul electroscopului; - **construiesc o busolă** cu ajutorul unui bold, sau ac de cusut aşezat pe o frunză sau o bucăţică de plută pe suprafaţa apei;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (modalităţi de electrizare/magnetizare, descrierea configuraţiilor şi a operaţiilor efectuate, de înregistrare a observaţiilor în tabele, desene, fotografii); 4. *Date experimentale* (fişă de observaţii experimentale); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, fişe cu întrebări şi răspunsuri privind interacţiunile la distanţă, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale

	explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
• **Cere elevilor să** dea exemple de fenomene de electrizare în natură şi în viaţa cotidiană; • **Cere elevilor** să explice: - electrizarea hainelor, părului, maşinilor, ecranului televizorului; - apariţia fulgerelor; - funcţionarea unor jucării magnetice; - navigaţia cu ajutorul busolei;	• Organizaţi în grupurile de lucru, elevii: - **alcătuiesc** liste cu fenomene de electrizare întâlnite de ei în viaţa cotidiană; - **propun** explicaţii pentru electrizarea corpurilor şi cauzele apariţiei fulgerelor; - **elaborează** ipoteze privind funcţionarea jucăriilor magnetice şi posibilitatea orientării cu ajutorul busolei;
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**; [16]	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de*

[16] **Criteriile de evaluare finală** vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.
Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite" corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

21. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
22. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
23. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);

	evaluare;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ***Îşi propun să expună produsele realizate*** *în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele*.

Bibliografie

** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;
David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;
http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

24. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:VI.9
Circuite electrice simple
Sau
Aveţi o lanternă care nu luminează. Ce faceţi ca becul lanternei să lumineze?
„De ce luminează becul?De ce becurile luminează diferit ? Cum pot fi grupate becurile?”

Mariela Mincu

Clasa: a VI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **Curentul electric. Circuitul electric simplu**. Elemente de circuit. Simboluri. Conductori. Izolatori. Gruparea becurilor în serie şi în paralel. Utilizarea instrumentelor de măsură în circuitele electrice. *Măsurarea intensităţii curentului electric. Ampermetrul. Exemple valorice pentru intensitate. Tensiunea electrică. Unitate de măsură. Măsurarea tensiunii electrice. Voltmetrul.* (Programa de fizica pentru clasa a VI-a)

Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de întrebarea: *„Ce faceţi ca becul lanternei să lumineze?”* Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„De ce luminează becul?sau De ce becurile luminează diferit? ,Cum pot fi grupate becurile? ”.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă):): scurtă incursiune în istoria iluminatului electric	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind iluminatul şi curentul electric.
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): „*Cum putem aprinde becul lanternei? De ce luminează becul?”* şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat • **Orientează gândirea elevilor către identificarea** noțiunilor de circuit electric, generator electric, conductor electric, izolator electric,consumator, întrerupător care disting ipotezele formulate, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* (utilizarea elementelor de circuit pentru realizarea unor circuite simple);	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu: -Becul luminează deoarece este legat la baterie; -Bateria este cea care produce curent electric; -Curentul electric ajunge la bec cu ajutorul firelor conductoare • **Evocă/ exersează crearea unui circuit electric simplu folosind materialele din dotare**(becuri, baterii, fire de diverse grosimi si din materiale diferite, întrerupătoare etc.); • **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica funcţionarea circuitului electric; se poate sugera realizarea unor circuite cu fire metalice, cu elastice de cauciuc, cu fire de bumbac, cu diferite tipuri de baterii etc.
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;	• **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să identifice diferite surse de energie electrica si să extragă informaţii de tipul „Cum se produce?”.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Tipuri de produse ale activităţii elevilor: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

Protocolul de evaluare priveşte: a) tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) criteriile evaluării sumative (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (becuri, fire conductoare, baterii ,întrerupătoare,riglă din material plastic,riglă metalică,mină de creion,hârtie,radieră,plăcuţă de zinc ,plăcuţă de cupru,lămâie,etc.) şi **cere elevilor să experimenteze** : -modalităţi de legare a becurilor în circuit(circuit simplu şi gruparea becurilor în serie şi în paralel); -legarea în circuit a unor corpuri cum ar fi: mina de creion,rigla din plastic,hârtia,rigla metalică,etc. - realizarea unui generator electric cu ajutorul a două plăcuţe: una de zinc şi alta de cupru şi a unei lămâi)	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **observă** ce se întâmplă dacă: -leagă un bec sau două becuri la o baterie; -întrerupe un fir , se defectează un bec sau un contact cu o bornă a bateriei; -leagă un fir subţire de cupru între soclu şi vârful metalic al unui bec din circuit; -leagă un fir subţire de cupru la cele două borne ale bateriei; -leagă la plăcuţele de cupru şi zinc, introduse într-o lămâie, un led; -leagă două becuri la bornele aceleiaşi baterii(paralel) • **Compară:** -lumina produsă când în cicuitul bateriei este legat un bec sau două becuri unul după altul; -lumina produsă când în circuitul bateriei sunt legate două becuri în paralel; -starea de încălzire a elementelor circuitului electric după un timp de funcţionare;
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind: -condiţiile în care un circuit simplu funcţionează; -condiţiile în care un circuit simplu nu funcţionează; -încalzirea elementelor circuitului în timpul funcţionării; -cum luminează becurile legate în serie; -cum luminează becurile legate în paralel; -ce se întâmplă în circuit când unul din becuri se arde (atât la circuitul serie, cât şi paralel) • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări:1.Din ce este alcătuită o baterie?2. Care sunt părţile componente ale unui bec? 3. Care componentă a becului produce lumină?De ce?4. Un bec luminează normal cu o baterie de 4,5V.Ce se întâmplă dacă acelaşi bec îl legi la o baterie de 1,5V?Dar la bateria realizată de tine cu	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări.

o lămâie sau doua şi două plăcuțe metalice diferite?5.Daţi exemple de conductoare şi izolatoare electrice.	

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă)** de funcţionare a circuitului electric simplu si de legare a aparatelor de măsura pentru intensitatea curentului electric si pentru tensiunea electrica.	• **Formulează ipoteze** privind relaţia aşteptată;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (becuri, fire conductoare, baterii ,întrerupătoare, ampermetre,voltmetre) şi **cere elevilor să experimenteze** : -legarea ampermetrului în circuit (întotdeauna în serie);-legarea voltmetrului în circuit(întotdeauna în paralel) **-Descrie** fiecare aparat de măsură ,**comunică elevilor** modul de citire a valorilor indicate de cele două aparate, pentru calibre diferite ale aparatelor(valori maxime); • **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **observă** ce se întâmplă dacă: • leagă ampermetrul în circuit; • leagă ampermetrul în circuitul serie în poziţii diferite; • leagă ampermetrul în circuitul paralel; • leagă voltmetrul la bornele bateriei în circuitul serie şi apoi în circuitul paralel ; • leagă voltmetrul având circuitul deschis şi apoi închis; • leagă cele doua aparate de măsură în circuite diferite,folosind calibre diferite. • **Citesc şi notează:** • valoarea indicată de ampermetru în circuitul serie; • valoarea indicată de ampermetru în poziţii diferite în circuitul serie,pentru calibre diferite; • valoarea indicată de voltmetru la bornele bateriei pentru circuitul deschis şi pentru circuitul închis, pentru calibre diferite; • valoarea indicată de voltmetru în circuitul paralel; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind: • indicaţiile ampermetrului pentru poziţii diferite în circuitul serie; • indicaţiile voltmetrului pentru circuitul deschis şi pentru circuitul închis • indicaţiile acului indicator pentru calibre diferite

	• **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere elevilor** să răspundă la întrebări, cum sunt: 1.Reprezentaţi o schemă electrică folosind mai multe becuri legate diferit .Legaţi în circuit ampermetrul şi voltmetrul 2. Ce se întâmplă în circuitul serie când unul din becuri se arde? 3. Dar în circuitul paralel?4.Este priza un generator electric?	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme. • **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** etapei de explorare şi **cere elevilor** să reprezinte grafic, folosind semnele convenţionale pentru elementele de circuit,un circuit în care becul/becurile luminează şi un circuit în care becul/becurile nu luminează; -un circuit serie şi un circuit paralel; -circuite serie şi paralel având legate ampermetrul şi voltmetrul • **Precizează** elevilor că substanţele/ corpurile observate pot fi conductoare electrice sau izolatoare .Izolatoarele electrice asigura utilizarea în condiţii de siguranţă a aparatelor electrice. **Cere elevilor** să transpună din observaţiile anterioare *,care corpuri sunt conductoare şi care sunt izolatoare electrice.* **Cere elevilor** sa precizeze avantajele şi	• **Analizează datele** , argumentează alegerile şi reprezintă un circuit închis şi unul deschis;circuit serie,circuit paralel,ampermetrul în serie şi voltmetrul în paralel; •Identifică rolul întrerupătorului în circuit; • **Constată** că: - aparatele electrice nu funcţionează dacă: - nu sunt legate la o sursă de electricitate; - circuitul este deschis; • **Identifică normele de securitate** la utilizarea curentului electric. • **Constată** că nerespectarea normelor de securitate pun în pericol viaţa persoanei. • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** ,pentru funcţionarea becului şi a circuitului electric;avantajele si dezavantajele grupării becurilor în serie şi în paralel; **Dau exemple** de folosire a grupării becurilor în practică **Analizează** valorile intensităţii curentului electric

dezavantajele grupării în serie şi în paralel. **Comunică elevilor** definiţiile pentru: -intensitatea curentului electric,unitatea de măsură în S.I.(amper) - tensiunea electrică,unitatea de măsură (volt) • **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: *„Ce facem ca becul lanternei să lumineze? De ce luminează becurile diferit? Cum se pot grupa becurile?”* şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** pentru soluţia acceptată în urma experimentării şi negocierii de toţi membrii grupului de lucru.	măsurate,ale tensiunii electrice pentru circuitul deschis şi pentru circuitul închis şi constată că: -intensitatea curentului electric este aceeaşi în orice punct al unui circuit serie şi este suma intensităţilor curenţilor electrici ce trec prin fiecare bec în circuitul paralel ($I= I_1 +I_2$) -tensiunea electrică măsurată când circuitul este deschis este mai mare decât tensiunea electrică când circuitul este închis -tensiunea la bornele bateriei este suma tensiunilor la bornele fiecărui bec în circuitul serie -tensiunea la bornele fiecărui bec este aceeaşi cu tensiunea la bornele bateriei, în circuitul paralel **Rezolvă** exerciţii de transformare a unităţilor de măsură **Reprezintă** cât mai multe scheme electrice de circuit **Rezolvă** probleme de calcul a intensităţii curentului electric şi a tensiunii electrice în circuit serie şi paralel
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele); 4. *Date experimentale* (tabel de date); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (\derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi	

evaluarea **raportului final**;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru realizarea unei instalaţii cu mai multe becuri care să se poată aprinde toate odată(legare în serie) sau pe rând(legare în paralel).implicându-i în rezolvarea de noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza experienţei dobândite. Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc. • **Cere elevilor** să identifice surse alternative de energie electrică şi să-şi imagineze cum vor fi valorificate în viitor,sursele eco de energie.	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: **observă şi optimizează** condiţiile de soluţionare a problemei iniţiale ; -realizează machete/postere/eseuri/desene/pliante.....cu tema dată
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[17];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ****Îşi propun să expună produsele realizate** *în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.*

Bibliografie

** *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;

Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;

Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;

Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;

Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;

David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;

Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;

http://teachers.net/lessons/posts/1.html;

http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;

http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

[17] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

25. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
26. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
27. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
28. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:VI.10
Efecte ale curentului electric
„Busola funcţionează corect în apropierea unui circuit electric ?”

Adina Dogărescu

Clasa: a VI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Efectul magnetic. Efectul termic. Norme simple de protecţie la utilizarea curentului (Programa de fizică pentru clasa a VI-a).
Modelul de învăţare asociat: **Investigaţia ştiinţifică**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, şi anume: **„Busola funcţionează corect în apropierea unui circuit electric?”**. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Conductoarele electrice parcurse de curent electric creează câmp magnetic în vecinătatea lor !”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat.

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează efectele curentului electric într-un concept mai cuprinzător (proprietăţi generale ale corpurilor, fenomene fizice); • Vizează cunoştinţele anterioare ale	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind efectul magnetic şi cel termic al curentului electric : motoraşe electrice de jucărie, sonerii, uscătorul de păr, reşoul, becul cu incandescenţă etc.;

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
elevilor, preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat.	
• **Cere elevilor** să evoce tipurile de magneţi cunoscuţi, a modurilor de interacţiune dintre aceştia, utilizarea acului magnetic pentru investigarea câmpului magnetic precum şi noţiunea de sursă şi circuit electric. • **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): **„Busola funcţionează corect în apropierea unui circuit electric?”** şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind funcţionarea corectă a busolei în apropierea circuitelor electrice.	• **Evocă** tipurile de magneţi cunoscuţi, a modurilor de interacţiune dintre aceştia precum şi noţiunea de sursă şi circuit electric. • **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, pe baza experienţei personale anterioare
• **Identifică cunoştinţele anterioare şi preconcepţiile elevilor cu privire la temă:** Profesorul solicită elevilor să evidenţieze modul de funcţionare a busolei şi elementele care influenţează funcţionarea acesteia; profesorul solicită elevilor să evidenţieze principalele surse casnice de încălzire şi modul de funcţionare a acestora ; profesorul solicită elevilor să evidenţieze şi alte dispozitive electrice care produc căldură prin funcţionare, neutilizabilă direct. • **Identifică** explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere	• **Menţionează** modalităţile de utilizare a busolei şi elementele care produc devierea acesteia (câmpul magnetic al pământului, magneţi etc.); menţionează sursele de încălzire casnice (calorifer, calorifer electric, sobă, reşou); identifică şi alte surse de căldură datorată trecerii curentului electric (becul etc.)
• **Orientează gândirea elevilor către identificarea efectului magnetic şi termic al curentului electric**	• **Evocă din experienţa personală:** situaţii de utilizare a busolei; • **Evocă din experienţa personală:** diferenţele de funcţionare dintre sursele de încălzire casnice (calorifer, calorifer electric, sobă, reşou); • **Menţionează** noţiunea de efect al curentului electric;
• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat:	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor; • **Se orientează** asupra realizării unor produse finale: determinări experimentale, interpretarea rezultatelor sub forma referatelor lucrării de laborator, eseuri ce conţin explicaţii, aplicaţii etc.,
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, eventual, cu accent pe rolurile asumate de elevi, individual sau în grup), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Cum funcţionează?”. ➢ **Solicită** elevilor constatările şi concluziile rezultate în urma realizării unor fişe de prezentare sumară a diverselor aparate şi surse de căldură electrice. ➢ Solicită elevilor să urmărească, experimentând, influenţa diverselor dispozitive casnice electrice asupra busolei şi cauzele acestor influenţe	• **Efectuează tema pentru acasă** (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor. • Au ocazia să prezinte tema în maniere diverse.

[1] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[1] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie
cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu.

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să evalueze informaţiile** colectate acasă, la întrebările „Cum funcţionează?": 3. Cum funcţionează busola ? 4. Ce se întâmplă dacă se apropie busola de un circuit electric? • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): acţiunea curentului electric asupra acului magnetic, efectul termic ; • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (ace magnetice, baterii, fire conductoare de legătură cu izolaţie, conductor rigid fixat orizontal, întrerupătoare, bolduri, cui de fier de 10 cm) • **Supraveghează şi îndrumă** elevii pentru realizarea următoarelor experimente de investigare a: - acţiunii conductorului rigid parcurs de curent asupra acului magnetic; - influenţei schimbării polarităţii sursei asupra sensului de rotire a acului magnetic; - magnetizării cuiului de fier înfăşurat în conductor izolat la	• **Evaluează resursele** (ceea ce au aflat, prin tema pentru acasă): filtrează, compară informaţiile obţinute, extrag informaţiile utile pentru a răspunde la întrebările formulate de profesor . • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **Realizează** circuitul electric format din , conductor rigid fixat orizontal, întrerupător, baterie, fire conductoare de legătură cu izolaţie; - **Observă** că acul magnetic, aşezat iniţial paralel cu firul conductor rigid, se roteşte la închiderea circuitului electric; - **Repetă** observaţiile experimentale de mai sus schimbând polaritatea sursei; - **Observă** că acul magnetic se roteşte în sens invers; - **Realizează** circuitul electric format din , conductori cu izolaţie, întrerupător, baterie, cui de fier, unul din fire fiind înfăşurat pe cui; - **Observă** că la închiderea întrerupătorului cuiul de fier atrage magnetic boldurile de pe masa de lucru; - **Observă** că la deschiderea circuitului efectul

trecerea curentului prin conductor; - dispariţiei efectului de magnetizare după întreruperea curentului;	magnetic dispare
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (fire conductoare izolate de legătură, baterii de diverse tensiuni, întrerupător, fir metalic din manganină sau crom-nichel) şi **cere elevilor să experimenteze**: să realizeze circuitul a cărei schemă este desenată pe tablă, să închidă circuitul şi să observe ce se întâmplă cu temperatura conductorului. **Solicită** elevilor să schimbe sensul curentului şi să observe dacă modificarea temperaturii depinde de acesta. **Solicită** elevilor să schimbe bateria cu una de tensiune mai mare şi să observe dacă modificarea temperaturii depinde de acesta.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **identifică** materialele puse la dispoziţie; - **realizează** dispozitivul experimental; - **actualizează** cunoştinţele teoretice necesare; - **discută** modul de lucru; - **observă modificarea** temperaturii firului metalic; - **schimbă** sensul curentului prin inversarea polarităţii sursei şi **observă** din nou temperatura firului metalic. - **schimbă** bateria şi **observă** că temperatura creşte mai repede dacă tensiunea sursei este mai mare.
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile, să formuleze concluzii.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind efectul magnetic: - La trecerea curentului electric printr-un conductor acesta se comportă ca un magnet, acţionând asupra acului magnetic; - Sensul de rotaţie a acului magnetic depinde de polaritatea sursei; - Notează observaţiile formulate în caiet • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind efectul termic: - La trecerea curentului electric printr-un conductor acesta se încălzeşte; - Încălzirea nu depinde de sensul curentului; - Notează observaţiile formulate în caiet • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): - solicită elevilor sintetizarea observaţiilor experimentale (în scris) şi formularea unor concluzii preliminarii	• **Efectuează tema pentru acasă**

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple.

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică** elevii în prezentarea şi analizarea concluziilor obţinute (ca temă)	• **Analizează** concluziile prezentate.

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): definirea efectelor magnetic şi electric;	
• **Solicită elevilor** definiţia efectului magnetic, pe baza observaţiilor experimentale. • **Precizează** definiţia efectului magnetic • **Cere** elevilor să precizeze, intuitiv, ce se schimbă la inversarea polarităţii sursei • **Precizează** noţiunea de sens al curentului electric în circuit şi modul de determinare al acestuia în funcţie de polaritatea sursei..	• Pe baza analizei concluziilor experimentale **formulează** definiţia efectului magnetic. • **Notează definiţia** efectului magnetic. • **Găsesc**, intuitiv, noţiunea de sens al curentului
• **Desenează** pe tablă schema unui circuit electric simplu şi **solicită** elevilor să stabilească sensul curentului, precizat prin săgeată.	• **Desenează** schema circuitului electric şi precizează sensul curentului electric
• **Precizează** denumirea şi definiţia electromagnetului.	• **Notează**
• **Solicită elevilor** definiţia efectului termic, pe baza observaţiilor experimentale. • **Precizează** definiţia efectului termic. • **Cere** elevilor să precizeze, intuitiv, de ce efectul este mai puternic când creşte intensitatea curentului	• Pe baza analizei concluziilor experimentale **formulează** definiţia efectului magnetic. • **Notează definiţia** efectului magnetic. • **Găsesc**, intuitiv, dependenţa efectului termic de intensitatea curentului
• **Explică** elevilor noţiunea de intensitate nominală şi **exemplifică** pentru aparate electrice din laborator	• **Notează** precizările profesorului .
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): - solicită elevilor realizarea unei fişe care să conţină aparatele casnice electrice şi intensităţile nominale ale acestora; - cere elevilor să avanseze ipoteze privind funcţionarea aparatelor electrice la valori mai mici/mari ale intensităţii (faţă de cea nominală) şi efectele produse	• **Efectuează** tema pentru acasă**:** - **completează** fişa pe baza citirii indicaţiilor tehnice ale aparatelor casnice; - **formulează** ipoteze

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea temelor efectuate acasă şi **revine la întrebarea iniţială**: „ **Busola funcţionează corect în apropierea unui circuit electric** ”, cerând elevilor să **prezinte noi argumente** la întrebare; • • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): valorile nominale ale tensiunii şi curentului • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare: becuri, fire conductoare de legătură, baterii, ampermetre • **Reaminteşte** elevilor rolul ampermetrului şi modul de utilizare a acestuia**;** • **Îndrumă şi supraveghează** elevii în măsurarea intensităţii • **Solicită** elevilor citirea valorilor nominale indicate pe bec • **Cere** elevilor înlocuirea bateriei cu una de tensiune mai mică, observarea luminozităţii becului şi măsurarea intensităţii în noile condiţii • **Solicită** formularea concluziilor privind legătura dintre tensiune şi intensitate şi funcţionarea becului sub intensitatea nominală • **Solicită** elevilor realizarea a două circuite electrice independente, unul care să conţină două becuri(neidentice) legate în serie şi celălalt două becuri legate în paralel • **Cere** elevilor să măsoare şi să noteze valoarea intensităţii prin fiecare bec • **Solicită** formularea concluziilor • **Realizează**, frontal, un experiment în care se depăşeşte valoarea nominală a intensităţii • **Solicită** elevilor să observe experimentul şi să formuleze concluzia desprinsă • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): - cere elevilor să **se documenteze** privind efectele depăşirii valorilor nominale ale intensităţii şi tensiunii în circuitele electrice şi a modalităţilor de protejare a instalaţiilor - cere elevilor să **se documenteze** privind efectele curentului electric asupra	• **Dezbat** şi **argumentează** tensiune pentru diferite elemente de circuit; Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: • **realizează** circuitul simplu • **desenează** în caiete schema circuitului • **măsoară** şi **notează** intensitatea curentului • **Citesc** şi notează în caiete valorile tensiunii şi intensităţii nominale • **Înlocuiesc** bateria**;** • **Observă** că luminozitatea este mai mică şi **măsoară** noua intensitate. • **Formulează** concluziile: ➢ dacă intensitatea este sub valoarea nominală becul nu funcţionează „bine” ➢ dacă tensiunea sursei scade se micşorează şi intensitatea în circuit • **Realizează** dispozitivele experimentale • **Măsoară şi notează** intensităţile • **Formulează** concluziile**:** ➢ prin becurile legate în serie intensitatea este aceeaşi ➢ prin becurile legate în paralel intensitatea este diferită • **Observă** experimentul efectuat de profesor (becul se arde) • **Formulează** concluzia: dacă intensitatea este mai mare decât cea nominală becul se arde şi circuitul se întrerupe • **Se documentează** • **Prezintă** rezultatele documentării sub formă video, fişe, poze

corpului uman
- solicită prezentarea rezultatelor documentării sub formă de poze sau filme video

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Cere elevilor** să prezinte rezultatele şi concluziile documentării realizate ca temă • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Prezintă** documentaţia pregătită. • **Dezbat** situaţiile prezentate
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): norme de protecţie • **Implică elevii** în **prezentarea sistematizarea** metodelor de protecţie a instalaţiilor electrice şi contra electrocutării • **Demonstrează** practic elevilor modul de conectare a unei siguranţe fuzibile la un instrument de măsură (ampermetru, voltmetru) şi le cere să exerseze	• **Sistematizează** normele de protecţie. • **Exersează** montarea unei siguranţe fuzibile
• **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	

Bibliografie

(61) ** *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
(62) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(63) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(64) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(65) Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;
(66) David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
(67) Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;
(68) http://physics classroom/;
(69) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(70) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/ [18]

Criteriile de evaluare finală vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.
Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite" corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

29. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
30. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
31. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);

competenţe metacognitive (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:VI.11.1
Surse de lumină, Propagarea luminii

„Putem vedea pe cer o stea stinsă?”
sau „Putem prevedea eclipsele?”

Laurentziu Roşu

Clasa: a VI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 4 **(4 ore predare/învăţare + 1 ora evaluare)**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Surse de lumină, Propagarea luminii, Umbra si penumbra, Eclipse. (Programa de fizică pentru clasa a VI-a).
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat prin întrebări provocare, şi anume: **„Putem vedea pe cer o stea stinsă?” sau „Putem prevedea eclipsele?”**. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Lumina nu este instantanee, ci se propagă cu o anumită viteză. O consecinţă a propagării rectilinii luminii în medii omogene este formarea umbrelor, penumbrelor şi implicit a eclipselor, ce pot fi prevăzute pe baza periodicităţii mişcării Terrei şi Lunii.”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Activităţi de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): Menţionează ‚mirajul' opticii, existenţa a numeroase proprietăţi nebănuite a luminii ce pot fi utilizate în ştiinţă, tehnică, medicină, şi alte domenii.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind lumina, sursele de lumina, şi diverse situaţii fizice in care sunt folosite instrumentele optice (lupe, lentile, oglinzi, ochelari, microscop, etc.) în activitatea zilnică etc.;
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice" (la dispoziţia elevilor în clasă): **„Putem vedea pe cer o stea stinsă?" sau „Putem prevedea eclipsele?"** şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele şi efectele.	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, de exemplu: „probabil fiindcă se produc iluzii optice "; *„probabil ca nu se poate vedea o stea dacă e deja stinsă" , „probabil printr-o combinaţie ingenioasă de oglinzi, lupe, concepute special" „probabil fiindcă intervine mirajul"* şi altele;
• **Identifică cunoştinţele anterioare şi preconcepţiile elevilor cu privire la temă,** Profesorul solicită elevilor să evidenţieze exemple de surse de lumină, şi fenomenele remarcate de ei in anumite situaţii fizice legate de surse de lumină/corpuri ce emit lumină, de exemplu: - *Luna este o sursă de lumină? Emite lumină ?*.	• **Menţionează** exemple de sursele de lumină. La întrebarea propusă, gândirea elevilor este orientată astfel încât să poată ajunge la răspunsul: *‚Luna nu emite lumină - o vedem doar datorită faptului că fiind luminată de Soare, împrăştie(reflectă) lumina primită de la Soare.'*
• **Identifică** explicaţiile empirice greşite, întrebările elevilor (nevoile de cunoaştere) utilizarea corectă a termenilor fizici, exprimarea în limbaj ştiinţific.	• **Evocă din experienţa personală:** momente sau situaţii in care au remarcat surse de lumină, şi fac observaţii asupra acestora .
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;	• **Disting** clase/categorii in care pot fi încadrate şi clasificate sursele de lumină • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[19]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)*, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat: 7. definirea şi explicarea fenomenelor fizice folosind termeni specifici; 8. observarea fenomenelor, culegerea şi înregistrarea observaţiilor referitoare la acestea; 9. rezolvarea unor probleme cu caracter teoretic sau aplicativ. si c**onsultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[20]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele. • **Se orientează** asupra realizării unor produse finale: determinări experimentale, interpretarea rezultatelor sub forma referatelor lucrării de laborator, eseuri ce conţin explicaţii, aplicaţii etc.,

[19] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[20] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este?”. 1. Ce este *o sursă de lumină?* 2. *Ce este un corp translucid?* 3. *Experiment:Acasă, seara, sau noaptea(după apusul Soarelui), chiar dacă nu aprinzi lumina, vezi totuşi în jur. De ce?* a) *Identifică sursele de lumină* b) *Identifică direcţia pe care raze de lumină pătrund în cameră de la eventualele surse de lumină din exterior* c) *Sunt vizibile(iluminate) doar corpurile aflate pe această direcţie(a razelor de lumină pătrund în cameră) ? Dacă nu, explică de ce !*	• **Efectuează tema pentru acasă** (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor. Au ocazia să prezinte tema în maniere diverse.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.) prin analizarea **informaţiilor** colectate acasă, la întrebările despre noţiunile învăţate anterior, dar si prin alte intrebări (ce vizează cunoştinţele elevilor despre lumină) : 1. *Ce este un fascicul de lumină? Dar o rază de lumină?* 2. *Cum putem clasifica sursele de lumină?*	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Evaluează resursele** (ceea ce au aflat, ce au înţeles din clasa ora trecuta, ce au învăţat prin tema pentru acasă): filtrează, compară informaţiile obţinute, extrag informaţiile utile pentru a răspunde la întrebările (formulate de profesor)”
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): verificarea experimentala a proprietăţilor propagării luminii, şi a formării umbrelor, penumbrelor şi eclipselor	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii:

specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

(surse de lumină, ecran, corpuri opace, transparente, translucide, banc optic etc.) şi **cere elevilor** să efectueze experimente, să înregistreze datele si observaţiile.	- **Evidenţiază experimental şi verifică** propagarea în linie dreaptă a luminii (în medii omogene). - **Grupează** corpurile primite în categorii: opace , translucide, transparente, şi le studiază experimental proprietăţile - **Studiază experimental** umbra şi eventual penumbra formată de corpuri opace aşezate în faţa a diverse surse de lumină şi formulează concluzii (în cazul surselor punctiforme se formează numai umbra, dar în cazul surselor nepunctiforme se formează şi umbra şi penumbra)
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile, să formuleze concluzii.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind umbrele şi penumbrele remarcate experimental, şi propagarea luminii în linie dreaptă, • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a verifica diferite ipoteze / şi de a răspunde la un set de întrebări; *1. Ce este umbra? Dar penumbra?* *2. Ce fel de sursă de lumină este aceea la care se formează şi umbre şi penumbre dacă în faţa ei se postează un corp opac?* *3. Cum se numesc corpurile, care , daca sunt aşezate intre sursa de lumina si ecran , produc umbra ?* *4. Ce distanta străbate lumina in doua minute ?*	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări:

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (**sintetizarea observaţiilor** cu privire surse de lumină şi propagarea luminii, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi elimină ipotezele discrepante

• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): formularea concluziilor, stabilirea relaţiilor între mărimile fizice implicate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	• **Formulează ipoteze** privind fenomenele studiate şi relaţiile aşteptate;
• **Evocă o întrebare ajutătoare, asemănătoare cu cea de la începutul unităţii de învăţarea de investigat** în noua lecţie : **„Cum poţi explica semnificaţia versurilor din primele 3 strofe ale poeziei La steaua de Eminescu?: (din punct de vedere ştiinţific, privitor la proprietăţile luminii !?”** şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele şi efectele. “La steaua care-a răsărit E-o cale-atât de lungă, Că mii de ani i-au trebuit Luminii să ne-ajungă. “ ……	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, de exemplu: *„probabil fiindcă stelele sunt pe cer de mii de ani ”; „probabil fiindcă lumina călătoreşte prin spaţiu cu o anumită viteză” , „probabil este o exprimare poetică, neînţeleasă fizic”* şi altele;
• **Identifică cunoştinţele anterioare şi preconcepţiile elevilor cu privire la temă,** Profesorul solicită elevilor să evidenţieze fenomenele remarcate de ei in anumite situaţii fizice, legate de lumină, călătoria ei prin spaţiu. – *1. De exemplu modul cum , în cazul trăsnetului, lumina fulgerului şi sunetul tunetului se remarcă simultan?* Cere elevilor să găsească răspuns la o întrebare ajutătoare: *-2. Ce credeţi ? Lumina ajunge instantaneu de la sursa de lumină la ochii noştri ??*	• **Formulează răspunsuri- soluţii la cerinţele exprimate** • **Menţionează** modul de percepţie a razelor de lumină, *exemplifică faptul că în cazul trăsnetului, lumina fulgerului e remarcată înaintea tunetului , de unde se deduce că lumina se transmite(propagă) foarte rapid.* . La a doua întrebare propusă, gândirea elevilor este orientată şi cu ajutorul versurilor eminesciene din ‚La steaua’ amintite la începutul orei, dar şi prin analogie cu fenomenul observării fulgerului înaintea tunetului (din care rezultă că sunetul nu este instantaneu, analog însă lumina se propagă ca o unda, asemenea sunetului, deci la fel ca sunetul şi lumina trebuie să aibă o viteza de propagare finită, chiar dacă mare) astfel încât să poată ajunge la răspunsul: *‚Lumina nu este instantanee’*
• **Introduce noţiunea de** viteza luminii şi cere elevilor să exemplifice şi analizeze noţiunea. Menţionează că viteza luminii a fost măsurată de fizicianul francez Fizeau şi valoarea determinată a fost 300000km/s	• **Notează** precizările, observaţiile. **Reformulează** ipotezele formulate anterior: cu privire propagarea luminii, analizează, discuta concluziile (brainstorming) pentru a le verifica şi îmbunătăţi. **Formulează** definiţia sursei de lumină, a eclipselor, şi proprietăţile propagării luminii,
• **Precizează** modul in care se formează umbra şi penumbra, prezentând şi schematic drumul razelor de lumină.	**Disting** diferite criterii după care se pot clasifica corpurile din punctul de vedere al propagării luminii. trecerii luminii prin ele (transparente, translucide, opace). **Clasifică** corpurile din punctul de vedere al trecerii luminii prin ele (transparente, translucide, opace).
Cere elevilor să explice legătura dintre propagarea luminii, formarea umbrelor şi penumbrelor, şi eclipse totale sau parţiale.	**Clasifică** eclipsele (parţiale/totale, de Soare/de Lună) **Formulează** eclipselor, şi explică modul de producere si proprietăţi / observaţii
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; Se analizează versurile eminesciene din a 2-a şi a 3-a strofă a poemului ‚La steaua’: *Poate de mult s-a stins în drum* *În depărtări albastre,* *Iar raza ei abia acum* *Luci vederii noastre* *Icoana stelei ce-a murit* *Încet pe cer se suie;* *Era pe când nu s-a zărit.*	• **Evocă /analizează** propagarea luminii • **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica manifestările diferite ale propagării luminii **Reformulează** ipotezele formulate anterior: cu privire la propagarea luminii • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;

Azi o vedem, şi nu e.	
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: **„Putem vedea pe cer o stea stinsă?" şi „Putem prevedea eclipsele?"** şi să **formuleze o răspunsuri**;	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: lumina nefiind instantanee, străbate într-un timp lung uriaşele distanţe dintre Pământ şi stele (mii de ani) astfel încât e posibil ca o stea stinsă să mai fie încă văzută pe cer, lumina emisă de fosta stea pe când încă exista ajungând abia acum la noi, după mii de ani. La a doua întrebare, elevii vor putea aprecia:, „Acum ştiu că eclipsele pot fi prevăzute ţinând cont de definiţia eclipsei şi de faptul ca perioada de rotaţie a Pământului (în jurul Soarelui) şi a Lunii (în jurul Pământului) sunt cunoscute(un an, respectiv o lună)!!";
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească o prezentare(raport final **scris**) a rezultatelor investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Introducere/* (Moto) , Exemple care atrag atenţia asupra fenomenelor studiate, Experiment propus pentru studiul fenomenelor, *Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* , 4. *Observaţii* 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ) si aplicaţii practice.	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (prezentări PowerPoint, dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a IV-a. Aplicare / Transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză si de transfer .; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deducţie*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare.

(Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **Evaluează resursele** (ceea ce au aflat, ce au înţeles din clasa ora trecuta, ce au învăţat prin tema pentru acasă): filtrează, compară informaţiile obţinute, extrag informaţiile utile pentru a răspunde la întrebările (formulate de profesor)"
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
Cere elevilor exemplificarea şi analizarea unor fenomene explicate prin proprietăţile propagării luminii (Exemple: - *Imaginea Soarelui pe cer pe care o vedem, este/sau nu este imaginea pe care o*	- Exemplifica fenomene explicate prin proprietăţile propagării luminii -Exemplu: Imaginea Soarelui pe cer pe care o vedem, nu este imaginea pe care o are în clipa prezentă, ci imaginea

are în clipa prezentă? , ci imaginea pe care a avut-o în urmă cu 8minute si 20secunde. Cum explicăm? Putem afla care e distanţa de la Soare la Pământ ? Dacă da, ce formule folosim?	pe care a avut-o în urmă cu 8minute si 20secunde. Cum explicăm? Acesta e timpul necesar luminii să parcurgă distanţa Pământ-Soare .Calculăm cu formula t=d/v *-Alte exemple, date de elevi*
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme. Exemple: -Folosind un set de folii de plastic transparent, puteţi dovedi ca plasticul respectiv poate fi translucid sau chiar opac?(şi nu transparent aşa cum pare ?) -crearea unui model/mecanism care ajută la evidenţierea şi explicarea modului de producere a eclipselor şi a periodicităţii acestora -alte experimente prin care elevii îşi verifică ipotezele	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: s) **emit** o ipoteză preliminară; **Formulează** o explicaţie **şi elaborează o modalitate de a proba experimental** explicaţia şi răspunsul dat. Exemple: -verificarea faptului că, substanţele care în mod obişnuit sunt considerate transparente(când au grosime mică) , au proprietatea de a deveni translucide sau chiar opace(în funcţie de grosimea stratului de material) -crearea unui mecanism simplu ce ilustrează periodicitatea eclipselor
• **Cere elevilor să găsească răspunsuri la noi probleme:** *- În anul 1054 astronomii chinezi observau pe cer o stea, care după un timp a început să devină brusc mult mai luminoasă semn al exploziei finale a unei stele(supernova), în urma căreia se stinge foarte rapid. În sistemul solar al respectivei stele, credeţi supernova s-a observat în acel an? Sau mai devreme, ori mai târziu? Explicaţi !* *- Cea mai apropiată stea este Alfa-Centauri aflată la 4 ani lumină. Aflaţi câţi kilometri distanţă sunt până la stea !* *-Dacă dorim să transmitem un mesaj semnal radio , către planeta Pluton, când ajunge mesajul ?(ştim că undele radio se propagă la fel ca lumina, şi se dă distanţa Pământ –Pluton)*	• Formulează răspunsuri, precizează formulele de calcul folosite, procedeul de lucru, rezultatele
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[21];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, crearea unor machete/planşe/dispozitive experimentale,	• ****Îşi propun să expună produsele realizate** *în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele*.

[21] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

32. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
33. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
34. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
35. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

legături cu teme viitoare etc.	

Bibliografie

** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;
David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;
http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

Unitatea de învăţare:VI.11.2
Titlu: Reflexia, Refracţia luminii

Subtitlu (tematic): „Cum putem jongla cu imaginea unui obiect…astfel încât să apară mai mic, sau mai mare decât este, sau să apară în alt loc decât e în realitate?”

Laurenţiu Roşu

Clasa: a VI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 4 (4 ore predare/învăţare + 1 ora evaluare)
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Reflexia luminii, Oglinzi plane, Refracţia luminii, Lentile. (Programa de fizică pentru clasa a VI-a).
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat printr-o întrebare provocare, şi anume: **„Cum putem jongla cu imaginea unui obiect…astfel încât să apară mai mic, sau mai mare decât este, sau să apară în alt loc decât e în realitate?”.** Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Deşi lumina se propagă rectiliniu în medii omogene, ea îşi poate schimba direcţia prin reflexie sau refracţie când întâlneşte medii diferite(apă, sticlă, etc.) iar imaginea unui obiect dată de razele reflectate sau refractate se formează în alt loc decât cel în care este obiectul, iar prin refracţie imaginea poate fi mărită(prin lentile) , micşorată, sau chiar deformată !”.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Activităţi de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): Menţionează ‚mirajul' opticii, existenţa a numeroase proprietăţi nebănuite a luminii ce pot fi utilizate în ştiinţă, tehnică, medicină, şi alte domenii.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind lumina, şi diverse situaţii fizice in care sunt folosite instrumentele optice (lupe, lentile, oglinzi, ochelari, microscop, etc.) în activitatea zilnică etc.;
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice" (la dispoziţia elevilor în clasă): **„Cum putem jongla cu imaginea unui obiect…astfel încât să apară mai mic, sau mai mare decât este, sau să apară în alt loc decât e în realitate?"** şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele şi efectele.	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, de exemplu: „probabil fiindcă se produc iluzii optice "; *„probabil fiindcă intervine mirajul"* , *„probabil printr-o combinaţie ingenioasă de oglinzi, lupe, concepute special"* şi altele;
• **Identifică cunoştinţele anterioare şi preconcepţiile elevilor cu privire la temă,** Profesorul solicită elevilor să evidenţieze proprietăţile propagării luminii, domeniul de aplicabilitate al principiului propagării rectilinii a luminii: 1. *Există situaţii în care lumina să nu se mai propage rectiliniu (drept)?*	• **Menţionează** - proprietăţi ale propagării luminii -cazuri remarcate de ei în care lumina pare să se abate de la principiul propagării rectilinii
• **Identifică** explicaţiile empirice greşite, întrebările elevilor (nevoile de cunoaştere) utilizarea corectă a termenilor fizici, exprimarea în limbaj ştiinţific.	• **Evocă din experienţa personală:** momente sau situaţii in care au remarcat propagarea luminii sau curiozităţi legate de aceasta, şi fac observaţii
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; Se propun elevilor alte întrebări ajutătoare: *1- De ce seara, sau noaptea vedem mai greu obiectele de culoare neagră, şi cu suprafeţe aspre?* *2- Vesta reflectorizantă a poliţiştilor rutieri e vizibilă şi noaptea, chiar pe străzi aproape neiluminate! Cum se explică?* *3- Ziua, locurile aflate la umbră nu sunt luminate direct de Soare, dar totuşi sunt luminate. Explică: De ce ?*	• **Clasifică** corpurile din punctul de vedere al modului cum reflectă şi difuzează lumina în două categorii: *lucioase, cu suprafeţe netede (care reflectă şi difuzează bine lumina), si corpuri cu suprafeţe aspre* Întrebarea ajutătoare nr.1 va orienta gândirea elevilor către ideea: *'Corpurile cu suprafeţe aspre nu împrăştie (nu reflectă) bine lumina' ceea ce îi conduce spre idea: 'Putem vedea obiectele din jur doar dacă ele primesc si împrăştie în diverse direcţii(reflectă) lumina provenită de la o sursă de lumină si pot fi văzute numai după ce o parte din lumina răspândită(reflectată) de ele ajunge la ochi (redirecţionată!) '* • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[22]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)*, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat: 10. definirea şi explicarea fenomenelor fizice folosind termeni specifici;	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii

[22] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

11. observarea fenomenelor, culegerea şi înregistrarea observaţiilor referitoare la acestea; 12. rezolvarea unor probleme cu caracter teoretic sau aplicativ. si c**onsultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[23]	şi altele. • **Se orientează** asupra realizării unor produse finale: determinări experimentale, interpretarea rezultatelor sub forma referatelor lucrării de laborator, eseuri ce conţin explicaţii, aplicaţii etc.,
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este?”. 4. Ce este *reflexia luminii?* 5. *Cum clasificam fascicolele de lumină?* 6. *Se pot obţine imagini multiple ale aceluiaşi corp (care să apară în dublu exemplar, sau multiplu ? Cum?*	• **Efectuează tema pentru acasă** (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor. Au ocazia să prezinte tema în maniere diverse.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.) prin analizarea **informaţiilor** colectate acasă, la întrebările despre noţiunile învăţate anterior, dar si prin alte intrebări (ce vizează cunoştinţele elevilor despre lumină) : 1. *Ce este un fascicul convergent?* 2. *Ce fel de fascicul de lumină emite o lanternă?* 3. *Ce este reflexia luminii?*	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Evaluează resursele** (ceea ce au aflat, ce au înţeles din clasa ora trecuta, ce au învăţat prin tema pentru acasă): filtrează, compară informaţiile obţinute, extrag informaţiile utile pentru a răspunde la întrebările (formulate de profesor)”

[23] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): verificarea experimentala a reflexiei, refracţiei luminii a proprietăţilor-legilor acestora, şi a aplicaţiilor acestora (oglinzi, lentile)	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (surse de lumină, ecran, corpuri opace, transparente, translucide, banc optic, dispozitiv pentru studiul reflexiei şi refracţiei-cu rezervor semicircular cu apă şi raportor etc.) şi **cere elevilor** să efectueze experimente, să înregistreze datele si observaţiile.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **Evidenţiază experimental** reflexia (studiază condiţiile de producere, tipul de reflexie: regulată sau difuză , caracteristicile imaginii reflectate: dreaptă/răsturnată etc., măsoară cu raportorul unghiurile dintre raza incidenta şi normală, şi dintre raza emergentă şi normală notând valorile într-un tabel- folosind eventual dispozitivul pentru studiul reflexiei şi refracţiei-cu rezervor semi circular cu apă şi raportor) - **Evidenţiază experimental** refracţia luminii (studiază condiţiile de producere, caracteristicile imaginii refractate, măsoară cu raportorul unghiurile dintre raza incidenta şi normală, şi dintre raza emergentă şi normală notând valorile într-un tabel) - **Ordonează** substanţele utilizate (apă, spirt, sticlă, etc.) în funcţie de unghiul de deviaţie al luminii prin refracţie (în acest scop, se vor utiliza surse de lumină diafragmate pentru obţinerea unor fascicule foarte înguste de lumină- asemănătoare razelor de lumină) - **Clasifică** lentilele (din punctul de vedere al fasciculului de lumină emergent: convergente/divergente şi din punctul de vedere al formei: biconvexe, biconcave, planconvexe, etc.) - **Studiază experimental** caracteristicile imaginilor formate de lentile (mărite/micşorate, drepte/răsturnate, etc.) - **Studiază experimental legile reflexiei şi refracţiei**
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile, să formuleze concluzii.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind umbrele şi penumbrele remarcate experimental, şi propagarea luminii în linie dreaptă, • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a verifica diferite ipoteze / şi de a răspunde la un set de întrebări; *-În ce constă reflexia? Dar refracţia?* *-Ce este distanţa focală a unei lentile?* *-Cu o lentilă putem aprinde focul? Dacă da, cu ce fel de lentilă?* *-. În ce condiţii lumina îşi schimbă direcţia de propagare?* *-. Ce este reflexia difuză ? Prin ce diferă de reflexia regulată şi în ce condiţii se produce?* *-. Vedem obiectele aflate în apă prin intermediul razei reflectate sau refractate?*	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (**sintetizarea observaţiilor** cu privire reflexie, refracţie, oglinzi, lentile norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi elimină ipotezele discrepante
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): formularea concluziilor, stabilirea definiţiilor noţiunilor studiate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	• **Formulează ipoteze** privind noţiunile studiate;
• **Evocă 1-2 întrebări ajutătoare, asemănătoare cu cea de la începutul unităţii de învăţarea de investigat**: *-1. Când pui pensula de desen într-un pahar cu apă, ea pare mai mare, şi frântă! De ce ?* *-2. Vedem obiectele aflate în apă exact în locul în care se află sau nu? De ce?* *-3. Imaginea refractată obiectului este perfect asemănătoare cu obiectul şi egală în mărime cu acesta?* *-4. S-ar putea folosi sau nu refracţia pentru a obţine imagini deformate, mărite sau micşorate ale unui obiect ? Daţi exemple!* şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele şi efectele.	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări în termeni de reflexie şi refracţie a luminii, pe baza experimentelor efectuate;
• **Identifică cunoştinţele anterioare şi preconcepţiile elevilor cu privire la temă,** Profesorul solicită elevilor să evidenţieze fenomenele remarcate de ei in anumite situaţii fizice, legate de lumină, reflexie, refracţie, lentile Exemple: *-În cazul reflexiei, raza reflectată este simetrica razei incidente în raport cu normala?* *- -În cazul refracţiei, raza refractată este simetrica razei incidente în raport cu normala?* *-Normala este o rază de lumină, la fel ca raz incidentă şi raza reflectată?* - *Precizaţi asemănări şi deosebiri între reflexie şi refracţie*	• **Formulează răspunsuri-** soluţii la cerinţele exprimate folosind tabelele cu măsurători pentru unghiurile de reflexie, refracţie şi incidenţă de la experimentul cu dispozitivul pentru studiul reflexiei şi refracţiei-cu rezervor semi circular cu apă şi raportor • **Menţionează** proprietăţi ale reflexiei, refracţiei, lentilelor
• **Precizează** denumirea şi proprietăţile unghiurilor de incidenţă şi reflexie, refracţie razelor incidentă şi reflectată, precum şi denumirea şi unele proprietăţi ale noţiunilor caracteristice lentilelor (focar, distanţă focală)	• **Notează** precizările, observaţiile. **Reformulează** ipotezele formulate anterior: cu privire la reflexia, refracţia luminii, analizează, discuta concluziile (brainstorming) pentru a le verifica şi îmbunătăţi. **Disting** criterii după care se pot clasifica lentilele. **Clasifică** lentilele şi le menţionează proprietăţile.

	Formulează definiţia reflexiei, şi refracţiei şi legile acestora
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;	• **Evocă /analizează** reflexia, refracţia luminii , şi refracţia luminii prin lentile • **Trasează** mersul razelor de lumina în cazul reflexiei şi în cazul refracţiei • **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica manifestările diferite ale reflexiei, şi refracţiei luminii **Reformulează** ipotezele formulate anterior: cu privire la reflexia, refracţia luminii , şi refracţia luminii prin lentile • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: **„Cum putem jongla cu imaginea unui obiect…astfel încât să apară mai mic, sau mai mare decât este, sau să apară în alt loc decât e în realitate?”** şi să **formuleze o răspunsuri**;	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: *„Deşi lumina se propagă rectiliniu în medii omogene, ea îşi poate schimba direcţia prin reflexie sau refracţie când întâlneşte medii diferite(apă, sticlă, etc.) iar imaginea unui obiect dată de razele reflectate sau refractate se formează în alt loc decât cel în care este obiectul, iar imaginea poate fi mărită, micşorată, sau chiar deformată !”.*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească o prezentare(raport final **scris**) a rezultatelor investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Introducere/* (Moto) , Exemple care atrag atenţia asupra fenomenelor studiate, Experiment propus pentru studiul fenomenelor, *Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* , 4. *Observaţii* 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ) si aplicaţii practice.	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (prezentări PowerPoint, dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a IV-a. Aplicare / Transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză si de transfer .; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deducţie*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare.
(Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante

• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	sesizate în verificările proprii etc.; **Evaluează resursele** (ceea ce au aflat, ce au înțeles din clasa ora trecuta, ce au învățat prin tema pentru acasă): filtrează, compară informaţiile obţinute, extrag informaţiile utile pentru a răspunde la întrebările (formulate de profesor)"
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
Cere elevilor exemplificarea şi analizarea unor aplicaţii practice ale reflexiei şi refracţiei luminii (Exemple: - *Cum e posibil ca pasagerii unui submarin să vadă ce se află deasupra apei?*	- Exemplifica aplicaţii practice ale reflexiei şi refracţiei luminii -Explică construcţia şi funcţionarea periscopului *-Alte exemple, date de elevi*
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme. Exemple: *-1. Cum poate fi conceput un periscop? Încercaţi să construiţi experimental un periscop!* *-2. Evidenţiaţi în natură situaţii în care se produce reflexia difuză şi reflexia regulată !* *- 3. să se realizeze un dispozitiv cu care poţi vedea dincolo de colţul unei clădiri(fără să fii văzut) şi un dispozitiv cu care poţi vedea peste un dulap înalt peste care nu poţi vedea cu ochiul* *- -4. să se realizeze o oglindă utilizând materiale tranparente şi opace* *- 5. Realizează un dispozitiv cu care poţi vedea în spatele tău !* -alte experimente prin care elevii îşi verifică ipotezele şi/sau exemplifică aplicaţii practice ale reflexiei şi refracţiei luminii, lentilelor sau oglinzilor	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: **emit** o ipoteză preliminară; concep dispozitivele experimentale propuse , mai întâi schematic, trasând mersul razelor de lumină, aleg materialele necesare, modul de asamblare **Formulează** o explicaţie **şi elaborează o modalitate de a proba experimental** explicaţia şi răspunsul dat.
• **Cere elevilor să** răspundă la o întrebare asemănătoare celei de investigat*: „Folosind diferite lentile, explicaţi cum puteţi obţine imagini mărite şi apoi micşorate ale unui obiect ! Puteţi să arătaţi şi colegilor o parte dintre aceste imagini (proiectându-le pe un ecran) ? De ce pe unele imagini nu le puteţi proiecta pe ecran?"*	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: t) **emit** o ipoteză preliminară; u) **Formulează** o explicaţie **şi elaborează o modalitate de a proba experimental** explicaţia şi răspunsul dat, *folosind lentile convergente şi divergente, şi reglând distanţa dintre obiect şi lentila astfel încât să obţină pe ecran imaginea reală dorită, sau să obţină imaginea virtuală dorită vizibilă cu ochiul liber.* v) **precizează** ce imagini nu pot fi proiectate pe ecran şi de ce
• **Cere elevilor să găsească răspunsuri la noi probleme:** *- 1. Plasaţi o monedă într-un vas mare cu apă (de exemplu o cadă) şi privind de pe marginea vasului(din lateral, oblic) încercaţi să atingeţi cu o baghetă moneda. Reuşiţi ? Reprezentaţi schematic drumul razelor de lumină.* *-2. Evidenţiaţi experimental acasă refracţia luminii şi realizaţi o fotografie cu sistemul experimental în care surprindeţi fenomenul fizic al refracţiei luminii*	• Formulează răspunsuri, argumentează, exemplifică, explică • Elaborează procedeul experimental şi îl explică *(turnând încet apă în vas, peste monedă, aceasta pare să se deplaseze spre marginea vasului – mai precis imaginea monedei îşi schimbă poziţia datorită refracţiei, până când moneda nu se mai vede….dispare !)*
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[24];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de*

[24] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite)

	evaluare;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, crearea unor machete/planşe/ fotografii cu temă ştiinţifică, /dispozitive experimentale, legături cu teme viitoare etc.	• ****Îşi propun să expună produsele realizate** *în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele*.

Bibliografie

** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;
David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;
http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

---

corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

36. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
37. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
38. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
39. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

GHID METODOLOGIC

PENTRU PREDAREA FIZICII

Clasa a VII-a

Octombrie 2011

Ghidul a fost realizat in cadrul proiectului *Reforma curriculara a ştiinţelor exacte*, derulat de Societatea Academică din România în parteneriat cu Societatea Română de Fizică şi Romanian-American Foundation. La redactarea unităţilor de învăţare au lucrat profesori fizică din 6 judeţe – Arad, Caraş-Severin, Constanţa, Hunedoara, Iaşi şi Timiş.

Proiectul a fost finanţat de Romanian-American Foundation

.

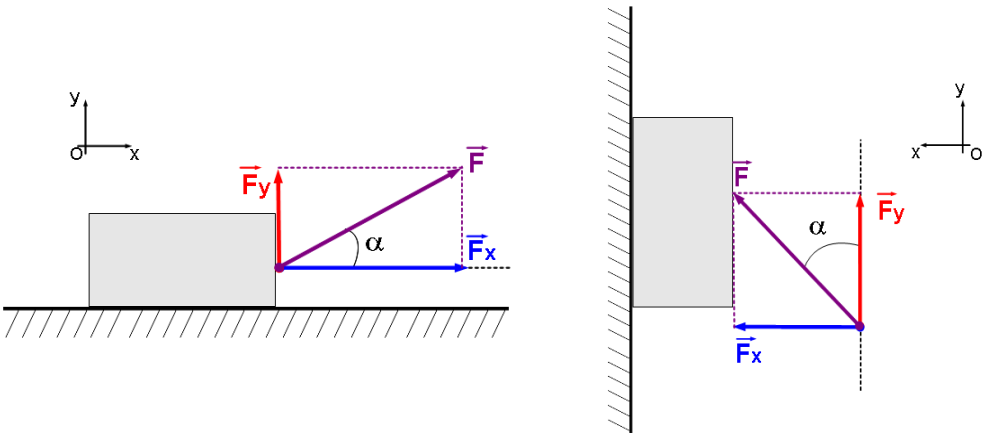
Planificarea unităţilor de învăţare/ repartizarea conţinuturilor pe unităţi de învăţare la clasa a VII-a

Cf. programei de fizică pentru clasa a VII-a/ 2009

Nr. crt.	Titlul unităţii de învăţare	Conţinuturi	Nr. ore	Autori
1.	**Forţe. Compunerea şi descompunerea forţelor**	**I. Forţa** **1. Efectul static şi efectul dinamic al forţei.** 1.1 Interacţiunea. Efectele interacţiunii mecanice.1. 2 Forţa, unitate de măsură, măsurare. 1.3 Forţa, mărime vectorială. Mărimi scalare, mărimi vectoriale. 1.5. Compunerea forţelor. *Descompunerea forţelor în raport cu două direcţii date.*	**5**	Daniel Lazăr, (Colegiul Naţional „Iancu de Hunedoara" Hunedoara)
		Evaluare	**1**	
2.	**Forţe.**	**I. Forţa** 1.4 Exemple de forţe. Forţă gravitaţională. Deosebirea dintre masă şi greutate. Dependenţa dintre deformare şi forţă. Legea deformării elastice. Reprezentare grafică. Forţa elastică.	**5**	Daniel Lazăr, (Colegiul Naţional „Iancu de Hunedoara" Hunedoara)
		Evaluare	**1**	
3.	**Forţe. Principiile mecanicii newtoniene**	**I. Forţa.** *Principiul inerţiei. Principiul acţiunii forţei.* 2. Principiul acţiunii şi a reacţiunii. 3. Aplicaţii: interacţiuni de contact – *forţa de tracţiune,* forţa de apăsare normală, forţa de frecare, *măsurarea forţei de frecare la alunecare, legile frecării la alunecare,* tensiunea în fir, presiunea.	**7**	Daniel Lazăr, (Colegiul Naţional „Iancu de Hunedoara" Hunedoara)
		Evaluare	**1**	
4.	**Echilibrul mecanic**	**II. Echilibrul mecanic al corpurilor.** 1. Echilibrul de translaţie. 3. *Echilibrul de rotaţie. 5. Mecanisme simple: pârghia, scripetele. 2. *Momentul forţei. 4. *Centrul de greutate. *Condiţia de echilibru de rotaţie.*	**4**	Larisa Măgheruşan (Gr.Ion Mincu, Deva)
		Evaluare	**1**	
5.	**Mecanisme simple**	**Mecanisme simple.** *Planul înclinat, pârghia, scripetele*.	**7**	Larisa Măgheruşan (Gr.Ion Mincu, Deva)
		Evaluare	**1**	
6.	**Lucru mecanic, putere, energie**	**III. Lucrul mecanic şi energia mecanică** 1. Lucrul mecanic. 2. Puterea mecanică. 4. Energia cinetică. 5. Energia potenţială. 6. Conservarea energiei mecanice. 7. Echilibrul mecanic şi energia potenţială. 3. Randamentul mecanic. *Randamentul mecanismelor simple: planul înclinat, pârghia, scripetele*.	**9**	Sorin Demeter, (Col.Tehnic „Transilvania" Deva) Iulian Leahu(Şcoala „Alexandru cel Bun", Iaşi)
		Evaluare	**1**	
7.	**Fenomene optice: umbră, penumbră**	I. Lumină şi sunet. *Umbră, penumbră. *Eclipse totale, parţiale. Camera obscură*.	**9**	• Angela L. Şerban
		Evaluare	**1**	
8.	**Fenomene optice: reflexia luminii**	1. Reflexia luminii. Legile reflexiei. 2. Oglinda plană, *oglinzi sferice*. Construirea imaginii.	**6**	Mircea Nistor (Colegiul Naţional de Informatică "Traian Lalescu" din Hunedoara)
		Evaluare	**1**	
9.	**Fenomene optice: refracţia luminii**	3. Refracţia luminii. Reflexia totală. 4. Lentile. 5. Construcţii grafice de imagini în lentile. 6. Instrumente optice. Ochiul. Ochelarii. Lupa. 7. Dispersia luminii. **Curcubeul.*	**8**	Larisa Măgheruşan (Gr.Ion Mincu, Deva)
		Evaluare	**1**	

10.	**Fenomene acustice**	8. Surse sonore. 9. Propagarea sunetelor. 10. Percepţia sunetelor .	**4**	Stănculescu Ana (Colegiul Naţional „Decebal” Deva) Stănculescu Sorin – (Colegiul Naţional „Decebal” Deva
		Evaluare	**1**	
11.	***Fenomene termice**	**V. Fenomene termice** 1. Difuzia. 2. Calorimetrie – căldura, temperatura. **Coeficienţi calorici. **Combustibili.* 3. Motoare termice. ***Randamentul motoarelor termice.*	**6**	Stănculescu Ana (Colegiul Naţional „Decebal” Deva) Stănculescu Sorin – (Colegiul Naţional „Decebal” Deva
		Evaluare	**1**	
		Total	**72**	

Unitatea de învăţare:VII.1
Forţa
sau
„Interacţionăm cu lumea în care trăim – o lume în care toate corpurile acţionează cu forţe unele asupra altora!”



Clasa: a VII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: I. Forţa. 1. Efectul static şi efectul dinamic al forţei. 1.1. Interacţiunea. Efectele interacţiunii mecanice. 1.2. Forţa, unitate de măsură, măsurare. 1.3. Forţa, mărime vectorială. Mărimi scalare, mărimi vectoriale. 1.5. Compunerea forţelor. *Descompunerea forţelor în raport cu două direcţii date.* (Programa de fizică pentru clasa a VII-a).
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de afirmaţia: *„ Interacţionăm cu lumea în care trăim!”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Toate corpurile acţionează cu forţe unele asupra altora!”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează forţa într-un concept mai cuprinzător (fenomene mecanice); • **Evocă întrebările de investigat** din această unitate de învăţare: *„ Dacă apăsăm cu degetul în mijlocul mesei, aceasta se deformează?”; „De ce o foaie de hârtie se îndoaie uşor, iar o foaie de carton se îndoaie mult mai greu?*”; *„Lăsând să cadă liber o minge, acţionează vreo forţă asupra ei, care să determine mărirea vitezei acesteia?”; „Atunci când un paraşutist sare din avion, ce se întâmplă cu viteza lui în primele momente ale căderii? Datorită acţiunii cărei forţe? Dar imediat după deschiderea paraşutei?”*	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind acţiunea unui corp asupra altui corp, necesitatea înţelegerii fenomenelor mecanice în viaţa cotidiană etc.; • **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări, de exemplu: „probabil nu se deformează” sau „sub acţiunea forţelor corpurile se deformează, chiar dacă aceste deformaţii nu sunt evidente”; „foaia de hârtie este mai subţire – partea care se întinde, se întinde mai puţin, iar partea care se contractă, se contractă mai puţin”; „probabil, forţa de atracţie gravitaţională”; „valoarea vitezei creşte din cauza greutăţii paraşutistului”; „scade rapid datorită frecării paraşutei cu aerul”;
	
„Numai tăria şutului spre poartă contează?”; „Când este pericolul mai mare să se rupă o sfoară cu rufe? Când este foarte bine întinsă sau când este lăsată mai „moale”?” şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebări/ argumente privind cauzele fenomenului observat;	„este importantă şi direcţia şutului – un şut bine plasat poate învinge uşor un portar”; „probabil forţele sunt mai mari, când sfoara este mai scurtă” şi altele;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă/ exersează** măsurarea unei forţe (utilizând corpuri având mase diferite şi dinamometrul – instrument bazat pe efectul deformator al forţei);
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; **orientează gândirea** elevilor către identificarea noţiunilor relevante (interacţiune, forţă, mărimi scalare, mărimi vectoriale) care disting ipotezele formulate;	• **Disting** situaţii din viaţa de zi cu zi, pentru a putea explica diferenţa dintre noţiunile: interacţiune, forţă, efect static/ efect dinamic al forţei, mărimi scalare / mărimi vectoriale; - **menţionează** faptul că interacţiunea este o proprietate fizică generală a corpurilor, iar forţa este mărimea fizică ce măsoară tăria interacţiunii corpurilor, exprimând cantitativ interacţiunea; - **relevă** situaţii din practică în care sunt evidenţiate efecte statice, respectiv efecte dinamice ale interacţiunii corpurilor;

	- **concluzionează** faptul că efectul static constă în deformarea corpurilor, iar efectul dinamic constă în schimbarea mărimii vitezei şi/ sau a orientării acesteia; - **evidenţiază** că în cazul unor mărimi fizice este necesară atât indicarea unei valori, cât şi a unei orientări. • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[1]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[2]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este?”; „Cum explicaţi?”; „Cum se utilizează?”; „Cum funcţionează?”	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Activitatea profesorului	Activităţi de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică** elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

[1] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[2] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (tabla de forţe cu accesorii, trei seturi de mase marcate, fiecare set având, în total, 250 g) şi **cere elevilor să experimenteze** (să stabilească experimental legi simple privind echilibrul a două sau trei forţe ce acţionează în acelaşi punct; să descopere regulile de compunere a forţelor).	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **modifică** mai întâi unghiul de acţiune a două forţe, apoi a trei forţe, care au acelaşi punct de aplicaţie, pentru a stabili, experimental, starea de echilibru; **descoperă** regulile de compunere a forţelor, completând „poligonul forţelor" sau „paralelogramul forţelor" pentru diferite configuraţii;
	
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** referitoare la echilibrul forţelor şi la compunerea acestora: - suspendând mase marcate având anumite valori, se obţine starea de echilibru mecanic, corespunzătoare a două sau trei forţe ce acţionează în acelaşi punct; - forţele nu se adună algebric, fiind foarte importantă orientarea acestora, aspect relevat de „triunghiul forţelor"; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Cere elevilor**, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări: 1.Cum poate fi demonstrată regula paralelogramului forţelor cu ajutorul a trei dinamometre, a unei sfori şi a unei planşete? 2. Se poate înlocui o forţă, cu alte două forţe concurente, efectul fiind acelaşi?	• **Efectuează experimentele şi elaborează răspunsurile.**

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Antrenează elevii în **a sintetiza observaţiile**	• **Constată** că o mărime fizică, cum este şi forţa, este

etapei de explorare - experimentare şi **cere elevilor** să precizeze dacă o forţă este complet determinată cunoscându-i doar mărimea, însoţită de unitatea de măsură corespunzătoare;	complet determinată, dacă pe lângă valoarea numerică, însoţită de unitatea de măsură corespunzătoare, se precizează şi orientarea sa;
• **Indică elevilor** faptul că unele mărimi fizice (scalare) sunt mărimi complet cunoscute, dacă precizăm valoarea numerică, însoţită de unitatea de măsură corespunzătoare, iar alte mărimi fizice (vectoriale) sunt mărimi complet determinate, dacă, pe lângă valoarea numerică şi unitatea de măsură corespunzătoare, mai precizăm direcţia, respectiv sensul (eventual punctul de aplicaţie) şi cere elevilor alte exemple de mărimi fizice vectoriale;	• **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare – experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor generalizări (inducţii): mărimi fizice, cum sunt masa, timpul, densitatea substanţei unui corp, volumul, temperatura etc., sunt mărimi fizice scalare, în timp ce forţa, deplasarea, viteza, acceleraţia, sunt mărimi fizice vectoriale, cele din urmă adunându-se geometric;
• **Solicită elevii să reprezinte grafic** o forţă de 2 N, pe direcţie verticală, fiind orientată de jos în sus, respectiv o forţă având valoarea de 3 N, pe direcţie orizontală, având sensul spre dreapta;	• **Constată** că: 1. mărimile vectoriale se reprezintă, la o anumită scară, prin segmente de dreaptă orientate (săgeţi), numite vectori; 2. direcţia reprezintă dreapta în lungul căreia este orientat vectorul, precum şi orice altă dreaptă paralelă cu aceasta; 3. pe orice direcţie distingem două sensuri contrare, reprezentate prin vârful săgeţii;
• **Cere elevilor** să revină la afirmaţia *„Interacţionăm cu lumea în care trăim!”* şi **să constate** faptul că toate corpurile acţionează cu forţe, unele asupra altora;	• **Relevă** faptul că: *1. un corp nu are forţă; 2. un corp „amărât” poate să dezvolte o forţă mare, în urma interacţiunii cu un alt corp; 3. în natură nu există acţiuni izolate, numai interacţiuni;*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere elevilor** să răspundă la întrebări, cum sunt: 1. Ce au în comun volumul unei sticle, timpul indicat de ceasornic, tensiunea unei baterii şi masa unui căţel?; 2. „Vector” înseamnă „cel ce transportă ceva”. Performanţa şcolară la diverse materii este mai degrabă un vector sau un scalar?; 3. De ce forţele şi vitezele sunt vectori?; 4. Este corectă afirmaţia: „Acel corp are o forţă mică!”?	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

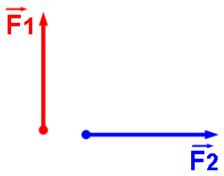
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

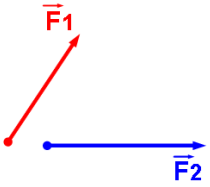
Lecţia 4

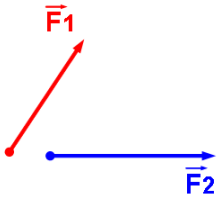
Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;

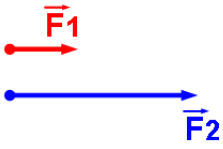
obiectivele lecţiei): compunerea forţelor concurente prin regula paralelogramului, a triunghiului, respectiv a poligonului, descompunerea unei forţe în două componente, pe două direcţii date;

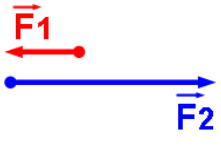
• **Prezintă elevilor** modul în care se compun forţele concurente prin regula paralelogramului, respectiv a triunghiului şi **cere elevilor** să evidenţieze faptul că o forţă poate înlocui două sau mai multe forţe (având acelaşi efect), scriind şi relaţiile vectoriale şi scalare corespunzătoare, în următoarele situaţii:



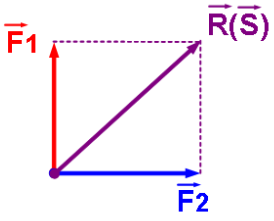




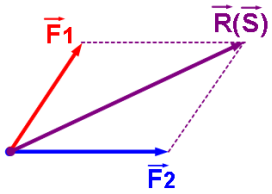




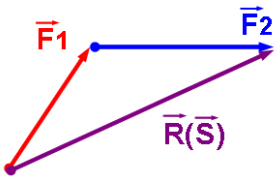
• **Evidenţiază** faptul că o forţă ce înlocuieşte două sau mai multe forţe, având acelaşi efect, reprezintă suma vectorială (rezultanta) a acelor forţe ($\vec{R}$):



$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2;\quad R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$



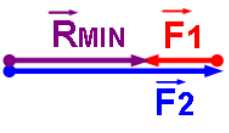
$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$
$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$$



$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

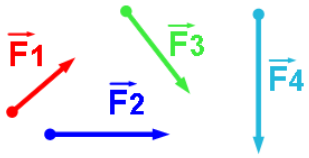


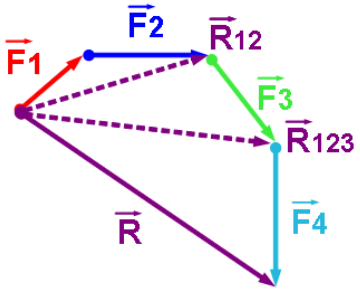
$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$
$$R_{max} = F_1 + F_2$$



$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$
$$R_{min} = F_2 - F_1$$

• **Prezintă elevilor** modul în care se compun forţele prin regula liniei poligonale şi **cere elevilor** să aplice această regulă, în următoarea situaţie:

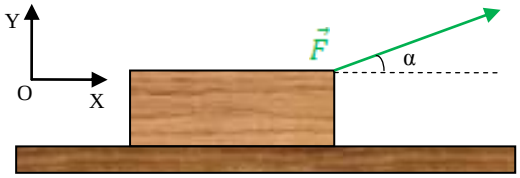


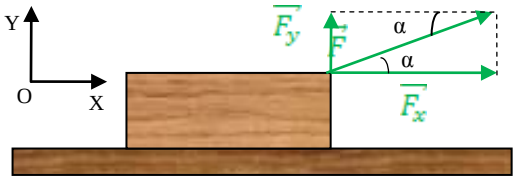


$$\vec{R}_{12} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$
$$\vec{R}_{123} = \vec{R}_{12} + \vec{F}_3$$
$$\vec{R}_{123} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$
$$\vec{R} = \vec{R}_{123} + \vec{F}_4$$
$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$$

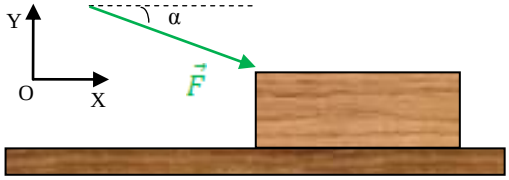
• **Prezintă elevilor** modul în care se descompune o forţă în două componente, pe două direcţii date şi **cere elevilor** să descompună forţele din exemplele indicate, scriind şi relaţiile dintre $\vec{F}$, $\vec{F}_x$ şi $\vec{F}_y$, dintre F, F_x şi F_y, dintre $\vec{G}$, $\vec{G}_x$ şi $\vec{G}_y$ respectiv G, G_x şi G_y:

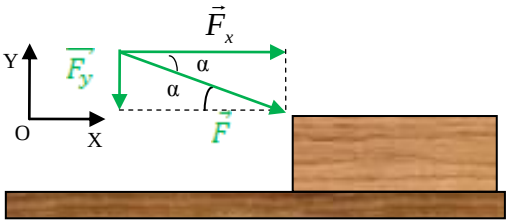
- Evidenţiază faptul că operaţia de descompunere a unei forţe în două componente, pe două direcţii date, este operaţia inversă compunerii (adunării) vectoriale:

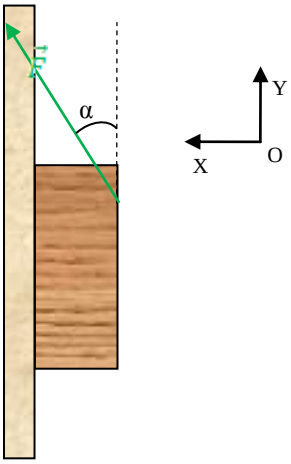


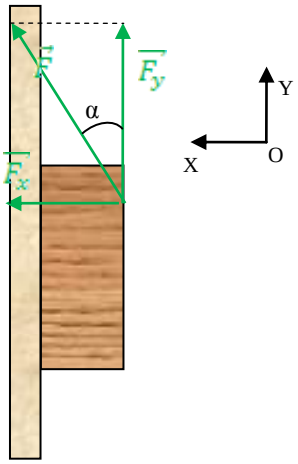


$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$$
$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$
$$F_x = F\cos\alpha$$
$$F_y = F\sin\alpha$$







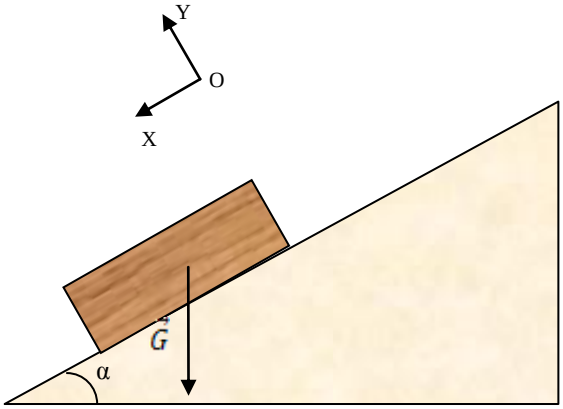


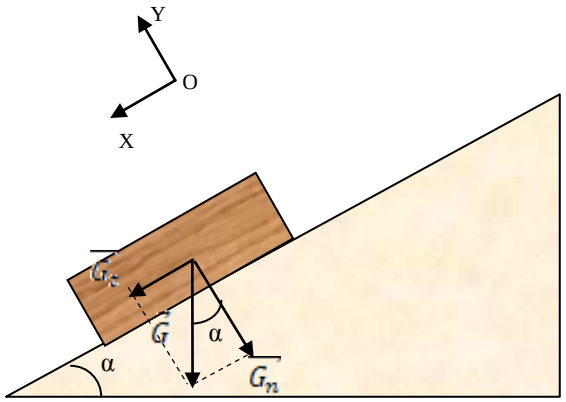
$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$F_x = F \sin\alpha$$

$$F_y = F \cos\alpha$$





$\vec{G} = \vec{G}_x + \vec{G}_y$

$\vec{G} = \vec{G}_t + \vec{G}_n$

$\vec{G}_t$ = componenta tangenţială a greutăţii corpului (paralelă cu planul înclinat)

$\vec{G}_n$ = componenta normală a greutăţii corpului (perpendiculară pe planul înclinat)

$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$

$G_x = G\sin\alpha; G_t = G\sin\alpha$

$G_y = G\cos\alpha; G_n = G\cos\alpha$

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).

• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului;

• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.);

• **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[3]; • **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ***Îşi propun să expună produsele realizate*** *în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele*.

[3] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

1. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
2. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
3. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
4. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Bibliografie

Ailincăi, Margareta; Rădulescu Liviu, *Probleme – întrebări de fizică*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1972.

Ciascai, Liliana, *Didactica fizicii*, Editura Casa Cărţii de Ştiinţă, Cluj-Napoca, 2006.

Clark, Christopher; Enescu, George; Nistor, Mircea; Rusu, Mircea, *Fizică. Manual pentru clasa a VII-a*, Editura ALL, Bucureşti, 1999.

Corega, Constantin; Andreica, Dan; Marinciuc, Mihai; Kevorkian, Brînduşa, *Probleme şi lucrări practice de fizică,* Editura Studium Cluj-Napoca, Cluj-Napoca, 1995.

Epstein, Lewis Carroll, *Gândiţi Fizica!,* Editura ALL Educaţional, Bucureşti, 1995.

Garabet, Mihaela; Neacşu, Ion, *Lecţii experimentale în laboratorul de fizică*, Editura Niculescu, Bucureşti, 2004.

Gherbanovschi, Cleopatra; Gherbanovschi, Nicolae, *Fizică. Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Niculescu, Bucureşti, 2005.

Hristev, Anatolie; Fălie, Vasile; Manda, Dumitru; *Fizică. Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1985.

Ionescu-Andrei, Rodica; Onea, Cristina; Toma, Ion, *Fizică. Filiera tehnologică. Filiera teoretică (profil real). Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Teora Educaţional, Bucureşti, 1999.

Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti, 2006.

Păcurari, O., (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001.

Sandu, Mihail, *Probleme de fizică pentru gimnaziu*, Editura ALL Educaţional, Bucureşti, 1996.

Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti, 2005.

Stoenescu, George; Florian, Gabriel; *Didactica fizicii*, Editura SITECH, Editura ELSE, Craiova, 2009.

Turcitu, Doina; Panaghianu, Magda; Şerban, Marin, *Fizică. Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Radical, Bucureşti, 2009.

Turcitu, Doina; Panaghianu, Magda; Pop, Viorica; Iancu, Mihaela; Stoica, Cristiana; Ursu, Stelian, *Fizică. Manual pentru clasa a VII-a*, Editura Radical, Bucureşti, 1999.

Unitatea de învăţare:VII.2
Forţa gravitaţională şi forţa elastică
sau
„Cei care sar cu coarda elastică pot sfida gravitaţia!”





Clasa: a VII-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: I. Forţa. 1.4. Exemple de forţe. Forţa gravitaţională. Deosebirea dintre masă şi greutate. Dependenţa dintre deformare şi forţă. Legea deformării elastice. Reprezentare grafică. Forţa elastică. (Programa de fizică pentru clasa a VII-a).

Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de afirmaţia: *„Cei care sar cu coarda elastică pot sfida gravitaţia!”* Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Forţa gravitaţională şi forţa elastică se pot echilibra reciproc!”*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează forţa într-un concept mai cuprinzător (fenomene mecanice);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind acţiunea unui corp asupra altui corp, necesitatea înţelegerii fenomenelor mecanice în viaţa cotidiană etc.;
• **Evocă întrebările de investigat** din această unitate de învăţare: *„Ce efect dinamic poate avea greutatea unui corp asupra acestuia?”; „Este posibil ca două corpuri de mase diferite să aibă greutăţi egale?”; „Dacă un resort a fost deformat, după încetarea acţiunii forţei deformatoare, el revine (aproape) la forma şi la lungimea iniţială. Ce se întâmplă cu resortul în timpul deformării?”; „Care este diferenţa dintre forţa ce deformează un resort şi forţa ce tinde să readucă resortul la starea nedeformată?”; „Există diferenţă între vectorul forţă deformatoare şi vectorul forţă elastică?”* şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebări/ argumente;	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări, de exemplu: *„probabil modificarea mărimii vitezei corpului”; „nu este posibil” sau „două corpuri de mase diferite pot avea greutăţi egale, dacă cele două corpuri se află în locuri diferite din Univers”; „între părţile componente ale resortului se exercită forţe care tind să readucă resortul la starea iniţială; în cazul resortului alungit, aceste forţe tind să micşoreze distanţele dintre spire, iar în cazul celui comprimat, să le mărească”; „forţa deformatoare este o forţă externă, în timp ce forţa ce tinde să readucă resortul la starea relaxată se manifestă în resort”; „cei doi vectori forţă au sensuri opuse”;*
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** faptul că greutatea unui corp este forţa cu care respectivul corp este atras de Pământ, respectiv faptul că între valoarea deformării unui resort şi mărimea forţei deformatoare există o directă proporţionalitate; • **Exersează** măsurarea greutăţii unor corpuri având mase diferite, utilizând dinamometrul, principiul de funcţionare al acestuia bazându-se pe legea deformărilor elastice;
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; **orientează gândirea** elevilor către identificarea noţiunilor relevante (*forţa gravitaţională, masa, forţa ce deformează un corp elastic, forţa ce tinde să readucă, la starea nedeformată, corpul elastic*) care disting ipotezele formulate; se sugerează experimentarea, având la dispoziţie balanţă, cutie cu mase marcate, resort, suport vertical pentru suspendarea resortului, hârtie milimetrică, corpuri având mase diferite;	• **Disting** situaţii din viaţa cotidiană, pentru a putea explica diferenţa dintre noţiunile: masă / greutate; forţă deformatoare / forţă elastică; • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe şi **experimentează**;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[4]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor

[4] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

parcurgerii unităţii de învăţare);[5]	pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este?”; „Cum explicaţi?”; „Cum se utilizează?”; „Cum funcţionează?”	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

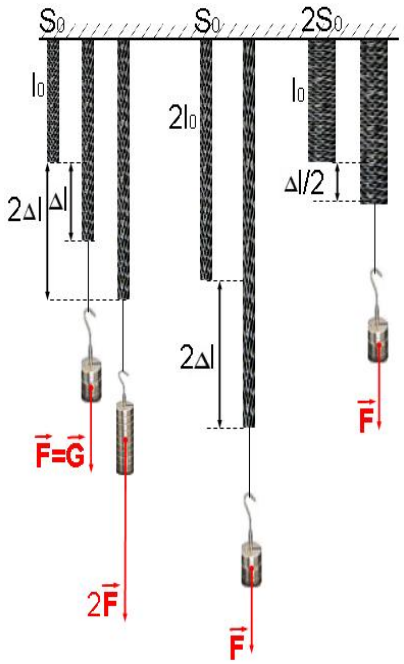
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică** elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (fire cilindrice verticale din cauciuc şi din alte materiale elastice, suport, riglă, suport cu discuri crestate, identice – cu masa cunoscută) şi **cere elevilor să experimenteze** (să stabilească experimental modul în care depinde alungirea absolută a materialului elastic solicitat de mărimea forţei deformatoare, de lungimea iniţială a materialului, de aria secţiunii transversale a materialului şi de natura materialului supus solicitării), concepându-şi singuri dispozitivul experimental şi indicând schiţa acestuia;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **- indică** schiţa dispozitivului experimental:

[5] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).



- **constată experimental:**

a) NATURA MATERIALULUI ELASTIC - ACEEAŞI
l_0 – CONSTANTĂ
S_0 – CONSTANTĂ
F – VARIABILĂ

$$F \to \Delta l$$
$$2F \to 2 \cdot \Delta l \quad \Rightarrow \Delta l \sim F$$
$$\vdots$$
$$nF \to n \cdot \Delta l$$

b) NATURA MATERIALULUI ELASTIC – ACEEAŞI
S_0 – CONSTANTĂ
F – CONSTANTĂ
l_0 – VARIABILĂ

$$l_0 \to \Delta l$$
$$2l_0 \to 2 \cdot \Delta l \quad \Rightarrow \Delta l \sim l_0$$
$$\vdots$$
$$nl_0 \to n \cdot \Delta l$$

c) NATURA MATERIALULUI ELASTIC – ACEEAŞI
l_0 – CONSTANTĂ
F – CONSTANTĂ
S_0 – VARIABILĂ

$$S_0 \to \Delta l$$
$$2S_0 \to \frac{\Delta l}{2} \quad \Rightarrow \Delta l \sim \frac{1}{S_0}$$
$$\vdots$$

• **Cere elevilor** să comunice observaţiile experimentale;	$nS_0 \rightarrow \frac{\Delta l}{n}$ • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **concluzionează**:
• Utilizând fire elastice din materiale diferite, cu aceleaşi caracteristici (l_0,S_0), valoarea forţei deformatoare fiind aceeaşi, **solicită elevii** să stabilească experimental dacă valorile alungirilor sunt sau nu diferite;	$\Delta l \sim \frac{F \cdot l_0}{S_0}$ $\downarrow \quad \downarrow$ $m \quad \frac{N \cdot m}{m^2} = \frac{N}{m}$ • Elevii **constată experimental**: d) l_0 – CONSTANTĂ S_0 – CONSTANTĂ F – CONSTANTĂ
• Cere elevilor să comunice ceea ce au constat experimental;	NATURA MATERIALULUI ELASTIC – VARIABILĂ $\Rightarrow$ alungirea firului elastic solicitat depinde şi de natura materialului
• **Cere elevilor**, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări: 1. Dacă asupra unui corp acţionează două sau mai multe forţe, efectul poate fi deformarea corpului (efect static)?; 2. Corpuri precum cele din plumb sau din plastilină, dacă au fost deformate mai revin la forma iniţială, după încetarea acţiunii forţelor?; 3. Un resort din oţel se deformează elastic sub acţiunea unor forţe deformatoare; dacă acestea depăşesc anumite limite, resortul mai revine la dimensiunile iniţiale?	• **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare; • **Efectuează experimentele şi elaborează răspunsurile.**

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Activitatea profesorului	Activităţi de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Antrenează elevii în **a sintetiza observaţiile** etapei de explorare - experimentare şi **cere elevilor** să stabilească o relaţie cauză-efect, bazându-se pe observaţiile experimentale, profesorul sugerându-le necesitatea introducerii unei constante de material (E – modul de elasticitate la tracţiune; $[E]_{S.I.} = N/m^2$); „E" reflectă „tăria" materialului;	• Realizează trecerea de la ceea ce au stabilit experimental (directa, respectiv inversa proporţionalitate) la egalitate matematică şi **constată**: $\Delta l = \frac{1}{E} \cdot \frac{F \cdot l_0}{S_0}$; $E = \frac{F \cdot l_0}{S_0 \cdot \Delta l}$ $\Delta l = \frac{l_0}{E \cdot S_0} \cdot F$; $\frac{F}{S_0} = E \cdot \frac{\Delta l}{l_0}$ E, l_0, S_0 - constante specifice unui material elastic
• **Indică elevilor** faptul că expresia $E = \frac{F \cdot l_0}{S_0 \cdot \Delta l}$ reprezintă formula de definire a modulului de elasticitate la tracţiune, în timp ce expresia $\frac{F}{S_0} = E \cdot \frac{\Delta l}{l_0}$ reprezintă o lege fizică (relaţie cauză-efect); $F = \kappa \cdot \Delta l$ este relaţie de definire dinamică a forţei deformatoare, iar, pe de altă parte, reprezintă legea deformărilor elastice, „κ" fiind constanta elastică a materialului solicitat. • **Cere elevilor** să stabilească unitatea de măsură în S.I. a constantei de elasticitate;	$F = \frac{E \cdot S_0}{l_0} \cdot \Delta l$ $\frac{E \cdot S_0}{l_0} = \kappa$ $\Rightarrow F = \kappa \cdot \Delta l$ • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare – experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor generalizări (inducţii): pentru acelaşi solid elastic, deformările elastice sunt direct proporţionale cu forţele deformatoare $(\Delta l \sim F)$; $\kappa = \frac{F}{\Delta l}$ $[\kappa]_{S.I.} = \frac{[F]_{S.I.}}{[\Delta l]_{S.I.}}$ $[\kappa]_{S.I.} = \frac{N}{m}$
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere elevilor** să răspundă la întrebări, cum sunt: 1. Cum s-ar putea determina constanta elastică a resortului unui pix?; 2. Aţi putea estima valoarea constantei de elasticitate a resortului pixului, înainte de a face vreo măsurătoare?	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

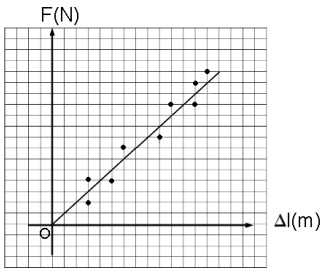
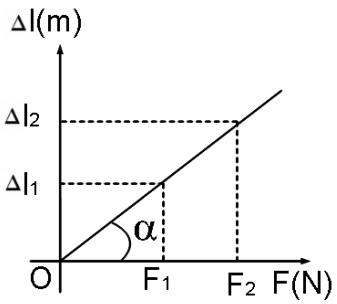
Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): determinarea constantei elastice a unui resort, forţa elastică;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (dinamometru etalonat pentru măsurarea forţelor până la 1 N, respectiv dinamometru etalonat pentru măsurarea forţelor până la 2,5 N, hârtie milimetrică, suport pentru dinamometre, cârlig cu diferite discuri crestate, având masele cunoscute) şi **cere elevilor** să determine experimental constantele elastice ale resorturilor dinamometrelor, prelucrând datele experimentale, comparând valorile obţinute pentru fiecare determinare, calculând în fiecare caz eroarea determinării şi indicând sursele erorilor;	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - **determină experimental** constantele elastice ale celor două resorturi, fixând, pe rând, dinamometrele pe suport, de cârligul dinamometrelor suspendând diferite discuri crestate şi notând în fiecare caz alungirea resorturilor; - **calculează** constantele elastice din relaţia $F = \kappa \cdot \Delta l$, unde $F = G = m \cdot g$; - **compară** valorile obţinute în cazul fiecărei determinări; - **calculează,** în fiecare caz, eroarea determinării; - **precizează** sursele de erori; - **reprezintă grafic** $\Delta l = f(F)$**:**
• **Cere elevilor** să reprezinte grafic alungirea fiecărui resort, în funcţie de forţa deformatoare;	 - 

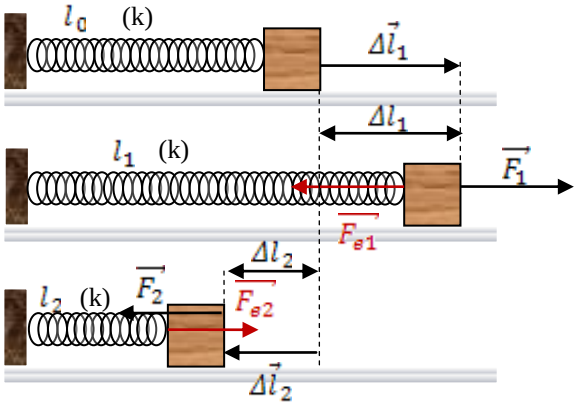
- **Cere elevilor** să indice sensul fizic al tangentei unghiului α ;

evidenţiază $tg\alpha \equiv \frac{1}{\kappa}$ **;**

- **Cere elevilor să investigheze** sistemele fizice prezentate, pentru a înţelege mai bine semnificaţia forţei elastice:

- precizează faptul că alungirea unui resort sau a unui fir elastic poate fi considerată o mărime fizică vectorială, fiind coliniară cu forţa deformatoare şi având sensul acesteia:

$$\vec{F} = \kappa \cdot \Delta\vec{l} \; ; \quad \Delta\vec{l} = \frac{1}{\kappa} \cdot \vec{F} \; ;$$

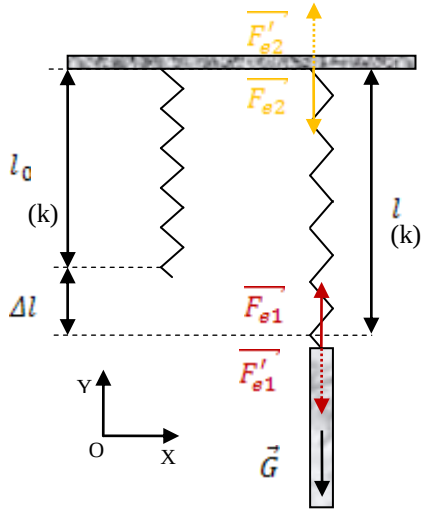


- evidenţiază faptul că forţa ce tinde să readucă un corp deformat elastic în starea iniţială (de corp nedeformat), reprezintă forţa elastică; aceasta este direct proporţională cu alungirea / comprimarea corpului elastic şi se opune creşterii deformării:

$$\vec{F}_e = -\kappa \cdot \Delta\vec{l} \; ;$$

- indică faptul că modulul vectorului forţă elastică este:

$$\left|\vec{F}_e\right| = F_e = \kappa \cdot \Delta l \; ;$$



- stabilesc: corpul suspendat este în echilibru, atunci când

$$\vec{R} = \vec{0}$$

$$\vec{G} + \vec{F}_{e1} = \vec{0}$$

$$G = F_{e1}$$

$$m \cdot g = \kappa \cdot \Delta l$$

- **Cere elevilor** să revină la afirmaţia iniţială: *„Cei care sar cu coarda elastică pot sfida gravitaţia!”* şi **să formuleze** ipoteze;

- precizează: *forţa elastică din coardă poate contracara greutatea corpului.*

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).

• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului;

• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.);

• **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• ***Cere elevilor să determine experimental*** *valorile constantelor elastice* κ_1 *şi* κ_2 *pentru două resorturi elastice (dintre care primul este marcat cu un fir de aţă albă), valoarea constantei elastice echivalente „* κ_s *” a sistemului format din cele două resorturi legate în serie, având la dispoziţie cele două resorturi elastice, cârlige pentru discuri crestate (cu masa de 10 g), discuri*	• *Organizaţi în grupurile de lucru, elevii:* - *fixează tija verticală în trepied, iar la capătul superior prind pe tijă mufe simple, împreună cu tija orizontală cu cârlig.;* - *suspendă, pe rând, de stativ, cele două resorturi şi apoi cele două resorturi legate unul după altul.;* - *suspendă, de fiecare resort sau grupare, pe rând, cârligul pentru discuri crestate;* - *efectuează cel puţin patru determinări pentru fiecare*

crestate cu mase marcate, de 5g – 4 bucăţi şi de 10 g – 4 bucăţi, coală A_4 de hârtie milimetrică, tijă verticală, tijă orizontală cu cârlig, mufă simplă de prindere, trepied;

- **Cere elevilor să deducă** (analitic) expresia pentru constanta elastică echivalentă „κ_s” în cazul a două resorturi legate în serie, respectiv expresia pentru constanta elastică echivalentă „κ_p” în cazul aceloraşi resorturi, legate în paralel (ATENŢIE! În ultima configuraţie, dacă resorturile au constante elastice diferite, trebuie să asigurăm alungiri egale ale celor două resorturi. Imaginaţi o metodă pentru a realiza acest lucru.);

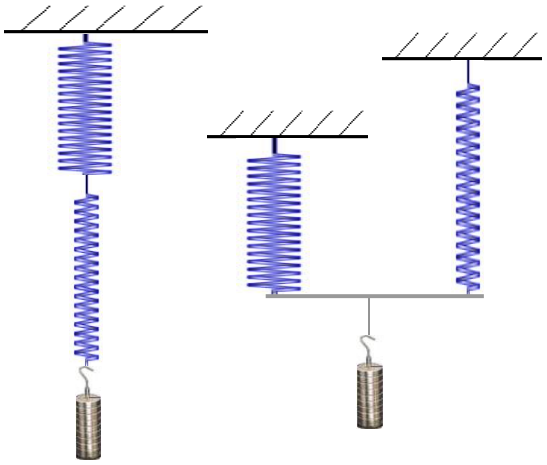
sistem, punând pe cârlig discuri crestate;
- *notează, pentru fiecare determinare, valorile pentru lungimea iniţială (l_0), masa totală (m) a discurilor suspendate, lungimea finală (l) corespunzătoare masei (m);*
- ***calculează*** *forţa deformatoare (greutatea discurilor):*

$$F = G = mg,$$

deformarea sistemului: $\Delta l = l - l_0$

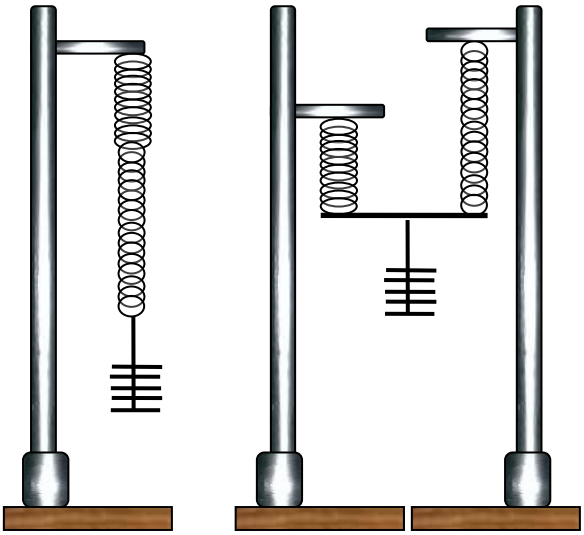
şi constanta elastică: $\kappa = \frac{F}{\Delta l}$;

- ***demonstrează:*** *la legarea resorturilor în serie, sub acţiunea forţei deformatoare* $\vec{F}$, *alungirea totală a sistemului este egală cu suma alungirilor fiecărui resort:*



$$F_1 = F_2 = F$$
$$\Delta l_s = \Delta l_1 + \Delta l_2$$
$$F = \kappa_1 \cdot \Delta l_1 \Rightarrow \Delta l_1 = \frac{F}{\kappa_1}$$
$$F = \kappa_2 \cdot \Delta l_2 \Rightarrow \Delta l_2 = \frac{F}{\kappa_2}$$
$$F = \kappa_s \cdot \Delta l_s \Rightarrow \Delta l_s = \frac{F}{\kappa_s}$$
$$\Rightarrow \frac{F}{\kappa_s} = \frac{F}{\kappa_1} + \frac{F}{\kappa_2}$$
$$\frac{F}{\kappa_s} = F\left(\frac{1}{\kappa_1} + \frac{1}{\kappa_2}\right)$$
$$\Rightarrow \frac{1}{\kappa_s} = \frac{1}{\kappa_1} + \frac{1}{\kappa_2}$$

- **demonstrează:** la legarea resorturilor în paralel, alungirile celor două resorturi sunt egale, iar valoarea forţei deformatoare este egală cu suma valorilor forţelor ce acţionează asupra fiecărui resort:



$$\Delta l_1 = \Delta l_2 = \Delta l_p$$
$$F = F_1 + F_2$$
$$F_1 = \kappa_1 \cdot \Delta l_p$$
$$F_2 = \kappa_2 \cdot \Delta l_p$$
$$F = \kappa_p \cdot \Delta l_p$$
$$\Rightarrow \kappa_p \cdot \Delta l_p = \kappa_1 \cdot \Delta l_p + \kappa_2 \cdot \Delta l_p$$
$$\kappa_p \cdot \Delta l_p = \Delta l_p \cdot (\kappa_1 + \kappa_2)$$
$$\Rightarrow \kappa_p = \kappa_1 + \kappa_2$$

- **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[6];

- **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/

- **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;

[6] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

1. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
2. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
3. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
4. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

de rezolvare de probleme;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să construiască singuri un dinamometru, având la dispoziţie un arc elastic, un cilindru de plastic transparent, cârlige de sârmă, dopuri de plută, hârtie milimetrică şi să propună o soluţie pentru etalonarea lui.

• ***Îşi propun să expună produsele realizate*** *în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.*

Bibliografie

Ailincăi, Margareta; Rădulescu Liviu, *Probleme – întrebări de fizică*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1972.

Ciascai, Liliana, *Didactica fizicii*, Editura Casa Cărţii de Ştiinţă, Cluj-Napoca, 2006.

Clark, Christopher; Enescu, George; Nistor, Mircea; Rusu, Mircea, *Fizică. Manual pentru clasa a VII-a*, Editura ALL, Bucureşti, 1999.

Corega, Constantin; Andreica, Dan; Marinciuc, Mihai; Kevorkian, Brînduşa, *Probleme şi lucrări practice de fizică,* Editura Studium Cluj-Napoca, Cluj-Napoca, 1995.

Epstein, Lewis Carroll, *Gândiţi Fizica!,* Editura ALL Educaţional, Bucureşti, 1995.

Garabet, Mihaela; Neacşu, Ion, *Lecţii experimentale în laboratorul de fizică*, Editura Niculescu, Bucureşti, 2004.

Gherbanovschi, Cleopatra; Gherbanovschi, Nicolae, *Fizică. Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Niculescu, Bucureşti, 2005.

Hristev, Anatolie; Fălie, Vasile; Manda, Dumitru; *Fizică. Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1985.

Ionescu-Andrei, Rodica; Onea, Cristina; Toma, Ion, *Fizică. Filiera tehnologică. Filiera teoretică (profil real). Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Teora Educaţional, Bucureşti, 1999.

Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti, 2006.

Păcurari, O., (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001.

Sandu, Mihail, *Probleme de fizică pentru gimnaziu*, Editura ALL Educaţional, Bucureşti, 1996.

Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti, 2005.

Stoenescu, George; Florian, Gabriel; *Didactica fizicii*, Editura SITECH, Editura ELSE, Craiova, 2009.

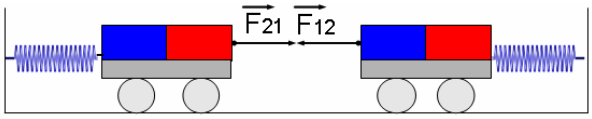
Turcitu, Doina; Panaghianu, Magda; Şerban, Marin, *Fizică. Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Radical, Bucureşti, 2009.

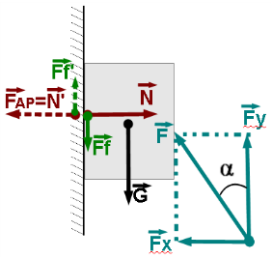
Turcitu, Doina; Panaghianu, Magda; Pop, Viorica; Iancu, Mihaela; Stoica, Cristiana; Ursu, Stelian, *Fizică. Manual pentru clasa a VII-a*, Editura Radical, Bucureşti, 1999.

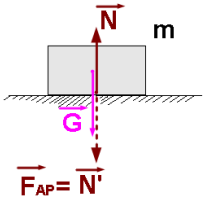
Unitatea de învăţare:VII.3
Principiile mecanicii newtoniene. Aplicaţii

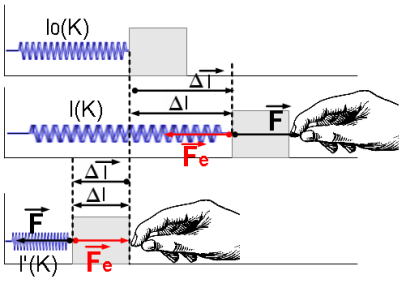
sau

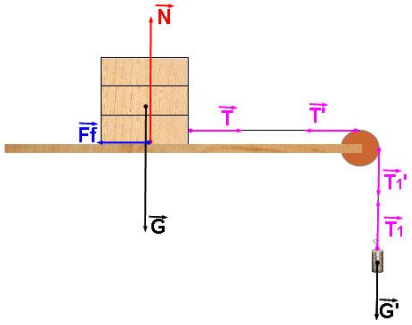
„Forţele apar numai în perechi!”

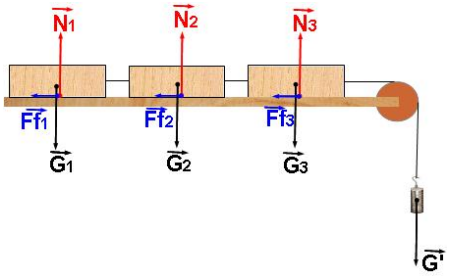


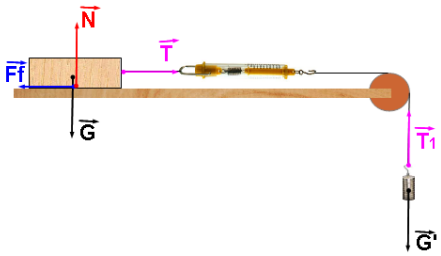


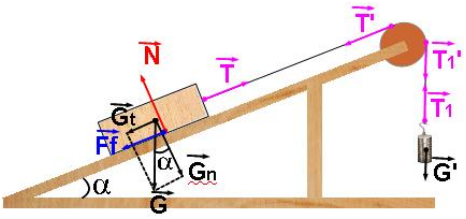












Clasa: a VII-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 7

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **I. Forţa.** ***Principiul inerţiei. Principiul acţiunii forţei.*** **2. Principiul acţiunii şi a reacţiunii. 3. Aplicaţii: interacţiuni de contact –** ***forţa de tracţiune,*** **forţa de apăsare normală, forţa de frecare,** ***măsurarea forţei de frecare la alunecare, legile frecării la alunecare,*** **tensiunea în fir, presiunea.** (Programa de fizică pentru clasa a VII-a/ 2009).

Modelul de învăţare asociat: **EXPERIMENTUL**

Competenţe specifice: derivate din **modelul experimentului**, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Competenţe specifice** (Modelul de predare)
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei, formularea ipotezelor şi planificarea experimentului;
II. Explorare - Experimentare	2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele experimentului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii declanşate de sesizarea unei probleme a cărei soluţie presupune realizarea unui experiment în condiţii de laborator, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului. Procesul cognitiv central este *inducţia sau generalizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza observării unor exemple şi contraexemple ale conceptului de învăţat).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de afirmaţia: *„Forţele apar numai în perechi!”* Pe parcurs, gândirea elevilor se va dezvolta către ideea: *„Orice forţă reprezintă acţiunea unui corp, astfel încât corpurile acţionează reciproc, unele asupra altora.”*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

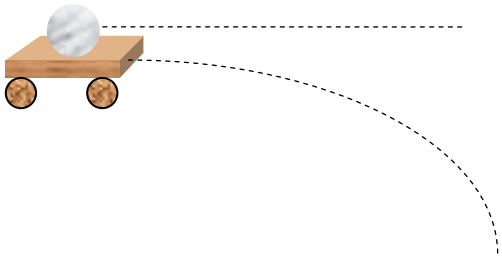
Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 1. Avansarea ipotezelor şi planificarea experimentului;

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrarea forţei într-un concept mai cuprinzător (fenomene mecanice), alte experienţe personale care *ilustrează afirmaţia din tema unităţii de învăţare*; **stimulează** atenţia şi interesul elevilor pentru ceea ce urmează să fie învăţat, prin intermediul unor poante, poveşti, imagini captivante, lansarea unei întrebări incitante, unei probleme, studiu de caz (cu soluţie experimentală), pe care focalizează prezentarea, astfel încât elevii să fie atenţi la expunere pentru a afla răspunsul; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale (în diverse maniere: oral, scris, prin desene, experimente, mimare etc.) privind acţiunea reciprocă a corpurilor, necesitatea cunoaşterii în activitatea zilnică etc.;
• **Cere elevilor** să precizeze care este corespondenţa dintre noţiunile: INERŢIE ↔ MASĂ;	• **Evocă** faptul că inerţia este o proprietate fizică generală a corpurilor, iar masa este mărimea fizică scalară ce exprimă cantitativ inerţia (masa este măsura inerţiei corpurilor);
• **Demonstrează experimental** (folosind un cărucior şi o radieră) că, aşezând radiera pe cărucior şi acţionând din exterior asupra căruciorului, radiera cade în spate, la pornire	• **Formulează** ipoteze referitoare la „încăpăţânarea” corpurilor de a-şi menţine starea de repaus relativ sau de mişcare rectilinie şi uniformă în absenţa acţiunilor exterioare, respectiv de a se opune oricărei acţiuni

bruscă, respectiv în faţă, la oprire bruscă;	exterioare ce tinde le să modifice această stare;
• **Oferă grupelor de elevi** un cărucior şi o bilă şi **cere elevilor**: - **să observe** ce fel de mişcare are bila, în momentul în care, căruciorului, (având iniţial o mişcare rectilinie şi uniformă) îi este schimbată brusc direcţia de mişcare;	• Organizaţi în grupurile de lucru, **constată** că traiectoria bilei este rectilinie: 
• **Cere elevilor** să indice alte exemple din viaţa de zi cu zi în care este evidenţiată inerţia, apelând la experiment (dacă este posibil).	• **Indică** exemple din viaţa cotidiană: „omul care se împiedică se înclină înainte, iar cel care alunecă se înclină în urmă”; „trăgând brusc o foaie de hârtie pe care sunt aşezate monede, acestea rămân în locul unde au fost aşezate iniţial”; „o maşină grea sau bine încărcată (deci a cărei masă este mare) trebuie să aibă frâne mai puternice decât una mai uşoară”; este mai greu de aruncat sau de prins o cărămidă decât o minge de ping-pong, când au aceeaşi viteză”; „la aterizarea şi la decolarea avionului este obligatoriu să-ţi pui centura de siguranţă”; „trunchiurile de copac transportate pe apa unui râu de munte se îngrămădesc la cotituri”; „câinele ieşind din apă se scutură”; „vulpea prinde greu iepurele care îşi schimbă brusc direcţia de mişcare” etc.;
• **Cere elevilor** să indice care este corespondenţa dintre noţiunile: INTERACŢIUNE ↔ FORŢĂ	• **Evocă** faptul că interacţiunea este o proprietate fizică generală a corpurilor, ca şi inerţia, iar forţa este mărimea fizică vectorială ce măsoară tăria interacţiunii (forţa este măsura interacţiunii corpurilor);
• **Demonstrează experimental** (folosind o maşinuţă şi o radieră) că orice schimbare a stării mecanice (repaus, mişcare) are drept cauză o forţă (acţiunea unui corp asupra altui corp);	• **Formulează** ipoteze referitoare la efectul static al forţelor, care constă în deformarea corpurilor (modificarea formei corpurilor în timpul interacţiunii), respectiv la efectul dinamic al forţelor (schimbarea direcţiei de mişcare a corpurilor; modificarea valorii numerice a vitezei $\Rightarrow$ efecte de accelerare/decelerare a corpurilor;
• **Cere elevilor** să indice alte exemple din viaţa cotidiană în care este evidenţiată interacţiunea, apelând la experiment (dacă este posibil).	• **Indică** exemple din viaţa de zi cu zi: „penarul lăsat liber cade, fiind atras de Pământ”; „o minge de tenis poate fi oprită cu ajutorul unei rachete”; „o bilă din fier îşi schimbă direcţia de mişcare dacă apropiem de ea un magnet”; „un tren poate porni, poate opri sau poate să-şi schimbe direcţia de mişcare, când asupra sa acţionează locomotiva, frânele sau şinele căii ferate” etc.;
• **Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[7]	• **Identifică produse** pe care ar dori să le realizeze şi evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, convin modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);

[7] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor***; [8]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor să gândească şi să prezinte, după preferinţe, alcătuirea *portofoliului* necesar evaluării finale.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând în grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;

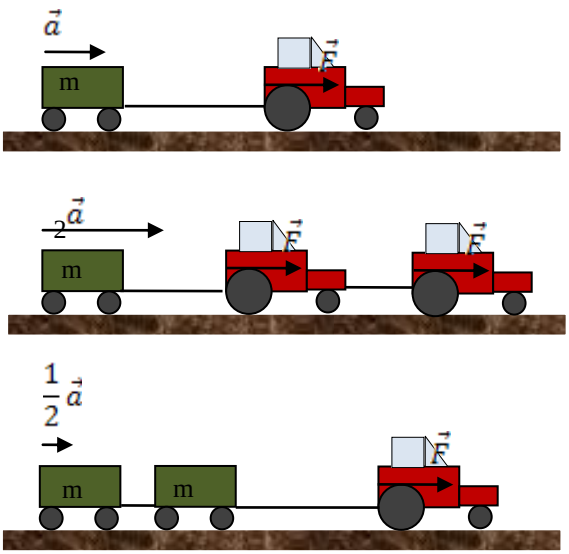
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute/ ipotezele formulate;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **ipoteze** privind relaţia dintre acceleraţia imprimată de o forţă a unui corp, forţa respectivă şi masa corpului, *acceleraţia reprezentând rapiditatea cu care se modifică mărimea şi/sau orientarea vitezei;*	
• **Oferă elevilor** câte două mingi având mase diferite şi **cere elevilor**: - **să precizeze** ce reprezintă şutul asupra mingilor; - **să formuleze ipoteze** cu privire la relaţia dintre *masă, forţă şi acceleraţie;*	• Organizaţi în grupuri de lucru, **elevii** - **precizează** că şutul asupra unei mingi reprezintă o acţiune, deci o forţă ce se exercită asupra mingii; - **formulează ipoteze** referitoare la relaţia dintre acceleraţie, forţă şi masă;
• **Cere elevilor** să stabilească cum depinde acceleraţia produsă de o forţă, de forţa respectivă (când masa este aceeaşi), şi cum depinde acceleraţia de masă (atunci când aceeaşi forţă acţionează asupra unor corpuri cu mase diferite):	• Organizaţi în grupuri de lucru, **elevii stabilesc** *o relaţie* de *directă proporţionalitate* între modulul acceleraţiei şi modulul forţei, când masa este aceeaşi, respectiv *o relaţie de inversă proporţionalitate* între modulul acceleraţiei şi masa corpurilor, când valoarea forţei este aceeaşi:

[8] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

	$a \sim F \quad (m = ct.)$ $\Rightarrow a \sim \frac{F}{m}$ $a \sim \frac{1}{m} \quad (F = ct.)$
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: 1. să realizeze trecerea de la ceea ce au stabilit experimental (relaţia de directă/ inversă proporţionalitate), la egalitate matematică, evidenţiind relaţia cauză – efect; 2. să conceapă experimente proprii pentru a reliefa legătura efect $(\vec{a}) \leftrightarrow$cauză$(\vec{F})$, având în vedere faptul că acceleraţia este mărime fizică vectorială, ca şi forţa.	• **Efectuează tema pentru acasă.**

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

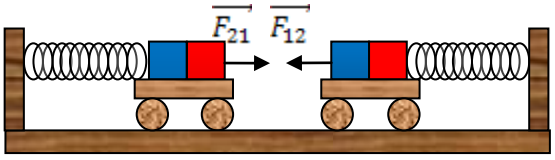
Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;

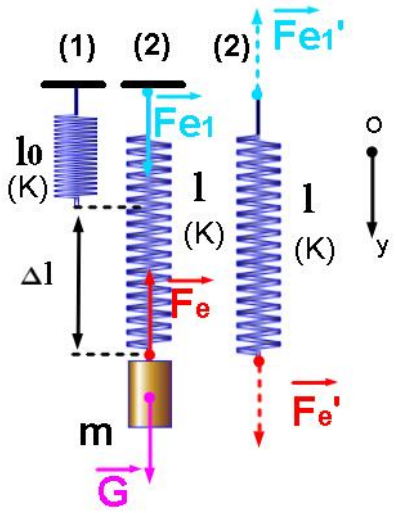
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute, **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă şi **să distingă reguli/ pattern-uri** în datele colectate, pe baza reprezentărilor grafice realizate, prin *idealizarea/ abstractizarea* acestora;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;

• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Comunică rezultatele** obţinute prin efectuarea temei pentru acasă şi **constată**: - *acceleraţia imprimată unui corp de masă „m" este o mărime fizică vectorială, având aceeaşi orientare cu vectorul forţă, aplicată corpului, modulul său fiind direct proporţional cu modulul forţei şi invers proporţional cu masa corpului:* $\vec{a} = k \cdot \frac{\vec{F}}{m}$ $\vec{a} = \frac{k}{m} \cdot \vec{F}$ $\downarrow \quad \downarrow$ EFECTUL ↔ CAUZA Constanta „k" depinde de unităţile de măsură alese pentru acceleraţie, masă şi forţă. $[a]_{S.I.} = \frac{m}{s^2}$, $[m]_{S.I} = kg$, $[F]_{S.I.} = N \Rightarrow k = 1(S.I)$ $\Rightarrow \vec{a} = \frac{1}{m} \cdot \vec{F} \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow m \cdot \vec{a} = \vec{F}$ $[F]_{S.I.} = [m]_{S.I.} \cdot [a]_{S.I.}$ $1N = 1kg \cdot 1\frac{m}{s^2}$
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): acţiunea – reacţiunea *(„Forţele apar numai în perechi!");*	
• **Cere elevilor** să aşeze doi magneţi, fiecare pe un cărucior şi să-i prindă, prin intermediul câte unui dinamometru de suporţi ficşi, astfel încât cărucioarele să fie la o oarecare distanţă unul de celălalt, să modifice distanţa dintre cărucioare, să noteze, de fiecare dată, indicaţia dinamometrelor şi **să comunice** constatările lor;	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii concep dispozitivul experimental şi **constată:**  - oricare ar fi distanţa dintre cei doi magneţi, forţele de atracţie reciprocă indicate de dinamometre sunt egale în modul şi de sensuri opuse:

	$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ $\vec{F}_{12}$ = forţa cu care primul magnet îl atrage pe cel de-al doilea $\vec{F}_{21}$ = forţa cu care cel de-al doilea magnet îl atrage pe primul
• **Ghidează elevii** să explice care sunt forţele pereche acţiune – reacţiune în următorul exemplu:  • **Evidenţiază** faptul că în natură nu există acţiuni izolate, numai interacţiuni şi **cere elevilor:** - **să enunţe** principiul acţiunilor reciproce; - **să enumere** caracteristicile forţelor pereche acţiune – reacţiune;	• **Indică** forţele pereche acţiune – reacţiune: $\vec{G}' = -\vec{G}$ $G' = G$ $\vec{F}_{e1}' = -\vec{F}_{e1}$ $F_{e1}' = F_{e1}$ $\vec{F}_{e}' = -\vec{F}_{e}$ $F_{e}' = F_{e}$ • **Enunţă** principiul acţiunii şi reacţiunii; • **Enumeră** caracteristicile forţelor pereche acţiune – reacţiune: - au acelaşi modul (au intensităţi egale); - au aceeaşi direcţie; - au sensuri opuse; - au puncte de aplicaţie *pe corpuri diferite;* - apar simultan (formând o pereche de forţe);
• **Îndrumă** elevii să sesizeze distincţia între forţele ce respectă principiul acţiunii şi reacţiunii (care se exercită asupra a două corpuri diferite), şi forţele care, acţionând asupra aceluiaşi corp, au rezultanta nulă; **cere elevilor** să explice ce anume este greşit în următorul „raţionament”: „Un cal a aflat că oricât de tare ar trage de căruţă (acţiunea) asupra sa va acţiona o forţă egală în modul şi de	• **Explică** ce anume este greşit în „raţionamentul calului”, având în vedere principiul acţiunilor reciproce.

sens contrar (reacţiunea). Mai ştie însă şi faptul că două forţe egale în modul şi opuse ca sens dau un efect dinamic nul, astfel încât el nu va putea niciodată mişca din loc căruţa!"	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: - să evidenţieze, prin exemple, dacă principiul acţiunilor reciproce este valabil numai în cazul interacţiunii directe a corpurilor sau şi în cazul interacţiunii prin intermediul câmpului fizic (gravitaţional, electric, magnetic); - să rezolve probleme calitative (culegere de probleme).	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

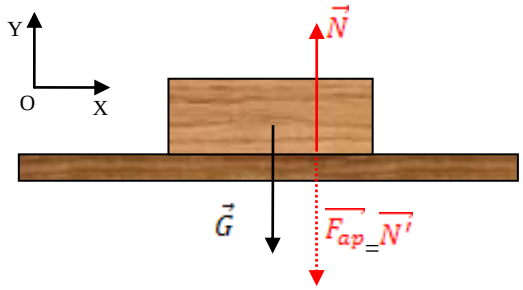
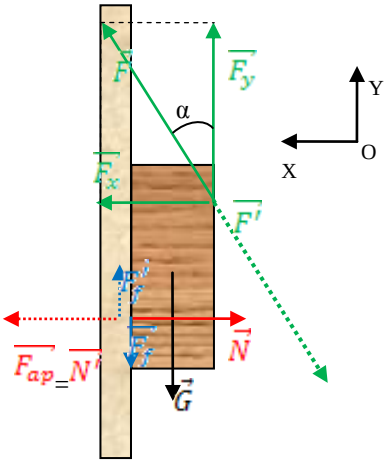
Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor;

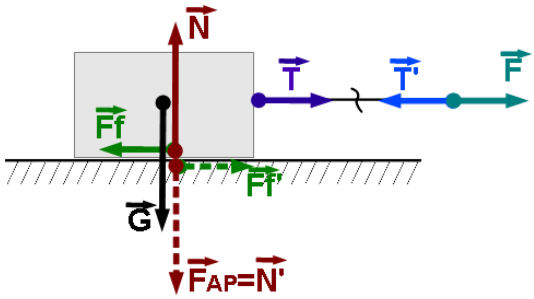
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

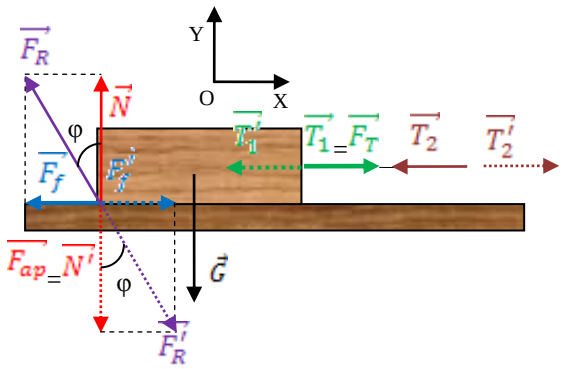
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *interacţiuni de contact;* revine la afirmaţia iniţială *„Forţele apar numai în perechi!"*, şi **cere elevilor să prezinte noi argumente,** în acest sens;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** aspecte interesante, dificultăţi întâlnite, noi probleme, **argumente** la întrebarea iniţială etc.;
• **Indică** faptul că o forţă ce se exercită asupra unui corp rezultând din *contactul direct* cu un alt corp, se numeşte *forţă de contact*, **oferă elevilor** câte un corp paralelipipedic, câte o planşetă şi **cere elevilor:** - să aşeze corpul pe propria-i bancă; - să precizeze care sunt forţele ce acţionează asupra corpului, respectiv asupra băncii, indicând forţele pereche acţiune – reacţiune;	• **Precizează:** - greutatea unui corp este *acţiunea* exercitată de Pământ asupra corpului; *reacţiunea* ei este o forţă care are punctul de aplicaţie în centrul Pământului (masa Pământului fiind mult mai mare decât masa corpului, această forţă nu produce un efect sesizabil asupra Pământului): $\vec{G}' = -\vec{G}$; $G' = G = m \cdot g$ - datorită greutăţii sale, corpul apasă asupra băncii

<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td>cu forţa $\vec{F}_{AP}$, iar banca reacţionează cu $\vec{N}$;
- la contactul oricăror două corpuri solide apar forţe perpendiculare pe suprafaţa de contact:
$\vec{F}_{AP}$ = forţa de apăsare normală exercitată de corp asupra băncii
$\vec{N}$ = reacţiunea normală a băncii asupra corpului
$\vec{F}_{AP} = \vec{N}'$
$\vec{N}' = -\vec{N}$; $N' = N$
$\Rightarrow \vec{N}$ şi $\vec{N}'$ sunt forţe pereche acţiune – reacţiune;</td>
</tr>
<tr>
<td>• Cere elevilor:
- să lanseze corpul paralelipipedic (cu viteza iniţială $\vec{v}_0$) de-a lungul propriei bănci;
- să indice ce fel de mişcare are corpul;</td>
<td>• Precizează:
- corpul lansat cu viteza $\vec{v}_0$ de-a lungul unui plan orizontal are o mişcare încetinită (valoarea vitezei scade) şi până la urmă se va opri;</td>
</tr>
<tr>
<td>• Cere elevilor:
- să precizeze care este forţa sub acţiunea căreia corpul se opreşte, având în vedere ecuaţia vectorială $\vec{a} = \frac{1}{m} \cdot \vec{F}$ şi faptul că $\vec{G} + \vec{N} = \vec{0}$;
- să aşeze corpul paralelipipedic pe planşeta poziţionată vertical, acţionând asupra corpului cu forţa $\vec{F}$ între direcţia acesteia şi planşetă unghiul fiind α , deplasând astfel corpul în sus, pe planşetă;
- să indice forţele pereche acţiune – reacţiune;
 
</td>
<td>• Constată:
- forţa sub acţiunea căreia corpul paralelipipedic se opreşte este forţa de frecare la alunecare (ea are aceeaşi orientare cu deceleraţia);
- la contactul oricăror două corpuri solide apar forţe paralele cu suprafaţa de contact:
$\vec{F}_f$ = forţa de frecare la alunecare exercitată de corp asupra băncii
$\vec{F}_f' = -\vec{F}_f$; $F_f' = F_f$
$\Rightarrow \vec{F}_f'$ şi $\vec{F}_f$ sunt forţe pereche acţiune – reacţiune;
- forţele de frecare la alunecare frânează întotdeauna mişcarea relativă a corpurilor care alunecă;
- mişcarea orizontală încetinită, până la oprirea corpului, se datorează forţei de frecare la alunecare, exercitată de bancă asupra corpului;
• Indică:
$\vec{G}' = -\vec{G}$; $G' = G$
$\vec{F}' = -\vec{F}$; $F' = F$
$\vec{N}' = -\vec{N}$; $N' = N$
$\vec{F}_f' = -\vec{F}_f$; $F_f' = F_f$</td>
</tr>
</table>

• **Precizează:** - atunci când corpurile se deplasează unul faţă de celălalt, *forţele de frecare* se numesc *cinetice;* - dacă mişcarea este de alunecare, forţele se numesc *forţe de frecare la alunecare;* - dacă mişcarea este o rostogolire a unuia dintre corpuri pe suprafaţa celuilalt, *frecarea* este de *rostogolire;* - frecarea dintre două corpuri solide, în repaus unul faţă de altul, se numeşte *frecare statică;*	• **Formulează ipoteze** privind diferenţa dintre forţele de frecare cinetice şi cele statice, fiind ghidaţi să descopere că: - există forţe de frecare între solide, chiar dacă nu există alunecare; - pentru a deplasa pe podea, catedra, aceasta trebuie împinsă cu o forţă pentru a o urni din loc, necesară pentru a învinge *forţa de frecare statică;* pe măsură ce mărim forţa aplicată, găsim o anumită *forţă bine definită* la care catedra începe să se mişte; odată mişcarea începută, această forţă produce o mişcare accelerată; reducând valoarea forţei (după ce mişcarea a început), mişcarea poate deveni uniformă;
• **Oferă elevilor** materiale: corp paralelipipedic prevăzut cu cârlig, sfoară, planşetă, plan înclinat şi **cere elevilor:** - să indice situaţii din practică în care două sau mai multe corpuri interacţionează prin intermediul unor legături (fire, resorturi, tije, cabluri sau bare de legătură); - să deplaseze orizontal corpul paralelipipedic, prin intermediul sforii, specificând faptul că forţele de interacţiune ce se exercită asupra corpurilor prin intermediul firelor le numim *forţe de tensiune* ($\vec{T}$); - să precizeze care sunt forţele pereche acţiune – reacţiune, $\vec{F}$ fiind *forţa de tracţiune*, în următoarele situaţii:	• **Indică:** - sania este trasă de un copil prin intermediul unei sfori; - macaraua deplasează corpuri ce sunt legate cu cabluri; - ascensorul este ridicat de electromotor prin intermediul unor cabluri; - tractorul trage o remorcă prin intermediul unei bare; • **Precizează:**
a)  	a) $\vec{F}' = -\vec{F}$; $F' = F$ $\vec{G}' = -\vec{G}$; $G' = G$ $\vec{N}' = -\vec{N}$; $N' = N$ $\vec{F}_f' = -\vec{F}_f$; $F_f' = F_f$
b)	b) $\vec{G}' = -\vec{G}$; $G' = G$ $\vec{N}' = -\vec{N}$; $N' = N$ $\vec{F}_f' = -\vec{F}_f$; $F_f' = F_f$



$$\vec{F}_R = \vec{N} + \vec{F}_f$$

$$F_R = \sqrt{N^2 + F_f^2}$$

$$\vec{F}_R' = \vec{N}' + \vec{F}_f'$$

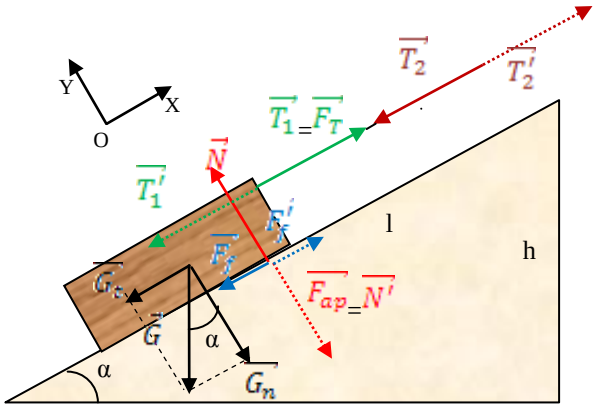
$$F_R' = \sqrt{N'^2 + F_f'^2}$$

$$\vec{F}_R' = -\vec{F}_R$$

- să deplaseze corpul paralelipipedic, prin intermediul sforii, pe planul înclinat, sfoara fiind paralelă cu planul respectiv;
- să indice forţele pereche acţiune – reacţiune:

• **Indică:**

c)



c) $\vec{G}' = -\vec{G}$; $G' = G$

$\vec{N}' = -\vec{N}$; $N' = N$

$\vec{F}_f' = -\vec{F}_f$; $F_f' = F_f$

$\vec{T}_2' = -\vec{T}_2$; $T_2' = T_2$

$\vec{T}_1' = -\vec{T}_1$; $T_1' = T_1$

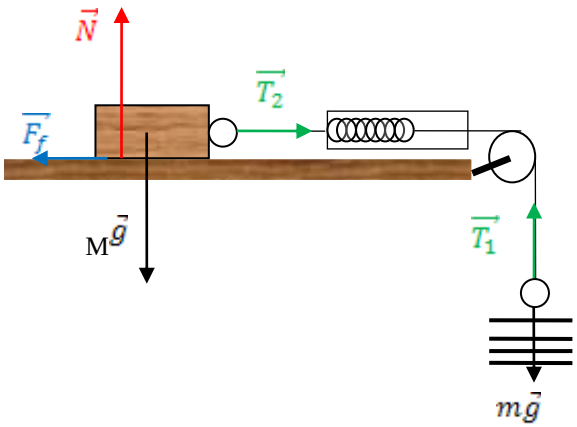
• **Constată** că în cazul planului înclinat:

$F_{AP} = N' = N = G_n$;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să aplice cunoştinţele dobândite, răspunzând la următoarele întrebări: 1. De ce apa curge mai repede în mijlocul râului decât la maluri?; 2. De ce sania se deplasează mai uşor pe zăpadă decât pe pavajul străzii, în timp ce căruţa de deplasează mai uşor pe pavaj şi nu pe zăpadă?; 3. De ce rămâne zăpada pe acoperişurile înclinate sau pietrişul pe povârnişuri?

• **Efectuează tema pentru acasă.**

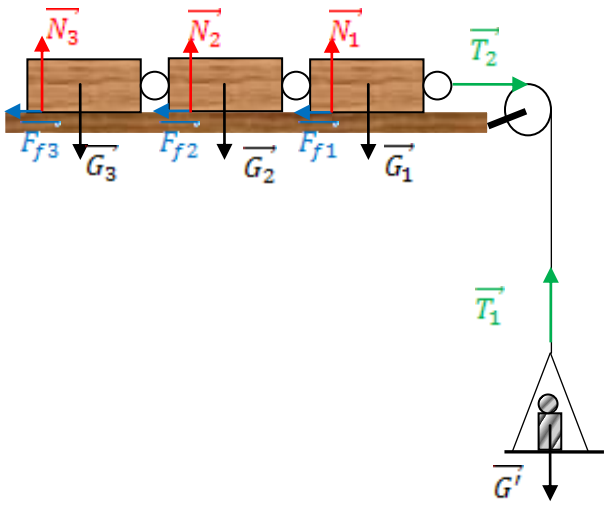
Lecţia 5

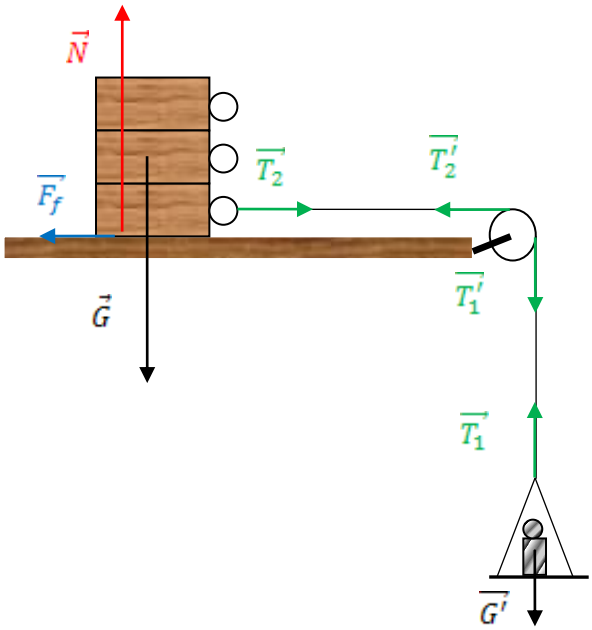
Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante etc.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *studiul experimental al frecării la alunecare;*	
• **Oferă elevilor** materiale: scândură prevăzută la unul dintre capete cu un scripete mic şi uşor; corp paralelipipedic din lemn, ce are la unul dintre capete un cârlig; fir subţire, inextensibil; cârlig pe care pot fi ataşate discuri crestate de 5 g sau 10 g, fiecare; dinamometru şi **cere elevilor**: - **să conceapă** dispozitivul experimental pentru determinarea intensităţii forţei de frecare la alunecare; - **să stabilească** o metodă pentru determinarea valorii forţei de frecare la alunecare (scripetele are rolul de a schimba direcţia forţei; se neglijează frecările firului cu scripetele, precum şi rezistenţa aerului);	• **Concep** dispozitivul experimental:  • **Prezintă** metoda pentru determinarea intensităţii forţei de frecare la alunecare: - se aşază corpul paralelipipedic pe scândura orizontală, iniţial corpul fiind în repaus; - de cârligul corpului se prinde un capăt al firului subţire, inextensibil; - se trece firul prin şanţul scripetelui şi se leagă la celălalt capăt al firului, cârligul, pe care pot fi ataşate discurile crestate; - sub acţiunea greutăţii discurilor crestate şi a cârligului aferent *(forţa de tracţiune),* sistemul va începe să se mişte, la început, mişcarea fiind accelerată; - reducând valoarea forţei de tracţiune se obţine o mişcare uniformă a corpului, pe plan; măsurând tensiunea în acest moment (cu dinamometrul inserat), **constată:** • valoarea tensiunii este egală cu valoarea greutăţii discurilor crestate şi a cârligului aferent; • $\vec{v} = c\vec{t}$. $\vec{R} = \vec{0};\ \vec{T} + \vec{G} + \vec{N} + \vec{F}_f = \vec{0}$ $\begin{cases} F_f = T = m \cdot g \\ N = G = M \cdot g \end{cases}$ • *forţa de tracţiune* exercitată asupra corpului paralelipipedic, echilibrează forţa de frecare la alunecarea corpului pe scândură;

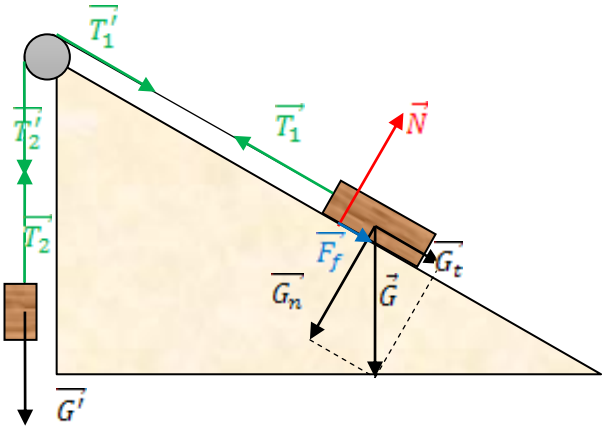
• **Oferă elevilor:** materialele anterioare, înlocuind însă corpul paralelipipedic din lemn cu un alt corp paralelipipedic din lemn ce are trei găuri cilindrice pe faţa superioară, masa lui fiind cunoscută; trei corpuri cilindrice cu masa cunoscută, ce pot fi introduse în găurile indicate şi **cere elevilor:** - **să stabilească** un procedeu prin care să poată calcula raportul dintre forţa de frecare la alunecare şi reacţiunea normală a scândurii, la apăsarea exercitată de paralelipiped ; - **să precizeze** ce se întâmplă cu raportul $\frac{F_f}{N}$, pe măsură ce forţa de apăsare normală exercitată de paralelipiped creşte; - **să înregistreze** măsurătorile; - **să indice** cum depinde forţa de frecare la alunecare de forţa de apăsare normală; - **să reprezinte** grafic dependenţa $F_f = f(N)$; - **să precizeze** semnificaţia fizică a pantei dreptei trasate printre punctele experimentale;	• **Stabilesc** procedeul experimental; • **Precizează:** raportul subunitar $\frac{F_f}{N}$ rămâne constant; • **Indică** $F_f \sim F_{AP}$; $F_{AP} = N$ $\Rightarrow F_f \sim N$ $\downarrow$ $F_f = \text{const. } N$ $F_f = \mu \cdot N$ $\mu = \frac{F_f}{N}$ $\mu =$ coeficient de frecare la alunecare (adimensional) • **Precizează:** graficul dependenţei $F_f = f(N)$ este o dreaptă a cărei prelungire trece prin origine (pentru $N = 0 \Rightarrow F_f = 0$); $\mu = tg\varphi$
• **Precizează:** - relaţia $F_f = \mu \cdot N$ este aproximativă, deoarece în realitate coeficientul de frecare depinde şi de viteza relativă dintre suprafeţe; - este mai greu să scoatem un corp din repaus decât să-i întreţinem mişcarea, după ce a pornit; • **Cere elevilor** să precizeze dacă în cazul real, μ este constant;	• **Formulează** răspunsul: „ μ ” este mai mare atunci când începe mişcarea şi apoi scade pe măsură ce valoarea vitezei creşte;
• **Oferă elevilor** resursele experimentale necesare, utilizând acum un corp paralelipipedic având feţele acoperite cu diferite materiale (metal, cauciuc etc.) şi **cere elevilor:** - **să aplice** procedeul experimental anterior pentru a determina valoarea masei care produce mişcarea uniformă a sistemului, când paralelipipedul vine în contact cu scândura prin faţa acoperită cu metal, apoi când vine în contact prin cea de cauciuc; - **să determine,** în fiecare caz, forţa de frecare la alunecare; - **să compare:** $F_f(lemn/lemn)$, $F_f(metal/lemn)$, $F_f(cauciuc/lemn)$; - **să înregistreze** datele obţinute;	• **Sintetizează** informaţiile: $F_f(metal/lemn) \langle F_f(lemn/lemn) \langle$ $\langle F_f(cauciuc/lemn)$

- **să formuleze** constatări / concluzii;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să răspundă următoarelor întrebări: 1. De ce la construcţia unei locomotive nu se întrebuinţează metale uşoare?; 2. De ce în unele regiuni muntoase, unde trenurile trebuie să urce pe drumuri cu mare înclinare, se folosesc roţi şi şine dinţate?	• **Efectuează tema pentru acasă.**

Lecţia 6

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor** efectuate acasă şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante etc.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *studiul experimental al frecării la alunecare;*	
• **Oferă elevilor** materiale: scândură prevăzută la unul dintre capete cu un scripete mic şi uşor; trei corpuri paralelipipedice din lemn prevăzute cu cârlige; fir subţire inextensibil; taler; mase marcate şi **cere elevilor:** - să aşeze corpurile din lemn pe scândura orizontală, în moduri diferite; - **să măsoare** în fiecare caz forţa de frecare la alunecare;	

- **să formuleze** constatări/ concluzii;	 • **Sintetizează** informaţiile şi **formulează** *legile frecării la alunecare*, ghidaţi de profesor: *- forţa de frecare la alunecare este direct proporţională cu forţa de apăsare normală exercitată pe suprafaţa de contact, de unul dintre corpuri asupra celuilalt;* *- forţa de frecare la alunecare depinde de natura şi de gradul de şlefuire a suprafeţelor corpurilor aflate în contact (prin μ);* *- forţa de frecare la alunecare între două corpuri solide nu depinde de aria suprafeţei de contact a corpurilor;*
• **Oferă elevilor** materiale: plan înclinat prevăzut cu scripete; corp paralelipipedic din lemn de masă cunoscută prevăzut cu cârlig; fir subţire inextensibil; discuri crestate cu tija aferentă şi **cere elevilor:** - **să determine** coeficientul de frecare la alunecare prin metoda planului înclinat, asigurând urcarea cu viteză constantă a corpului de greutate $\vec{G}$, pe plan, indicând procedeul experimental; - **să înregistreze** măsurătorile; - **să calculeze** valoarea medie a lui „ μ ”, eroarea absolută şi eroarea relativă; - **să precizeze** sursele de erori; - **să formuleze** constatări/ concluzii;	• **Realizează** dispozitivul experimental, asigură urcarea uniformă a corpului pe planul înclinat cu ajutorul discurilor crestate ataşate unul câte unul pe tija aflată la celălalt capăt al firului şi modifică unghiul de înclinare a planului:



$\vec{v} = c\vec{t}.;\ \vec{R} = \vec{0}$

$\vec{T_1} + \vec{G} + \vec{N} + \vec{F_f} = \vec{0}$

$\begin{cases} T_1 - G_t - F_f = 0; T_1 = G_t + F_f \\ N - G_n = 0; N = G_n \end{cases}$

$\begin{cases} T_1 = mg\sin\alpha + \mu N \\ N = mg\cos\alpha \end{cases}$

$\Rightarrow T_1 = mg\sin\alpha + \mu mg\cos\alpha$

$\vec{v}' = c\vec{t}.;\ \vec{R}' = \vec{0}$

$\vec{G}' + \vec{T_2} = \vec{0}$

$G' - T_2 = 0;\ G' = T_2$

$\Rightarrow T_2 = m' \cdot g$

$T_1 = T_2 = T$

$\Rightarrow m' \cdot g = mg\sin\alpha + \mu mg\cos\alpha$

$\Rightarrow \mu = \dfrac{m' \cdot g - mg\sin\alpha}{mg\cos\alpha}$

- **Înregistrează datele experimentale în tabel;**
- **Calculează** valoarea medie a lui μ, eroarea absolută şi eroarea relativă;
- **Precizează** sursele de erori;
- **Constată** faptul că valorile coeficientului de frecare la alunecare sunt subunitare;

- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor **să răspundă** la următoarele întrebări: 1. Dacă se efectuează de mai multe ori experimentul cu paralelipipedul cu faţa de metal, îmbunătăţind de fiecare dată gradul ei de *şlefuire* prin frecare cu o bucată de şmirghel fin, ce se întâmplă cu valoarea forţei de frecare la alunecare?; 2. Care este rolul

- **Efectuează tema pentru acasă**.

lubrifianţilor în practică?; 3. *Frecarea fluidă* variază cu mărimea suprafeţei de contact cu fluidul? Exemplificaţi!	

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

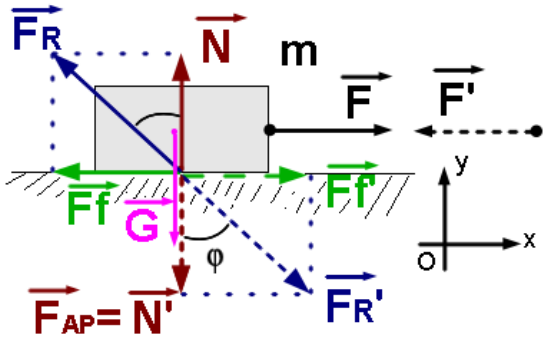
Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 5. 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 7

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, unghiul de frecare la alunecare, forţele pereche acţiune – reacţiune, presiunea;	
• **Oferă elevilor** materiale*:* plan înclinat cu înclinare variabilă; corp paralelipipedic din lemn, având o faţă acoperită cu metal şi **cere elevilor***:* - **să găsească** unghiul planului înclinat pentru care corpul alunecă uniform pe plan (unghiul de frecare); - **să realizeze** experimentul şi **să calculeze** coeficientul de frecare la alunecare lemn pe lemn şi metal pe lemn, folosind această metodă; • **Precizează:** - semnificaţia unghiului de frecare nu este legată neapărat de alunecarea unui corp pe un plan înclinat; - când un corp alunecă pe o suprafaţă orizontală cu frecare, „φ” reprezintă unghiul dintre $\vec{N}$ şi $\vec{F}_R$, respectiv unghiul dintre $\vec{N}'$ şi $\vec{F}_R'$ (FORŢELE APAR NUMAI ÎN PERECHI!):	• **Elevii sunt ghidaţi** de profesor **să deducă** expresia pentru calculul lui μ : $\vec{v} = c\vec{t}\,.;\ \ \vec{R} = \vec{0}$ $\vec{G} + \vec{N} + \vec{F}_f = \vec{0}$ $\begin{cases} G_t - F_f = 0;\ G_t = F_f \\ N - G_n = 0;\ \ N = G_n \end{cases}$ $\begin{cases} mg\sin\varphi = \mu N \\ N = mg\cos\varphi \end{cases}$ $\Rightarrow mg\sin\varphi = \mu mg\cos\varphi$ $\mu = \dfrac{\sin\varphi}{\cos\varphi}$ $\mu = tg\varphi$

 $\vec{F}_R^{'} = -\vec{F}_R$ $\vec{F}_R$ = rezultanta forţelor cu care suprafaţa acţionează asupra corpului $\vec{F}_R^{'}$ = rezultanta forţelor cu care corpul acţionează asupra suprafeţei $tg\varphi = \frac{F_f}{N}$; $N = N^{'} = F_{AP}$ $tg\varphi = \mu$	
• **Defineşte** noţiunea de presiune (mărimea fizică scalară numeric egală cu forţa ce se exercită perpendicular şi uniform pe unitatea de suprafaţă): $p = \frac{F_n}{S}$; $p = \frac{F_{AP}}{S}$ F_{AP} = mărimea forţei de apăsare normală S = mărimea suprafeţei de contact dintre corpuri • **Cere elevilor** să stabilească unitatea de măsură a presiunii în S.I.	• **Stabilesc:** $[p]_{S.I.} = \frac{[F]_{S.I.}}{[S]_{S.I.}}$ $[p]_{S.I.} = \frac{N}{m^2}$ $[p]_{S.I.} = Pa$
• **Indică** alte unităţi de măsură ale presiunii utilizate în practică, respectiv instrumentele cu care se măsoară presiunea atmosferică, presiunea gazelor închise în recipiente şi **cere elevilor:** - **să evidenţieze** situaţii din viaţa cotidiană, în care este necesar să se reducă sau să crească presiunea; - **să formuleze** constatări/ concluzii;	• **Exemplifică:** - picioarele băncilor aşezate pe aleile parcurilor au baza cu o suprafaţă mai mare; - un cuţit ascuţit taie mai bine decât unul tocit; - pe gheaţă sunt folosite patinele, iar pe zăpadă schiurile; - ghiozdanele sunt prevăzute cu bretele late, pentru a evita rănirea umerilor; - deşi are zeci de tone, un tanc nu se împotmoleşte pe un teren moale; • **Formulează** generalizări: - pentru a micşora presiunea, se măreşte suprafaţa pe care se exercită forţe de apăsare (în general); - pentru a mări presiunea, se micşorează suprafaţa pe care acţionează forţa de apăsare;
• **Cere elevilor:** - să dea exemple în care sunt evidenţiate efectele frecării în natură şi în tehnică; - **să formuleze** constatări/ concluzii;	• **Exemplifică:** - mersul fiinţelor pe sol; - înaintarea vehiculelor; - frânarea vehiculelor; - echilibrul corpurilor pe suprafeţe uşor înclinate; - transmisia mişcării de rotaţie prin roţi dinţate şi curele de transmisie;

	- arcuşul pe coarda de vioară; - legarea nodurilor la sfori pentru ambalarea mărfurilor; - tocirea pieselor mobile ale maşinilor; - deformarea pieselor sau chiar topirea lor, datorită energiei dezvoltate sub formă de căldură; • **Formulează** generalizări: - în natură şi în tehnică, frecarea se manifestă în unele situaţii ca un fenomen fizic folositor, iar în altele ca un fenomen cu efecte dăunătoare; - în situaţiile în care frecarea este folositoare, omul acţionează în sensul măririi ei, în timp ce în cazurile în care ea este dăunătoare, în sensul micşorării ei.
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**;[9]	• **Prezintă** portofoliile, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte** elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ***Îşi propun*** *să* ***expună produsele realizate*** *în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale,* ***să informeze*** *factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele.*

Bibliografie

Ailincăi, Margareta; Rădulescu Liviu, *Probleme – întrebări de fizică*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1972.

Ciascai, Liliana, *Didactica fizicii*, Editura Casa Cărţii de Ştiinţă, Cluj-Napoca, 2006.

Clark, Christopher; Enescu, George; Nistor, Mircea; Rusu, Mircea, *Fizică. Manual pentru clasa a VII-a*, Editura ALL, Bucureşti, 1999.

Corega, Constantin; Andreica, Dan; Marinciuc, Mihai; Kevorkian, Brîndușa, *Probleme şi lucrări practice de fizică,* Editura Studium Cluj-Napoca, Cluj-Napoca, 1995.

Epstein, Lewis Carroll, *Gândiţi Fizica!,* Editura ALL Educaţional, Bucureşti, 1995.

Garabet, Mihaela; Neacşu, Ion, *Lecţii experimentale în laboratorul de fizică*, Editura Niculescu, Bucureşti, 2004.

Gherbanovschi, Cleopatra; Gherbanovschi, Nicolae, *Fizică. Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Niculescu, Bucureşti, 2005.

[9] **Criteriile de evaluare finală** vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.
Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite" corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

5. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
6. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
7. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
8. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Hristev, Anatolie; Fălie, Vasile; Manda, Dumitru; *Fizică. Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1985.

Ionescu-Andrei, Rodica; Onea, Cristina; Toma, Ion, *Fizică. Filiera tehnologică. Filiera teoretică (profil real). Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Teora Educaţional, Bucureşti, 1999.

Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti, 2006.

Păcurari, O., (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001.

Sandu, Mihail, *Probleme de fizică pentru gimnaziu*, Editura ALL Educaţional, Bucureşti, 1996.

Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti, 2005.

Stoenescu, George; Florian, Gabriel; *Didactica fizicii*, Editura SITECH, Editura ELSE, Craiova, 2009.

Turcitu, Doina; Panaghianu, Magda; Şerban, Marin, *Fizică. Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Radical, Bucureşti, 2009.

Turcitu, Doina; Panaghianu, Magda; Pop, Viorica; Iancu, Mihaela; Stoica, Cristiana; Ursu, Stelian, *Fizică. Manual pentru clasa a VII-a*, Editura Radical, Bucureşti, 1999.

Unitatea de învăţare:VII.4
Echilibrul mecanic
„Cel mai greu lucru de păstrat este echilibrul ...”
„Cum îşi menţine echilibrul o gimnastă pe bârnă?”

Larisa Măgheruşan

Clasa: a VII-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **4**

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Mişcarea de translaţie, noţiunea de echilibru mecanic, condiţia de echilibru de translaţie, mişcarea de rotaţie, momentul unei forţe, condiţia de echilibru de rotaţie, cuplul de forţe, centrul de greutate al unui corp (definiţie, determinarea centrului de greutate pentru un corp cu formă regulată şi pentru un corp cu formă neregulată) (Programa de fizică pentru clasa a VII-a).

Modelul de învăţare asociat: **Investigaţia ştiinţifică**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o întrebare deschisă (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de paradoxul care reiese din afirmaţia „Cel mai greu lucru de păstrat este echilibrul...” , precum şi de întrebarea: *„Cum îşi menţine echilibrul o gimnastă pe bârnă?”*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă, discutarea conceptelor de bază – mişcare de translaţie, mişcare de rotaţie, echilibru, consecinţe, forţe, momentul forţei – cu accentuarea aspectelor practice ale acestora, prin solicitarea şi oferirea unor exemple concrete); • **Evocă întrebările de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): *„Cum descriem mişcarea de translaţie a unui corp?”; „Dar mişcarea de rotaţie?”; „Ce înţelegem prin echilibru mecanic?”; „Cum poate fi rotit mai uşor un corp în jurul unei articulaţii?”; „Cum stau în echilibru corpurile suspendate?” ; „Dar cele aşezate pe diverse suprafeţe?”; „Cum poate fi răsturnat mai uşor un*	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind mişcarea unor corpuri, schimbări ale stării de mişcare, echilibrarea unor dispozitive (balanţă, balansoar), utilizarea unor instrumente (şurubelniţa), manevrarea volanului unei maşini, deschiderea unei uşi, etc.; • **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări, de exemplu: „observând poziţia corpului în timpul mişcării, observând traiectoria descrisă de diferite puncte ale corpului” ; „starea în care se găseşte un corp la un moment dat aşa fel încât în timp să nu apară nicio modificare” ; „probabil acţionând cu o forţă mai mare, la distanţă mai mare de articulaţie”; „forţele ce acţionează asupra lor le menţin în echilibru”; „suprafaţa respectivă le menţine echilibrul”; „acţionând cu o forţă mai mare,

corp?"; „Cum explicaţi echilibrul unor corpuri susţinute într-un singur punct?" şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebări, argumente; • **Orientează gândirea elevilor către identificarea** noţiunilor relevante (condiţii de echilibru, momentul unei forţe, braţul forţei, cuplul de forţe, braţul cuplului, centrul de greutate al unui corp) care disting ipotezele formulate, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* (definirea momentului unei forţe, condiţiile de echilibru de translaţie şi rotaţie, definirea cuplului de forţe şi a momentului acestuia, etc.); • **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; • **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de diverse tipuri: „Ce este?", „Cum explicaţi?".	într-un anume loc"; „punctul respectiv are proprietăţi speciale legate de echilibru" şi altele; • **Evocă aspecte interesante,** experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind tipuri de mişcare a corpurilor, situaţii de echilibru şi neechilibru, dispozitivele utilizate în diverse activităţi în termeni de echilibru; • **Menţionează** forţa ca măsură a interacţiunii corpurilor şi momentul forţei ca măsură a efectului de rotaţie al unei forţe; descriu cuplul de forţe pornind de la un exemplu concret; • **Reamintesc** tipurile învăţate de forţe. • **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica echilibrul de translaţie, respectiv, de rotaţie (corpuri acţionate de diferite forţe, cu diferite orientări); pentru a stabili poziţia centrului de greutate al unui corp; se poate sugera experimentarea cu diverse corpuri (cu forme regulate şi neregulate), etc.; • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe; • **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor; • **Efectuează tema pentru acasă**. Utilizează diferite surse de informare: cărţi, reviste, site-uri pe internet, aprofundează variantele de răspuns, fac conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurare a materialelor, planificare a etapelor;

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

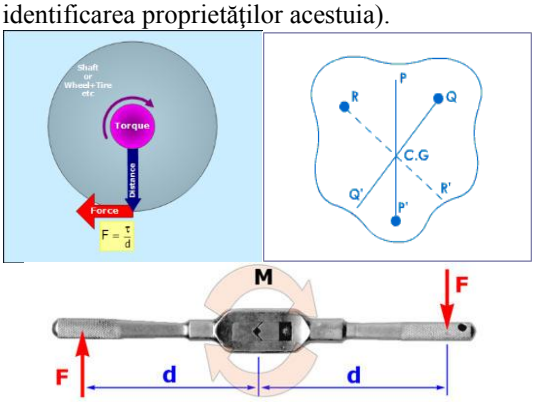
Săptămâna: .....

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să evalueze informaţiile** colectate acasă, la întrebările de tipul „Ce este?", „Cum explicaţi?" • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (corpuri cu masa marcată, dinamometre, rigle, corpuri cu articulaţii (axe de rotaţii), corpuri cu diverse forme, **fir cu plumb,** etc.) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către verificarea condiţiilor de echilibru, măsurarea forţelor şi a braţelor acestora, calcularea momentului unei forţe, determinarea	• **Evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează şi observă** diferite configuraţii de mişcare (translaţie şi rotaţie) utilizând materialele puse la dispoziţie; **disting** între cele două tipuri de mişcări, **identifică** deosebirile; - **experimentează şi observă** stabilirea echilibrului de translaţie (static şi dinamic), precum şi a echilibrului de rotaţie, folosind corpurile puse la dispoziţie, utilizând dinamometrului şi rigla;

centrului de greutate al diverselor corpuri şi identificarea proprietăţilor acestuia).



• **Cere elevilor** să comunice observaţiile experimentale**;**

înregistrează valorile mărimilor măsurate: masa corpurilor utilizate, greutatea acestora, forţele măsurate de dinamometru, braţele forţelor; **compară valorile obţinute** în diferite situaţii;
- **observă** condiţia de echilibru de translaţie şi o interpretează;
- **observă şi notează** observaţiile referitoare la echilibrul de rotaţie (valorile forţelor şi ale braţelor acestora);
- **identifică şi analizează** o situaţie de utilizare a unui cuplu de forţe;
- **observă, determină şi analizează** poziţia centrului de greutate al unor corpuri date (cu forme regulate şi neregulate).

• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind:
- descrierea mişcării de translaţie, precum şi a mişcării de rotaţie a unui corp;
- starea de echilibru mecanic a unui corp;
- condiţia de echilibru de translaţie (efectul forţelor ce acţionează asupra unui corp, semnificaţia rezultantei acestor forţe);
- condiţia de echilibru de rotaţie (momentul forţei, semnificaţia sa, momentul rezultant al forţelor ce acţionează asupra unui corp ce are o articulaţie);
- cuplul de forţe, analizarea unor situaţii practice în care apar cupluri de forţe;
- centrul de greutate al unui corp şi proprietăţile sale;

• **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare.

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;

• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări:
- Cum se scrie condiţia de echilibru de translaţie? Dar cea de echilibru de rotaţie?
- Ce este şi ce exprimă momentul unei forţe?
- Ce este un cuplu de forţe şi cum se calculează momentul său?
- Ce semnificaţie are centrul de greutate al unui corp?
- Cum se determină centrul de greutate al unui corp?

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3
Săptămâna: .....

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţiile anterioare şi prin temele efectuate acasă şi **să distingă un patern** care să explice: - starea de echilibru de translaţie, respectiv, de echilibru de rotaţie a unui corp; - ce este momentul unei forţe, respectiv, ce	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - definirea mişcării de translaţie, precum şi a mişcării de rotaţie a unui corp; - definirea echilibrului mecanic al unui corp;

este momentul unui cuplu de forţe; - ce reprezintă centrul de greutate al unui corp; - cum se determină centrul de greutate al unui corp;	- enunţarea condiţiei de echilibru de translaţie (un corp este în echilibru dacă rezultanta tuturor forţelor care acţionează asupra sa este nulă); - enunţarea condiţiei de echilibru de rotaţie (un corp care se poate roti în jurul unei articulaţii este în echilibru de rotaţie dacă momentul rezultant al forţelor care acţionează asupra sa este zero); - definirea momentului unei forţe şi discutarea semnificaţiei sale; - descrierea cuplului de forţe, analizarea unor situaţii practice în care apar cupluri de forţe; - stabilirea centrului de greutate al unui corp şi identificarea proprietăţilor sale;
• **Distribuie elevilor** materiale (diverse figuri plane, din carton, cu forme regulate – dreptunghiuri, cercuri, hexagoane, inele – sau neregulate, figuri cu goluri, fir cu plumb) şi **cere elevilor**, ca pentru acestea să găsească şi să verifice: a). poziţia centrului de greutate; b). axe de simetrie; - să suspende, în diferite puncte, unul dintre corpurile studiate şi să explice: c). relativ la poziţia centrului de greutate, echilibrul obţinut.	• **Selectează** figurile cu forme regulate şi determină geometric centrul lor de greutate; • **Selectează** figurile cu forme neregulate şi determină experimental (prin suspendarea succesivă în puncte diferite şi cu ajutorul firului cu plumb) poziţia centrului de greutate; • **Analizează** şi interpretează situaţiile în care centrul de greutate se află în afara corpului.
• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** care să explice răsturnarea corpurilor solide la înclinarea acestora peste o anumită limită.	• **Constată** că: a) cu cât unghiul de înclinare al corpului creşte, cu atât vectorul greutate „cade” mai spre exteriorul suprafeţei de sprijin a corpului; echilibrul devine mai fragil; b) în momentul în care vectorul greutate „cade” în afara suprafeţei de sprijin, corpul se răstoarnă;
• **Cere elevilor** să revină la exclamaţia iniţială: „Cel mai greu lucru de păstrat este echilibrul...”, precum şi la întrebarea „ Cum îşi păstrează echilibrul o gimnastă pe bârnă?” , apoi să argumenteze, respectiv să formuleze un răspuns.	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: pentru a ajunge într-o stare de echilibru mecanic, un corp trebuie să îndeplinească nişte condiţii (fie de echilibru de translaţie, fie de echilibru de rotaţie, fie ambele); aceste restricţii presupun conjuncturi bine stabilite, chiar unice, deci echilibrul obţinut este ... cu atât mai „preţios”; - echilibrul se păstrează atât timp cât condiţia de echilibru este îndeplinită.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la un set de întrebări**.	• **Efectuează tema pentru acasă:** 1. Explicaţi mişcarea unui punct de pe roata unei biciclete în mers, faţă de şoseaua pe care aceasta se deplasează. Încercaţi să descompuneţi mişcarea efectuată în cele două tipuri de mişcări învăţate (translaţie şi rotaţie). 2. Daţi şi alte exemple de mişcări compuse (translaţie şi rotaţie). 3. Cum explicaţi echilibrul mecanic al corpurilor?

Secvenţa a IV-a. Aplicare – Transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 4

Săptămâna: .....

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale şi asistenţă** pentru realizarea practică a unor situaţii diverse de echilibru: echilibru stabil, instabil, indiferent; realizarea unor situaţii curioase de echilibru (urcarea unui anume corp pe un plan înclinat, pentru ca centrul său de greutate să coboare, furculiţe în echilibru pe gâtul unei sticle cu dop, etc.,), implicându-i în evaluarea produselor realizate, a procedurilor/ soluţiilor adoptate; • **Propune elevilor fişe de lucru** cu probleme combinate – aplicaţii la condiţiile de echilibru mecanic şi centrul de greutate al unui corp;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: a) **discută şi selectează materialele** pentru realizarea miniexperimentelor propuse (respectând condiţiile de echilibru în fiecare caz, interpretând situaţiile de echilibru stabil, instabil şi indiferent); b) **organizează materialele** şi stabilesc ordinea în care prezintă şi explică situaţiile construite; c) **analizează şi rezolvă problemele** propuse prin fişele de lucru; d) **argumentează şi interpretează** soluţiile obţinute.
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi. • **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.; • **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produselor finale, convin **modalitatea de prezentare** (portofoliu – cu fişe de lucru, fotografii, rapoarte, notiţe diverse, produse rezultate în urma experimentelor); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite. • **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru; • **Prezintă portofoliile** grupelor de lucru; • **Îşi propun să prezinte produsele realizate** în expoziţii şcolare şi la sesiuni de comunicări ştiinţifice.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	Tema pentru acasă: Aţi auzit de mecanisme sau maşini simple? In ce situaţii? Unde aţi întâlnit scripeţi sau pârghii şi la ce credeţi că folosesc ele? (Anticiparea următoarei unităţi de învăţare „Mecanisme simple”)

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) 365 de experimente ştiinţifice simple – editura Aquila;
(6) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(7) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(8) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(9) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

Unitatea de învăţare:VII.5.1
Mecanisme simple
„Daţi-mi un punct de sprijin şi voi urni Pământul din loc!(Arhimede)”
„Cum pot fi ridicate uşor corpurile grele?”

Larisa Măgheruşan

Clasa: a VII-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **7**

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Pârghia (tipuri de pârghii, condiţii de echilibru, legea pârghiilor, exemple de utilizare a pârghiilor în practică). Scripetele (construcţie, tipuri de scripeţi, condiţii de echilibru, exemple de utilizare în practică). Planul înclinat (descriere, utilizare în practică, metoda paralelogramului pentru descompunerea forţelor) (Programa de fizică pentru clasa a VII-a).

Modelul de învăţare asociat: **Investigaţia ştiinţifică**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o întrebare deschisă (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de paradoxul care reiese din afirmaţia lui Arhimede (cel căruia îi datorăm legea pârghiilor) „Daţi-mi un punct de sprijin şi voi urni Pământul din loc!” Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Corpurile grele pot fi ridicate (manevrate) uşor!”*.



Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă, reluarea conceptelor de bază – forţă, momentul forţei, echilibru mecanic – cu accentuarea aspectelor practice ale acestora, prin solicitarea şi oferirea unor exemple concrete);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind utilizarea unor maşini / dispozitive care reduc efortul oamenilor şi măresc eficienţa activităţilor desfăşurate;
• **Evocă întrebările de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): „*Cum pot fi ridicate uşor corpurile*	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări, de exemplu: „cu ajutorul unor maşini, macarale sau dispozitive ajutătoare”; „în aşa fel încât să se poată

grele?"; „Cum trebuie să se aşeze pe un balansoar doi copii cu mase diferite?",, De ce sunt mai uşor de spart nucile cu un cleşte pentru nuci?"; De ce se utilizează un scripete pentru a scoate apa dintr-o fântână?"; „Ce rol au rampele de acces în diferite clădiri?; „Cum credeţi că este mai uşor de ajuns la o anumită înălţime, pe scări sau pe un drum cu o mică pantă dar mai lung? De ce? " şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebări, argumente;	balansa [să fie în echilibru]"; „probabil cleştele are mai multă ... forţă"; „aşa se scoate mai uşor găleata cu apă"; „pentru ca accesul să se facă mai uşor, în special pentru persoanele care nu pot urca scările"; „pe drumul mai lung dar uşor înclinat este posibil ca efortul să fie mai mic"; „drumul pe scări poate fi mai scurt, dar mai obositor" şi altele;
• **Orientează gândirea elevilor către identificarea** noţiunilor relevante (forţă activă, forţă rezistentă, punct de sprijin, braţul unei forţe, condiţie de echilibru) care disting ipotezele formulate, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* (identificarea tipului unei pârghii, utilizarea legii pârghiilor, forţa activă la scripeţii compuşi, condiţia de echilibru pentru planul înclinat, cum influenţează frecarea ridicarea unui corp pe planul înclinat, etc.);	• **Evocă aspecte interesante,** experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind dispozitivele utilizate în diverse activităţi în termeni de echilibru, forţe, deplasare;
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;	• **Menţionează** forţa ca măsură a interacţiunii şi momentul forţei ca măsură a efectului de rotaţie al unei forţe; • **Evocă condiţiile de echilibru** de translaţie şi rotaţie**;** • **Reamintesc** metoda paralelogramului pentru descompunerea unei forţe după două direcţii date. • **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica plutirea corpurilor aşezate pe apă (corpuri de mase, respectiv, volume egale, din substanţe diferite); se poate sugera experimentarea cu alte lichide decât apa etc.; • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de diverse tipuri: „Ce este?", „Când se utilizează?", „Cum funcţionează?".	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor; • **Efectuează tema pentru acasă**. Utilizează diferite surse de informare: cărţi, reviste, site-uri pe internet, aprofundează variantele de răspuns, fac conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurare a materialelor, planificare a etapelor; Realizează fotografii ale unor mecanisme simple utilizate într-o gospodărie, într-un atelier mecanic, microîntreprindere locală, etc.,

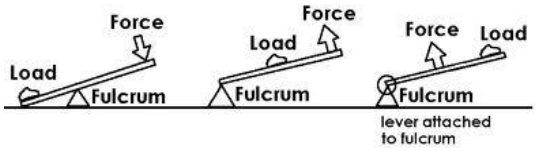
Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2 - PÂRGIA

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

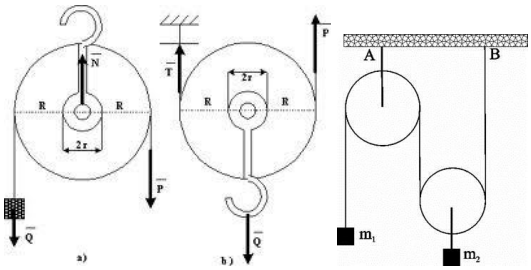
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să evalueze informaţiile** colectate acasă, la întrebările de tipul „Ce este?”, „Când se utilizează?”, „Cum funcţionează?”	• **Evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (bare din lemn, plastic sau metal, rigle, corpuri cu masa marcată, etaloane de masă, dinamometre, diverse dispozitive simple, unelte simple diverse, etc.) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către verificarea legii pârghiilor şi către identificarea tipurilor cunoscute de pârghii printre dispozitivele şi uneltele oferite, precizând în fiecare caz poziţia punctului de sprijin (articulaţia), forţa rezistentă şi forţa activă).  	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează şi observă diferite configuraţii de pârghii** utilizând materialele puse la dispoziţie; - **experimentează şi observă stabilirea echilibrului pârghiilor construite** la aşezarea corpurilor sau a maselor marcate în anumite poziţii relativ la punctul de sprijin sau/şi prin utilizarea dinamometrului; înregistrează valorile mărimilor măsurate: masa corpurilor utilizate, greutatea acestora, forţele măsurate de dinamometru, braţele forţelor; **compară valorile obţinute** pentru care pârghia studiată este în echilibru (stabilesc proporţionalităţi între mărimile măsurate); - **observă** condiţia de echilibru şi o interpretează ca lege a pârghiei (raportul forţelor implicate este egal cu raportul invers al braţelor forţelor respective) şi **notează observaţiile** (valorile forţelor şi ale braţelor acestora); - **observă, analizează şi identifică diferite dispozitive asimilate cu pârghii de diferite genuri** (balanţă, foarfece, cleşte, cleşte spart nuci, pensetă).
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile experimentale**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind: - definirea pârghiei şi enumerarea elementelor acesteia; - condiţia de echilibru a pârghiei şi exprimarea ei sub forma unei legi – legea pârghiilor; - clasificarea pârghiilor în funcţie de poziţia punctelor de aplicaţie ale forţelor rezistentă şi activă relativ la punctul de sprijin; - identificarea tipurilor de pârghii cunoscute în cazuri concrete (dispozitive simple, unelte)**;** • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: - Ce este şi ce exprimă momentul unei forţe? - Ce este pârghia şi ce rol practic are ea? - Din ce fel de condiţie de echilibru derivă legea pârghiilor? - Pornind de la ideea că sistemul osos şi muscular al corpului uman este un sistem de pârghii, elevii sunt solicitaţi să identifice câte un tip de pârghie „anatomică” (temă interdisciplinară fizică – biologie).

Lecţia 3 - SCRIPETELE

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

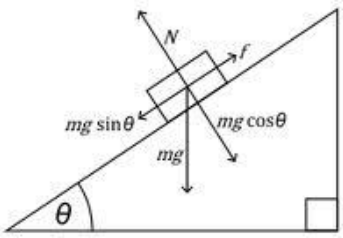
Activitatea profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să evalueze informaţiile** colectate acasă, la întrebările de tipul „Ce este?”, „Când se utilizează?”, „Cum funcţionează?” • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (scripeţi, stative, corpuri cu masa marcată, etaloane de masă, rigle, dinamometre, etc.) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către stabilirea condiţiei de echilibru la scripeţi şi a expresiei forţei active în fiecare caz în parte: scripete fix, mobil, compus).	• **Evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează şi observă diferite configuraţii de scripeţi** utilizând materialele puse la dispoziţie, precum şi indicaţiile din fişele de lucru; - **experimentează şi observă stabilirea echilibrului de rotaţie în configuraţiile de scripeţi studiate** la suspendarea diferitelor corpuri sau maselor marcate, precum şi prin acţionarea cu anumite forţe prin intermediul dinamometrului; înregistrează valorile mărimilor măsurate: masa corpurilor utilizate, greutatea acestora, forţele măsurate de dinamometru, raza şi diametrul scripeţilor; **compară valorile obţinute** pentru care scripetele studiat (sau configuraţia de scripeţi) este în echilibru (stabilesc proporţionalităţi între mărimile măsurate), **stabilesc expresia forţei active** care echilibrează fiecare configuraţie în parte; - **observă** condiţia de echilibru şi o interpretează, **notează observaţiile** (valorile forţelor, raza scripetelui); - **identifică şi analizează diferite situaţii practice în care se utilizează configuraţii de scripeţi.**
 	
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile experimentale**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind: - descrierea scripetelui şi a rolul acestuia; - tipuri de scripeţi; - condiţia de echilibru a unei configuraţii date de scripeţi; - expresia forţei active pentru o configuraţie dată; - identificarea unor situaţii în care se utilizează scripeţi; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: - Ce este scripetele şi ce rol practic are el? - Care este condiţia de echilibru pentru un scripete sau o configuraţie de scripeţi? - Câte tipuri de scripeţi sau configuraţii cu scripeţi cunoaşteţi? - Unde aţi întâlnit în practică utilizarea scripeţilor? Daţi exemple!

Lecţia 4 – PLANUL INCLINAT

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să evalueze informaţiile** colectate acasă, la întrebările de tipul „Ce este?”, „Când se utilizează?”, „Cum funcţionează?”	• **Evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (tribometru, riglă, corpuri cu masa marcată, etaloane de masă, dinamometru, etc.) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (măsurarea unghiului planului înclinat, calcularea înălţimii planului înclinat¸ descompunerea greutăţii pe direcţiile tangentă şi normală la plan, determinarea (măsurarea şi calcularea) forţei active pentru urcarea uniformă a unui corp pe plan (cu şi fără frecare), discutarea felului în care frecarea influenţează mişcarea pe plan).  	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează montajul experimental conform indicaţiilor din fişele de lucru,** utilizând materialele puse la dispoziţie; **măsoară** unghiul planului şi **calculează** înălţimea planului înclinat; - **experimentează şi observă deplasarea uniformă** a diverselor corpuri aşezate pe plan (la urcare); - **stabilesc condiţia de echilibru dinamic** la urcare**, aplică regula de descompunere a forţelor, determină valoarea forţei active; înregistrează valorile mărimilor măsurate** (forţă, unghiul planului, înălţimea planului); - **descompun greutatea** după direcţiile tangentă şi normală la plan; **calculează** componentele greutăţii; - **observă cum influenţează** frecarea ridicarea uniformă pe planul înclinat (d.p.d.v. al forţei active); - **analizează şi identifică** situaţii practice de utilizare a planului înclinat în diverse activităţi umane (rampe pentru ridicarea diverselor obiecte, pârtii de sanie sau schi).
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile experimentale**, r**ezultatele obţinute în urma măsurătorilor şi a calculelor făcute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind: - enumerarea elementelor unui plan înclinat; - valoarea unghiului de înclinare, respectiv înălţimea planului înclinat; - regula de descompunere a forţelor; - expresiile componentelor tangenţială şi normală ale greutăţii corpului aşezat pe planul înclinat; - determinarea forţei active la urcarea corpului pe plan; - condiţia de echilibru dinamic la urcarea (condiţia de echilibru a planului, cu şi fără frecare); - modul în care frecare influenţează ridicarea corpului pe planul înclinat. • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: - De ce este utilă folosirea planului înclinat la ridicarea corpurilor grele? - Cum se calculează înălţimea şi baza planului în funcţie de lungimea şi unghiul de înclinare al planului? - Cum se calculează forţa de frecare la alunecare a unui corp pe planul înclinat? - Ce situaţii practice de utilizare a planului înclinat aţi întâlnit?

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 5

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţiile anterioare şi prin temele efectuate acasă şi **să distingă un patern** care să explice: - cum pot fi ridicate uşor corpurile grele, prin utilizarea mecanismelor simple; - ce deosebire există între pârghiile de diverse genuri; - de ce sunt scripeţii atât de utilizaţi în diverse activităţi umane; - cum, prin utilizarea unui plan înclinat, se micşorează forţa necesară ridicării unui corp greu;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - cu ajutorul mecanismelor simple, pe baza condiţiilor de echilibru, se dezvoltă o forţă activă, de regulă mai mică decât forţa rezistentă, care prin lucrul mecanic efectuat determină ridicarea corpurilor; - clasificarea pârghiilor se face în funcţie de poziţia punctului de sprijin, respectiv poziţia punctelor de aplicaţie ale forţelor activă şi rezistentă, relativ la punctul de sprijin al pârghiei; - scripetele permite modificarea convenabilă a direcţiei forţei active; - prin utilizarea planului înclinat, se măreşte distanţa pe care se deplasează corpul la ridicare, ceea ce duce la micşorarea forţei active necesare.
• **Distribuie elevilor** materiale (tribometru, corpuri cu mase marcate) şi **cere elevilor**, ca pentru un corp dat (cu masa cunoscută) să găsească: a) configuraţia (înclinarea tribometrului) pentru care corpul ales coboară uniform pe planul înclinat; - să măsoare: b). unghiul planului în acest caz; - să calculeze: c). înălţimea corespunzătoare a planului; d). greutatea tangenţială; e). forţa de frecare la alunecare, eventual coeficientul de frecare la alunecare.	• **Înregistrează** valoarea unghiului de înclinarea a planului, calculează înălţimea planului, greutatea tangenţială şi forţa de frecare la alunecare; • **Analizează** condiţia de echilibru la coborârea uniformă a corpului pe plan şi deduce valoarea coeficientului de frecare la alunecare dintre corp şi plan.
• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** care să explice ce se întâmplă cu valorile componentelor greutăţii (tangenţială şi normală) atunci când unghiul de înclinare al planului creşte.	• **Constată** că: c) cu cât unghiul de înclinare al planului este mai mare, cu atât componenta tangenţială a greutăţii corpului este mai mare; d) cu cât unghiul de înclinare al planului este mai mare, cu atât componenta normală a greutăţii corpului este mai mică.
• **Precizează** elevilor că: - greutatea tangenţială produce alunecarea corpului pe plan; - greutatea normală determină forţa de apăsare pe plan.	• **Reformulează constatările**: *ridicarea unui corp înseamnă deplasarea acestuia pe o anumită distanţă sub acţiunea unei forţe active;* • **Constată că** forţa de apăsare produsă de un corp aşezat pe un plan, depinde de înclinarea planului; • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: discută condiţiile de echilibru specifice mecanismelor simple studiate.
• **Cere elevilor** să revină la exclamaţia iniţială: „Daţi-mi un punct de sprijin şi voi urni Pământul din loc!” , precum şi la întrebarea „ Cum pot fi ridicate cu efort minim corpurile grele?” , să argumenteze, respectiv să formuleze un răspuns.	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: pentru a putea scrie o condiţie de echilibru de rotaţie, trebuie să existe un punct de sprijin relativ la care să poată fi scrise expresiile momentelor forţelor implicate; efectul momentului este rotaţia (deci mişcarea); - corpurile grele pot fi ridicate cu ajutorul unui mecanism simplu potrivit.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la un set de întrebări**.	• **Efectuează tema pentru acasă**: 1. Cum se caracterizează geometric planul înclinat (teorema lui Pitagora, funcţii trigonometrice)? 2. Cum se calculează componentele tangenţială şi normală ale greutăţii unui corp aşezat pe un plan înclinat? 3. Credeţi că există şi alte mecanisme simple in afara celor

învăţate? Puteţi da exemple?

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Lecţia 6

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale şi asistenţă** pentru realizarea unor prezentări ppt care să caracterizeze funcţionarea mecanismelor simple studiate, implicându-i în evaluarea produselor realizate, a procedurilor/ soluţiilor adoptate; • **Propune elevilor fişe de lucru** cu probleme combinate – aplicaţii la funcţionarea mecanismelor simple studiate;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: e) **discută şi selectează materialele** pentru realizarea prezentărilor propuse, cu referire la clasificarea şi descrierea dispozitivelor, condiţii de echilibru (de rotaţie, de translaţie), forţe active şi rezistente, aplicaţii practice – utilizări ale maşinilor simple, propuneri de optimizare, etc.; f) **organizează materialele selectate** şi stabilesc structura prezentărilor; g) **analizează şi rezolvă problemele** propuse prin fişele de lucru; h) **argumentează şi interpretează** soluţiile obţinute.
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produselor finale, convin **modalitatea de prezentare** (portofoliu – cu fişe de lucru, fotografii, rapoarte, notiţe diverse,;prezentări multimedia); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 7

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.; • **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru; • **Prezintă portofoliile** grupelor de lucru; • **Îşi propun să prezinte produsele realizate** în expoziţii şcolare şi la sesiuni de comunicări ştiinţifice.

baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).

Tema pentru acasă:
Vă sunt familiare noţiunile de energie, lucru mecanic, randament? In ce situaţii aţi auzit de acestea? La ce credeţi că se referă ele? (Anticiparea următoarei unităţi de învăţare „Lucru mecanic şi energia mecanică")

Bibliografie

(10) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(11) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(12) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(13) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(14) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(15) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(16) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(17) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/
(18) http://www.scribd.com/doc/27051648/Mecanisme-Simple-Folosite-in-Gospodarie

Unitatea de învăţare:VII.5.2
Mecanisme simple
„Daţi-mi un punct de sprijin şi voi urni Pământul din loc!(Arhimede)”
„Cum pot fi ridicate uşor corpurile grele?”

Larisa Măgheruşan

Clasa: a VII-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **7**

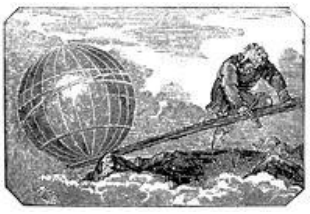
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Pârghia (tipuri de pârghii, condiţii de echilibru, legea pârghiilor, exemple de utilizare a pârghiilor în practică). Scripetele (construcţie, tipuri de scripeţi, condiţii de echilibru, exemple de utilizare în practică). Planul înclinat (descriere, utilizare în practică, metoda paralelogramului pentru descompunerea forţelor, condiţia de echilibru pentru un corp aşezat pe planul înclinat) (Programa de fizică pentru clasa a VII-a).

Modelul de învăţare asociat: **Proiectul**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (reprezentând competenţe specifice), ca o succesiune lecţii „cu finalitate reală” (Cerghit, I. ş.a., 2001), focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse finite, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este **planificarea sau anticiparea**. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de observarea felului în care, pentru a-şi uşura munca, oamenii utilizează diferite maşini simple (macarale, scripeţi, cricuri, cleşti, foarfeci, diverse unelte, rampe, etc.). Arhimede spunea „Daţi-mi un punct de sprijin şi voi urni Pământul din loc!” Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Corpurile grele pot fi ridicate (manevrate) uşor!”*.



Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă, reluarea conceptelor de bază – forţă, momentul forţei, echilibru mecanic – cu accentuarea aspectelor practice ale acestora, prin solicitarea şi oferirea unor exemple concrete);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind utilizarea unor maşini / dispozitive care reduc efortul oamenilor şi măresc eficienţa activităţilor desfăşurate;

• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca:
(1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: Mecanisme simple folosite în gospodărie: *foarfecele, cleştele, balansoarul, levierul, roaba, sapa, undiţa, braţul omului, cricul, scripetele de fântână, rampa, deschizătorul de sticle, etc.;*
(2) **construcţii:** *balanţa simplă, scripetele fix şi mobil, toboganul*; *machete, jucării*;
(3) **referate ştiinţifice** explicând**:**
- modul de funcţionare a pârghiilor, diferitele tipuri de pârghii, rolul şi utilizarea acestora
- funcţionarea scripetelui compus, calculul forţei active;
- utilizarea planului înclinat pentru ridicarea unui corp la o anumită înălţime, pornind de la descompunerea forţelor şi exprimarea echilibrului mecanic;
- mecanisme simple utilizate în gospodărie;
- mecanisme simple utilizate în atelierele mecanice.
(4) **postere, desene, prezentări ppt, etc.**, evocând noile cunoştinţe etc.;

• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (forţă activă, forţă rezistentă, punct de sprijin, braţul unei forţe, condiţie de echilibru); **identifică** *explicaţiile neştiinţifice* şi *nevoile de cunoaştere* (identificarea tipului unei pârghii, utilizarea legii pârghiilor, forţa activă la scripeţii compuşi, condiţia de echilibru pentru planul înclinat, cum influenţează frecarea ridicarea unui corp pe planul înclinat, etc.);

• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă informaţii de diverse tipuri: „Ce este?”, „Când se utilizează?”, „Cum funcţionează?”.

• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.);

• **Fiecare grup alege câte o temă de proiect, referat ştiinţific;**

• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu ştiinţific, prezentare ppt);



• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind dispozitivele utilizate în diverse activităţi în termeni de echilibru, forţe, deplasare, eficienţă;

• **Evocă/ exersează măsurarea braţului unei forţe, a unghiului unui plan înclinat, determinarea (descompunerea, calculul) forţelor**, **a înălţimii planului înclinat** (utilizând diverse dispozitive simple: balanţă, foarfece, cleşte, scripeţi, planul înclinat – tribometrul – din trusa de fizică);

• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor;

• **Efectuează tema pentru acasă**.
Utilizează diferite surse de informare: cărţi, reviste, site-uri pe internet.
Realizează fotografii ale unor mecanisme simple utilizate într-o gospodărie, într-un atelier mecanic, microîntreprindere locală, etc.,

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2 - PÂRGIA

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile	• **Evocă informaţiile culese** cu privire la proiectul ales, **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi

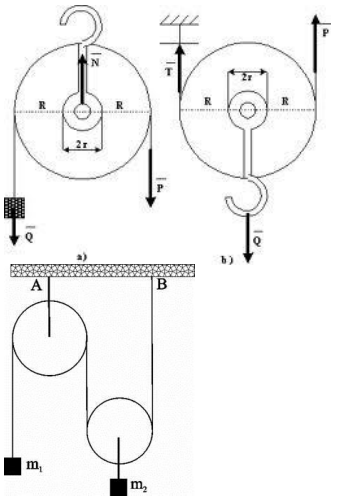
colectate/ produsele realizate; • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (bare din lemn, plastic sau metal, rigle, corpuri cu masa marcată, etaloane de masă, dinamometre, diverse dispozitive simple, unelte simple diverse, etc.) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către verificarea legii pârghiilor şi către identificarea tipurilor cunoscute de pârghii printre dispozitivele şi uneltele oferite, precizând în fiecare caz poziţia punctului de sprijin (articulaţia), forţa rezistentă şi forţa activă).	sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează şi observă diferite configuraţii de pârghii** utilizând materialele puse la dispoziţie; - **experimentează şi observă stabilirea echilibrului pârghiilor construite** la aşezarea corpurilor sau a maselor marcate în anumite poziţii relativ la punctul de sprijin sau/şi prin utilizarea dinamometrului; înregistrează valorile mărimilor măsurate: masa corpurilor utilizate, greutatea acestora, forţele măsurate de dinamometru, braţele forţelor; **compară valorile obţinute** pentru care pârghia studiată este în echilibru (stabilesc proporţionalităţi între mărimile măsurate); - **observă** condiţia de echilibru şi o interpretează ca lege a pârghiei (raportul forţelor implicate este egal cu raportul invers al braţelor forţelor respective) şi **notează observaţiile** (valorile forţelor şi ale braţelor acestora); - **observă, analizează şi identifică diferite dispozitive asimilate cu pârghii de diferite genuri** (balanţă, foarfece, cleşte, cleşte spart nuci, pensetă).
• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind: - definirea pârghiei şi enumerarea elementelor acesteia; - condiţia de echilibru a pârghiei şi exprimarea ei sub forma unei legi – legea pârghiilor; - clasificarea pârghiilor în funcţie de poziţia punctelor de aplicaţie ale forţelor rezistentă şi activă relativ la punctul de sprijin; - identificarea tipurilor de pârghii cunoscute în cazuri concrete (dispozitive simple, unelte); • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: - Ce este şi ce exprimă momentul unei forţe? - Ce este pârghia şi ce rol practic are ea? - Din ce fel de condiţie de echilibru derivă legea pârghiilor? - Pornind de la ideea că sistemul osos şi muscular al corpului uman este un sistem de pârghii, elevii sunt solicitaţi să identifice câte un tip de pârghie „anatomică” (temă interdisciplinară fizică – biologie).

Lecţia 3 - SCRIPETELE

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (scripeţi, stative, corpuri cu masa marcată, etaloane de masă, rigle, dinamometre,	• **Evocă informaţiile culese** cu privire la proiectul ales, **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează şi observă diferite configuraţii de scripeţi** utilizând materialele puse la dispoziţie,

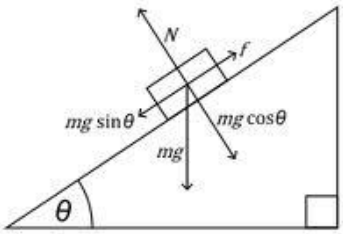
etc.) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către stabilirea condiţiei de echilibru la scripeţi şi a expresiei forţei active în fiecare caz în parte: scripete fix, mobil, compus).  	precum şi indicaţiile din fişele de lucru; - **experimentează şi observă stabilirea echilibrului de rotaţie în configuraţiile de scripeţi studiate** la suspendarea diferitelor corpuri sau maselor marcate, precum şi prin acţionarea cu anumite forţe prin intermediul dinamometrului; înregistrează valorile mărimilor măsurate: masa corpurilor utilizate, greutatea acestora, forţele măsurate de dinamometru, raza şi diametrul scripeţilor; **compară valorile obţinute** pentru care scripetele studiat (sau configuraţia de scripeţi) este în echilibru (stabilesc proporţionalităţi între mărimile măsurate), **stabilesc expresia forţei active** care echilibrează fiecare configuraţie în parte; - **observă** condiţia de echilibru şi o interpretează, **notează observaţiile** (valorile forţelor, raza scripetelui); - **identifică şi analizează diferite situaţii practice în care se utilizează configuraţii de scripeţi.**
• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind: - descrierea scripetelui şi a rolul acestuia; - tipuri de scripeţi; - condiţia de echilibru a unei configuraţii date de scripeţi; - expresia forţei active pentru o configuraţie dată; - identificarea unor situaţii în care se utilizează scripeţi; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: - Ce este scripetele şi ce rol practic are el? - Care este condiţia de echilibru pentru un scripete sau o configuraţie de scripeţi? - Câte tipuri de scripeţi sau configuraţii cu scripeţi cunoaşteţi? - Unde aţi întâlnit în practică utilizarea scripeţilor? Daţi exemple!

Lecţia 4 – PLANUL INCLINAT

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (tribometru, riglă, corpuri cu masa marcată, etaloane de masă, dinamometru, etc.) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (măsurarea unghiului	• **Evocă informaţiile culese** cu privire la proiectul ales, **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează montajul experimental conform indicaţiilor din fişele de lucru,** utilizând materialele puse la dispoziţie; **măsoară** unghiul planului şi **calculează** înălţimea planului înclinat;

planului înclinat, calcularea înălţimii planului înclinat, descompunerea greutăţii pe direcţiile tangentă şi normală la plan, determinarea (măsurarea şi calcularea) forţei active pentru urcarea uniformă a unui corp pe plan (cu şi fără frecare), discutarea felului în care frecarea influenţează mişcarea pe plan).  	- **experimentează şi observă deplasarea uniformă** a diverselor corpuri aşezate pe plan (la urcare); - **stabilesc condiţia de echilibru dinamic** la urcare**, aplică regula de descompunere a forţelor, determină valoarea forţei active; înregistrează valorile mărimilor măsurate** (forţă, unghiul planului, înălţimea planului); - **descompun greutatea** după direcţiile tangentă şi normală la plan; **calculează** componentele greutăţii; - **observă cum influenţează** frecarea ridicarea uniformă pe planul înclinat (d.p.d.v. al forţei active); - **analizează şi identifică** situaţii practice de utilizare a planului înclinat în diverse activităţi umane (rampe pentru ridicarea diverselor obiecte, pârtii de sanie sau schi).
• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute în urma observaţiilor, a măsurătorilor şi a calculelor făcute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind: - enumerarea elementelor unui plan înclinat; - valoarea unghiului de înclinare, respectiv înălţimea planului înclinat; - regula de descompunere a forţelor; - expresiile componentelor tangenţială şi normală ale greutăţii corpului aşezat pe planul înclinat; - determinarea forţei active la urcarea corpului pe plan; - condiţia de echilibru dinamic la urcarea (condiţia de echilibru a planului, cu şi fără frecare); - modul în care frecare influenţează ridicarea corpului pe planul înclinat. • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: - De ce este utilă folosirea planului înclinat la ridicarea corpurilor grele? - Cum se calculează înălţimea şi baza planului în funcţie de lungimea şi unghiul de înclinare al planului? - Cum se calculează forţa de frecare la alunecare a unui corp pe planul înclinat? - Ce situaţii practice de utilizare a planului înclinat aţi întâlnit?

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 5

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţiile anterioare şi prin temele efectuate acasă şi **să distingă un patern** care să explice: - cum pot fi ridicate uşor corpurile grele, prin	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - cu ajutorul mecanismelor simple, pe baza condiţiilor de

utilizarea mecanismelor simple; - ce deosebire există între pârghiile de diverse genuri; - de ce sunt scripeţii atât de utilizaţi în diverse activităţi umane; - cum, prin utilizarea unui plan înclinat, se micşorează forţa necesară ridicării unui corp greu;	echilibru, se dezvoltă o forţă activă, de regulă mai mică decât forţa rezistentă, care prin lucrul mecanic efectuat determină ridicarea corpurilor; - clasificarea pârghiilor se face în funcţie de poziţia punctului de sprijin, respectiv poziţia punctelor de aplicaţie ale forţelor activă şi rezistentă, relativ la punctul de sprijin al pârghiei; - scripetele permite modificarea convenabilă a direcţiei forţei active; - prin utilizarea planului înclinat, se măreşte distanţa pe care se deplasează corpul la ridicare, ceea ce duce la micşorarea forţei active necesare.
• **Distribuie elevilor** materiale (tribometru, corpuri cu mase marcate) şi **cere elevilor**, ca pentru un corp dat (cu masa cunoscută) să găsească: a) configuraţia (înclinarea tribometrului) pentru care corpul ales coboară uniform pe planul înclinat; - să măsoare: b). unghiul planului în acest caz; - să calculeze: c). înălţimea corespunzătoare a planului; d). greutatea tangenţială; e). forţa de frecare la alunecare, eventual coeficientul de frecare la alunecare.	• **Înregistrează** valoarea unghiului de înclinarea a planului, calculează înălţimea planului, greutatea tangenţială şi forţa de frecare la alunecare; • **Analizează** condiţia de echilibru la coborârea uniformă a corpului pe plan şi deduce valoarea coeficientului de frecare la alunecare dintre corp şi plan.
• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** care să explice ce se întâmplă cu valorile componentelor greutăţii (tangenţială şi normală) atunci când unghiul de înclinare al planului creşte.	• **Constată** că: e) cu cât unghiul de înclinare al planului este mai mare, cu atât componenta tangenţială a greutăţii corpului este mai mare; f) cu cât unghiul de înclinare al planului este mai mare, cu atât componenta normală a greutăţii corpului este mai mică.
• **Precizează** elevilor că: - greutatea tangenţială produce alunecarea corpului pe plan; - greutatea normală determină forţa de apăsare pe plan.	• **Reformulează constatările**: *ridicarea unui corp înseamnă deplasarea acestuia pe o anumită distanţă sub acţiunea unei forţe active;* • **Constată că** forţa de apăsare produsă de un corp aşezat pe un plan, depinde de înclinarea planului; • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: discută condiţiile de echilibru specifice mecanismelor simple studiate.
• **Cere elevilor** să revină la exclamaţia iniţială: „Daţi-mi un punct de sprijin şi voi urni Pământul din loc!” , precum şi la întrebarea „ Cum pot fi ridicate cu efort minim corpurile grele?” , să argumenteze, respectiv să formuleze un răspuns.	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: pentru a putea scrie o condiţie de echilibru de rotaţie, trebuie să existe un punct de sprijin relativ la care să poată fi scrise expresiile momentelor forţelor implicate; efectul momentului este rotaţia (deci mişcarea); - corpurile grele pot fi ridicate cu ajutorul unui mecanism simplu potrivit.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la un set de întrebări**.	• **Efectuează tema pentru acasă**: 1. Cum se caracterizează geometric planul înclinat (teorema lui Pitagora, funcţii trigonometrice)? 2. Cum se calculează componentele tangenţială şi normală ale greutăţii unui corp aşezat pe un plan înclinat? 3. Credeţi că există şi alte mecanisme simple in afara celor învăţate? Puteţi da exemple? 4. Aţi auzit de „şurubul lui Arhimede”? Ce este acesta?

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Lecţia 6

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale şi asistenţă** pentru realizarea unor prezentări ppt care să caracterizeze funcţionarea mecanismelor simple studiate, implicându-i în evaluarea produselor realizate, a procedurilor/ soluţiilor adoptate; • **Propune elevilor fişe de lucru** cu probleme combinate – aplicaţii la funcţionarea mecanismelor simple studiate;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: i) **discută şi selectează materialele** pentru realizarea prezentărilor propuse, cu referire la clasificarea şi descrierea dispozitivelor, condiţii de echilibru (de rotaţie, de translaţie), forţe active şi rezistente, aplicaţii practice – utilizări ale maşinilor simple, propuneri de optimizare, etc.; j) **organizează materialele selectate** şi stabilesc structura prezentărilor; k) **analizează şi rezolvă problemele** propuse prin fişele de lucru; l) **argumentează şi interpretează** soluţiile obţinute.
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produselor finale, convin **modalitatea de prezentare** (portofoliu – cu fişe de lucru, fotografii, rapoarte, notiţe diverse,;prezentări multimedia); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 7

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.; • **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru; • **Prezintă portofoliile** grupelor de lucru; • **Îşi propun să prezinte produsele realizate** în expoziţii şcolare şi la sesiuni de comunicări ştiinţifice.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	Tema pentru acasă: Vă sunt familiare noţiunile de energie, lucru mecanic, randament? In ce situaţii aţi auzit de acestea? La ce credeţi că se referă ele? (Anticiparea următoarei unităţi de învăţare „Lucru mecanic şi energia mecanică”)

Bibliografie

(19) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(20) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(21) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(22) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(23) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(24) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(25) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(26) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/
(27) http://www.scribd.com/doc/27051648/Mecanisme-Simple-Folosite-in-Gospodarie
(28) http://ro.wikipedia.org/wiki/Arhimede

Unitatea de învăţare:VII.6.1
Lucrul mecanic şi energia mecanică
sau
„Forţă, energie, putere, randament”
sau
„Cei care nu au forţă, pot dezvolta totuşi o putere mare şi chiar într-un mod mai eficient!”

Iulian Leahu

Clasa: a VI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **III. Lucrul mecanic şi energia mecanică.** 1. Lucrul mecanic. 2. Puterea mecanică. 3. Randamentul. 4. Energia cinetică. 5. Energia potenţială. 6. Conservarea energiei mecanice. 7. Echilibrul mecanic şi energia potenţială. (Programa de fizică pentru clasa a VII-a).
Modelul de învăţare asociat: **EXERCIŢIUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: „*Efectul acţiunilor mele depinde nu numai de forţa de care sunt capabil, dar şi de distanţa pe care acţionez şi, mai mult, de viteza cu care desfăşor acţiunea! Iar ca să fiu mai eficient, ar trebui să transfer cât mai puţină energie în acţiuni ineficiente!*”. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către distincţia dintre forţă şi putere, către viteza de variaţie a energiei unui sistem ca sursă a puterii dezvoltate, prin exemplul: *„Cei care nu au forţă mare, pot dezvolta totuşi o putere mare şi chiar cu un randament mai bun!”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): relaţia conceptului de energie cu tema unităţii de învăţare, o situaţie problemă edificatoare etc.); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (relaţii între multipli şi submultipli ai unităţilor de măsură, utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii proprii, **comunică răspunsurile** în clasă;
• **Comunică scopul prelegerii**: explicarea termenilor de energie cinetică (de mişcare) şi energie potenţială gravitaţională (de interacţiune gravitaţională) de-a lungul traseului parcurs de o săniuţă pe pârtie (mişcare liberă pe un plan înclinat, fără viteză iniţială şi fără frecare/ cu frecare neglijabilă, urmată de o mişcare liberă cu frecare pe o porţiune orizontală de oprire) şi **cere elevilor să argumenteze** variaţia optimă a forţei de frecare de-a lungul pârtiei;	• **Evocă** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând pârtia);
• **Defineşte (operaţional)** noţiunea de energie cinetică: *corpurile aflate în mişcare posedă energie cinetică; energia cinetică creşte cu creşterea vitezei unui corp* şi **cere elevilor** să descrie variaţia energiei cinetice a săniuţei de-a lungul pârtiei: în vârf, la baza pârtiei, la mijlocul pârtiei, la capătul porţiunii de oprire;	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând pârtia): *viteza săniuţei şi, odată cu ea, energia cinetică sunt nulă în vârf, maxime la bază, au valori intermediare la mijlocul planului înclinat, sunt nule la capătul distanţei de oprire*;
• **Defineşte (operaţional)** noţiunea de energie potenţială gravitaţională: *corpurile posedă energie potenţială gravitaţională în punctele în care, dacă sunt lăsate libere, forţa gravitaţională le schimbă starea de mişcare (le pune în mişcare, le măreşte sau micşorează viteza)* şi **cere elevilor** să descrie variaţia energiei potenţiale a săniuţei de-a lungul pârtiei: în vârf, la baza pârtiei, la mijlocul pârtiei, la capătul porţiunii de oprire;	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând pârtia): *energia potenţială a săniuţei este diferită de zero în vârf şi la mijlocul pârtiei, este nulă la baza pârtiei, la capătul ei şi în toate punctele porţiunii orizontale de oprire*;
• **Cere elevilor** să realizeze un bilanţ al felului cum variază energia totală a săniuţei (*suma energiei cinetice şi energiei potenţiale gravitaţionale*), **să argumenteze** pierderea energiei săniuţei (pe porţiunea de oprire) şi **să analizeze** variaţiile distanţei de oprire în funcţie de variaţiile forţei de frecare (trasee orizontale cu zăpadă mai multă, mai puţină, fără zăpadă etc.);	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând pârtia): - *săniuţa are energie potenţială în vârf, are energie cinetică şi potenţială la mijloc, păstrează doar energie cinetică la bază, pierde complet energia (totală) la capătul pârtiei*; - *cauza variaţiei energiei mecanice este forţa de frecare opusă mişcării; variaţiile forţei de frecare produc variaţii inverse ale distanţei de oprire*;
• **Comunică elevilor** ideea că săniuţa pierde energia de la baza pârtiei pe *distanţa de oprire ce variază invers cu forţa de frecare*; *variaţia (consumul) energiei este măsurat de o mărime dată de produsul (constant) dintre forţa de frecare şi distanţa de oprire, numit lucrul*	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *forţa de frecare este cauza pierderii de energie a săniuţei pe distanţa de oprire;* - *lucrul mecanic al forţei de frecare este o măsură a variaţiei energiei săniuţei pe distanţa de oprire;*

mecanic al forţei de frecare; **cere elevilor să elaboreze o definiţie** a noţiunii de lucru mecanic, ca măsură a acţiunilor/ proceselor mecanice;	- *întrucât variaţia energiei săniuţei pe distanţa de oprire este negativă, lucrul mecanic al forţei de frecare este negativ;* - *forţele care consumă energie produc un lucru mecanic negativ;*
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale,** alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[10]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [11];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile şi constatările de până acum; 2. să descrie repartizarea energiei cinetice şi potenţiale gravitaţionale pe traseul parcurs de un biciclist, la coborârea unei pante, apoi orizontal, apoi urcând o rampă până în punctul de oprire, fără a folosi pedalele, respectiv, acţionând pedalele etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor**	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de*

[10] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[11] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

efectuate acasă şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	*autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind cauze ale *variaţiei energiei*; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Revine** la mişcarea săniuţei pe planul înclinat şi **cere elevilor să anticipeze**: a) efectul forţei de frecare asupra energiei săniuţei pe acest traseu: *Ce s-ar întâmpla cu energia cinetică a săniuţei la baza pârtiei, dacă pe pârtie ar acţiona forţa de frecare? Cum ar putea fi compensat acest efect? Cum ar putea fi modificată distanţa de oprire (mărită, micşorată), fără a modifica forţe de frecare?*;	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *forţa de frecare ar reduce viteza la baza pârtiei, ar micşora energia cinetică a săniuţei; o forţă de tracţiune ar putea compensa acest efect*; - *absenţa acestor forţe pe planul înclinat menţine viteza/ energia cinetică neschimbată la bază;*
• **Defineşte** *forţele conservative* ca forţe care păstrează constantă energia mecanică (totală) a unui *sistem fizic* şi **cere elevilor** să identifice forţele conservative în situaţiile studiate;	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *greutatea este forţă conservativă, în cazul săniuţei*; - *pe planul înclinat, în lipsa forţei de frecare, energia nu este consumată; ca urmare, energia totală se conservă în prezenţa forţei de greutate, iar energia potenţială din vârf se regăseşte (transformă) ca energie cinetică la bază;*
• **Defineşte** *forţele neconservative* ca forţe care produc variaţia energiei mecanice (totale) a unui *sistem fizic* (*ansamblu de corpuri în interacţiune*) şi **cere elevilor** să identifice *forţele neconservative* şi efectele lor asupra energiei mecanice (totale) în mişcarea săniuţei pe pârtie;	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *în prezenţa forţelor de tracţiune şi de frecare, energia totală nu se conservă, iar energia potenţială din vârful pârtiei nu se mai se regăseşte ca energie cinetică la baza pârtiei;*
• **Cere elevilor**: a) să evoce forţele conservative şi forţele neconservative în situaţiile studiate, b) să enunţe condiţiile în care energia mecanică se conservă, respectiv, variază; c) să indice măsura variaţiei energiei mecanice a unui sistem; • **Denumeşte** enunţurile care rezultă: *principiul/ legea conservării energiei mecanice*, respectiv, *principiul/ legea variaţiei energiei mecanice*;	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): a) *forţe conservative: greutatea şi forţa elastică; forţe neconservative: forţa de tracţiune, forţa de frecare*; b) *în prezenţa forţelor conservative, energia mecanică a unui sistem fizic se conservă (principiul/ legea conservării energiei mecanice); în prezenţa forţelor neconservative, energia mecanică a unui sistem fizic variază, iar măsura variaţiei energiei mecanice a unui sistem fizică este lucrul mecanic al forţelor neconservative (principiul/ legea variaţiei energiei mecanice)*;
• **Cere elevilor să găsească un criteriu** pentru a identifica sau distinge două acţiuni (procese mecanice) oarecare, oferind exemplul ridicării unor cărţi de pe podea pe raftul unei biblioteci (C. Clark ş.a., Manual de fizică pentru clasa a VII-a, Ed. All, 1999); de ex., ridicarea a două cărţi identice, pe rând, împreună: *Prin ce diferă acţiunile?* Ce au acţiunile în comun?;	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): a) *la ridicarea separată, forţa de tracţiune este egală cu greutatea, dar deplasarea este dublă între rafturi; la ridicarea împreună a cărţilor, forţă de tracţiune este dublul greutăţii, dar deplasarea este simplă*; b) *cu alte cuvinte: o forţă mai mică poate produce acelaşi efect ca şi o forţă dublă, dublând deplasarea forţei mai mici pe direcţia forţei; două acţiuni diferite efectuate asupra unui corp sunt identice, dacă produsele dintre forţele aplicate şi deplasările*

	corpului pe direcţiile forţelor sunt egale; c) *în concluzie - produsul dintre forţa constantă aplicată şi deplasarea corpului pe direcţia forţei, numit lucrul mecanic al forţei aplicate este o mărime care identifică sau deosebeşte diferitele acţiuni (procese mecanice)*;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să descrie, de exemplu: forţele conservative şi neconservative care determină mişcarea unui oscilator elastic, pendul gravitaţional, urcarea şi coborârea unei scări etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): definiţii operaţionale ale energiei cinetice, potenţiale gravitaţionale; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Defineşte (operaţional)** noţiunea de energie potenţială elastică: *corpurile elastice posedă energie potenţială elastică în punctele în care, dacă sunt lăsate libere, forţa elastică le schimbă starea de mişcare (le pune în mişcare, le măreşte sau micşorează viteza)* **şi cere elevilor**: a) să observe un oscilator elastic ţinut în poziţia de echilibru mecanic, în repaus: *Ce forţe se aplică oscilatorului în acest moment? Are energie cinetică? Are energie potenţială? De ce? Ce fel de energie potenţială?*; b) să observe oscilatorul elastic deplasat din poziţia de echilibru şi ţinut în repaus: *Are energie cinetică? Are energie potenţială? Cum*	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): a) *forţele care se aplică sunt greutatea şi forţa elastică; nu are energie cinetică, nu are nici energie potenţială, deoarece, lăsat liber în poziţia de echilibru, nu-şi schimbă starea de mişcare*; b) *nu are energie cinetică, dar are energie potenţială, deoarece, lăsat liber, îşi schimbă starea de mişcare*; c) *energia cinetică şi energia potenţială variază în opoziţie: energia cinetică maximă corespunde energiei potenţiale nule şi invers*; d) *cauza consumului de energie mecanică este forţa de frecare cu aerul; măsura consumului energiei mecanice este lucrul mecanic al forţei de frecare;*

se poate dovedi?; c) să observe oscilatorul elastic în mişcare, într-un interval de timp relativ scurt: *Cum variază energia cinetică? Dar energia potenţială gravitaţională? Dar energia potenţială elastică? Dar energia totală (neglijând frecarea cu aerul/ rezistenţa aerului)?*; d) să observe oscilatorul elastic în mişcare, într-un interval de timp relativ lung: *Care este cauza, respectiv, măsura consumului de energie mecanică? Cum ar putea fi mărită energia mecanică a oscilatorului?*; e) să identifice *forţele conservative şi neconservative* care se exercită în mişcarea liberă a oscilatorului elastic;	*lucrul mecanic al forţei de frecare este negativ, deoarece micşorează energia mecanică*; *energia mecanică a oscilatorului poate fi mărită aplicând o forţă de tracţiune;* e) *forţa de greutate şi forţa elastică sunt forţe conservative, sub acţiunea lor energia mecanică a oscilatorului se conservă; forţa de frecare cu aerul (rezistenţa la înaintare) este neconservativă;*
• ***Cere elevilor** *să observe şi să analizeze în mod similar un pendul gravitaţional;*	• ****Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): forţele care se aplică sunt greutatea şi forţa de tensiune din fir*; *energia cinetică şi energia potenţială variază în opoziţie: energia cinetică maximă corespunde energiei potenţiale nule şi invers*; *forţa de greutate şi forţa de tensiune din fir sunt forţe conservative, sub acţiunea lor energia mecanică a pendulului se conservă; forţa de frecare cu aerul (rezistenţa la înaintare) este neconservativă;*
• ****Cere elevilor** să analizeze energetic mişcarea unui automobil/ cărucior:* *a) la mişcare accelerată pe un drum orizontal: Ce forţe se aplică automobilului, care sunt neconservative, care sunt conservative? Care efectuează lucru mecanic? Care nu efectuează lucru mecanic? Care este cauza creşterii energiei cinetice? Are automobilul energie potenţială gravitaţională? De ce?;* *b) în timpul mişcării uniforme pe un drum orizontal: Ce relaţie este între forţele aplicate automobilului? Care este cauza menţinerii constante a energiei cinetice? Dar a energiei mecanice (totale)?;* c) *în timpul mişcării încetinite pe un drum orizontal: Ce relaţie este între forţele aplicate automobilului? Care este cauza micşorării energiei cinetice? Dar a energiei mecanice (totale)?;*	• ****Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):* *a) forţele care se aplică sunt greutatea, reacţiunea normală, forţa de tracţiune şi forţa de rezistenţă a aerului; tracţiunea efectuează lucru mecanic pozitiv, rezistenţa aerului efectuează lucru mecanic negativ, greutatea şi reacţiunea normală nu efectuează lucru mecanic; energia cinetică creşte, deoarece lucrul mecanic al forţei de tracţiune este mai mare decât lucrul mecanic al rezistenţei aerului, în modul;* *b) lucrul mecanic al forţei de tracţiune este egal cu lucrul mecanic al forţei de frecare cu aerul, în modul, de aceea, energia cinetică se menţine constantă;* *c) lucrul mecanic al forţei de tracţiune este mai mic cu lucrul mecanic al forţei de frecare cu aerul, în modul, de aceea, energia cinetică se micşorează;*
• **Cere elevilor** să analizeze *energetic* ridicarea unui corp (bloc de beton) pe verticală cu o macara, între etajele A şi B ale unei clădiri: a) în repaus, în punctul A; *Ce forţe se aplică? Care sunt forţe neconservative? Care sunt conservative? Are energie potenţială? De ce?*; b) în timpul ridicării accelerate: *Ce relaţie există între forţele aplicate? Care este cauza creşterii energiei cinetice? Dar a energiei mecanice totale?*; c) în timpul ridicării uniforme: *Ce relaţie există între forţele aplicate? Care este cauza creşterii energiei mecanice totale?*;	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *a) forţele care se aplică sunt greutatea (forţă conservativă) şi forţa de tracţiune (tensiunea din fir, forţă neconservativă;* *b) forţa de tracţiune are modulul mai mare decât greutatea; creşterea vitezei/ energiei cinetice este egală cu lucrul mecanic al rezultantei celor două forţe (neglijând frecarea cu aerul); creşterea energiei mecanice (totale) este egală cu lucrul mecanic al forţelor neconservative (tracţiunea din fir);* *c) în timpul tracţiunii uniforme, rezultanta forţelor de tensiune şi de greutate este nulă, energia cinetică este constantă, variaţia energiei mecanice totale este egală cu lucrul mecanic al forţei de tracţiune, de modul egal cu greutatea;*

• ***Cere elevilor** *să observe/ construiască o relaţie între variaţia energiei cinetice şi rezultanta forţelor aplicate automobilului/ căruciorului;*	****Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): variaţia energiei cinetice este egală cu lucrul mecanic al rezultantei forţelor aplicate;*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să argumenteze, de exemplu: „*Indiferent de înclinarea pârtiei, dacă frecarea este neglijabilă şi săniuţa coboară de la aceeaşi înălţime, o săniuţă atinge la bază aceeaşi viteză*”.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): definiţiile/ expresiile energiei cinetice, potenţiale, puterii mecanice;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *definiţii operaţionale* ale energiei cinetice şi energiei potenţiale, definiţia lucrului mecanic al unei forţe neconservative, principiul conservării energiei mecanice, principiul variaţiei energiei mecanice;;
• **Deduce relaţia de calcul pentru energia cinetică* (C. Clark ş.a., Manual de fizică pentru clasa a VII-a, Ed. All, 1999);	** **Calculează şi formulează concluzii**:* - *energia cinetică pe care o atinge un corp de masă m plecând din repaus, deplasat fără frecare cu forţa F pe distanţa d este egală cu lucrul mecanic al rezultantei forţelor, F·d; dacă se dublează masa, se dublează lucrul mecanic şi energia cinetică atinsă; în concluzie, energia cinetică atinsă este proporţională cu masa corpului;*

	- *dacă pentru corpul de masă m trebuie dublată viteza v atinsă anterior pe distanţa d, atunci viteza medie se dublează, aceeaşi forţă acţionează un timp dublu, ca urmare, distanţa parcursă de corp creşte de patru ori; în concluzie, energia cinetică a unui corp este proporţională cu pătratul vitezei;* - *expresia energiei cinetice: $E_c=mv^2/2$;*
• ****Implică elevii** în calculul energiei potenţiale gravitaţionale a unui corp, analizând variaţia energiei mecanice (totale) a unui corp de masă m, ridicat uniform de o macara între două puncte A şi B aflate la înălţimile h_A şi h_B faţă de sol;*	• ****Calculează şi formulează concluzii**:* - identifică forţele neconservative: tracţiunea *F* din cablul macaralei; - calculează lucrul mecanic al forţei de tracţiune, $F(h_B-h_A)$, care măsoară variaţia energiei mecanice, E_B-E_A; - întrucât mişcarea este uniformă, $F=G=mg$, iar variaţia energiei cinetice este nulă; - variaţia energie potenţiale, $E_{pB}-E_{pA}=mgh_B-mgh_A$; - energia potenţială gravitaţională este $E_p=mgh$;
• **Orientează** gândirea elevilor către ideea iniţială: ***distincţia dintre forţă şi putere***, respectiv, către ***viteza de variaţie a energiei unui sistem ca sursă a puterii dezvoltate***, urmărind: - *efectul unei forţe depinde de forţă, dar şi de distanţa pe care aceasta se deplasează* – idee care defineşte lucrul mecanic al forţei aplicate ca măsură a unui proces mecanic; - *efectul unei forţe depinde de lucrul mecanic al unei forţe, dar şi de viteza cu care forţa efectuează lucrul mecanic* – idee prin care introduce/ defineşte *puterea mecanică* dezvoltată într-un proces, ca mărime care identifică sau distinge procese mecanice diferite: $P=L/t=F\cdot v$;	• **Revin la exclamaţia iniţială**: *„Cei care au forţă mică, pot dezvolta totuşi o putere mare!”*, **evocă** observaţii, experienţe, întâmplări personale (în clasă, pe terenul de sport, în afara şcolii) privind forţa şi puterea de care sunt capabili colegii de clasă
• **Oferă elevilor exemple** de procese care disting între *lucrul mecanic util* (energia utilă transferată între două sisteme) şi *lucrul mecanic consumat* (energia totală transferată între sisteme) şi **cere elevilor** să calculeze raportul dintre acestea (*randamentul mecanic*) al procesului respectiv;	• **Măsoară şi calculează** *randamentul mecanic* în cazuri particulare: urcarea scărilor, urcarea unei rampe cu bicicleta, tracţiunea unui corp pe un plan înclinat etc.;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: 1. **Să explice** relaţia dintre forţa şi viteza pe care trebuie să le dezvolte, la un moment dat, un automobil, respectiv, rolul cutiei de viteze; 2. **Să-şi măsoare *puterea proprie*** dezvoltată în efectuarea a zece genuflexiuni, înregistrând: Numărul *N* de genuflexiuni; Forţa musculară *F* dezvoltată (egală aproximativ cu greutatea proprie, *G*); Deplasarea *d* a centrului de greutate al corpului; Durata *t* a celor zece genuflexiuni; Puterea: $P=N\cdot G\cdot d/t$; 3. **Să ordoneze** într-o listă cu două coloane pe câţiva colegi de clasă, descrescător: după forţă, după putere.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce

ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): relaţia dintre echilibrul mecanic şi energia potenţială;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă;
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[12];	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ****Îşi propun să expună** *produsele realizate în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale, să informeze factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele*.

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.html
(7) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

[12] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

9. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
10. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
11. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
12. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:VII.6.2
Lucrul mecanic si energia mecanică
sau
„De ce se încălzeşte patina frânei, atunci când încetinim bicicleta?”
sau
„De ce maşinile de curse au caroseria joasă”

Demeter Sorin

Clasa: a VII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **9**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Lucrul mecanic. Puterea. Randamentul. Energia cinetică. Energia potenţială. Conservarea energiei mecanice. Echilibrul mecanic şi energia potenţială. (Programa de fizică pentru clasa a VII-a/ 2009).
Modelul de învăţare asociat: **Proiectul**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (reprezentând competenţe specifice), ca o succesiune lecţii „cu finalitate reală” (Cerghit, I. ş.a., 2001), focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse finite, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este **planificarea sau anticiparea.** Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de următoarea situaţie problemă: *Observarea felului în care efectul acţiunilor lui depinde nu numai de forţa de care este capabil, dar şi de distanţa pe care acţionează şi mai mult, de viteza cu care desfăşoară acţiunea! Iar ca să fie mai eficient, ar trebui să transfere cât mai puţină energie în acţiuni ineficiente şi să găsească modalităţi de a reduce pierderile care apar*”. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă de la *forţă, timp şi deplasare, către viteza de variaţie a energiei unui sistem ca sursă a puterii dezvoltate, prin exemplul: „Cei care nu au forţă mare, pot dezvolta totuşi o putere mare şi cu un randament bun!”.*



Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; lecţie introductivă (de comunicare a obiectivelor, de expunere a organizatorilor cognitivi ai temei); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (după Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă, reluarea conceptelor de bază – deplasare, forţă, echilibru mecanic, centru de greutate, plan inclinat – cu accentuarea aspectelor practice ale acestora, prin solicitarea şi oferirea unor exemple concrete);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind utilizarea unor dispozitive care transformă energia dintr-o formă;
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: dispozitive care transformă energia dintr-o formă a ei în alta: *soneta, pistol cu arc, hopa Mitică, macaraua, ceasul cu greutăţi, etc.;* (2) **construcţii:** *pendul, praştie, arc, machete ale unor jucării care înmagazinează energie (cu arc)*; (3) **referate ştiinţifice** explicând**:** *- aplicarea conservării energiei mecanice în situaţii concrete din viaţa cotidiană;* *- calculul randamentului mecanic pentru un ansamblu de mecanisme;* *- tipurile de echilibru mecanic şi aplicaţiile lor in viaţa de zi cu zi*; *- dispozitivele care au la baza funcţionării lor conservarea energiei mecanice;* (4) **postere, desene, prezentări ppt, etc.**, evocând noile cunoştinţe etc.;	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Fiecare grup alege câte o temă de proiect, referat ştiinţific;** • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu ştiinţific, prezentare ppt);    
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (distanţă, forţă, echilibru mecanic, centru de greutate, plan înclinat); **identifică** *explicaţiile neştiinţifice* şi *nevoile de cunoaştere* (descompunerea unei forţe pe două direcţii prestabilite, măsurarea forţei, etc.);	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind dispozitivele utilizate în diverse activităţi în termeni de energie, putere, echilibru, forţe, deplasare, eficienţă; • **Evocă/ exersează măsurarea unei forţe pe plan orizontal şi pe plan înclinat, determinarea (descompunerea, calculul) forţelor**, **a înălţimii planului înclinat** (utilizând diverse dispozitive simple: dinamometrul, rigla, scripeţi, planul înclinat – tribometrul – din trusa de fizică);
• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat; • **Extinde activitatea elevilor în afara**	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor; • **Efectuează tema pentru acasă**.

orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă informaţii de diverse tipuri: „Ce este?”, „Când se utilizează?”, „Cum funcţionează?”.

Utilizează diferite surse de informare: cărţi, reviste, site-uri pe internet.

Realizează fotografii ale unor dispozitive care transformă energia dintr-o formă a ei în alta din jurul nostru, etc.

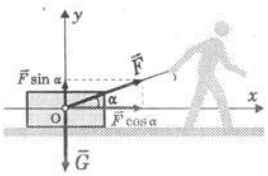
Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare
Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare/ generare a soluţiilor alternative; lecţie de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; lecţie de elaborare a cunoştinţelor şi dezvoltare a strategiilor cognitive.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: ***analogie cu anticiparea efectului.*** Elevul repereză o anumită sarcină privind un concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o ajusteze, experimentând mijloace conceptuale sau materiale (încercare şi eroare) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (după Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2 – LUCRUL MECANIC

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (cutii de greutăţi diferite şi un dulap cu rafturi) şi **cere elevilor să experimenteze** evaluând munca depusă(lucrul mecanic) pentru aşezarea cutiilor pe acelaşi raft (aceeaşi înălţime), respectiv pe rafturi diferite (înălţimi diferite). • **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• **Evocă informaţiile culese** cu privire la proiectul ales, **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează experimentul conform indicaţiilor ,** utilizând materialele puse la dispoziţie; - **observă** că munca depusă (lucrul mecanic) depinde de greutate (forţă) şi de înălţime (deplasare). • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind mărimile fizice de care depinde lucrul mecanic.
• **Defineşte operaţional** noţiunile de lucru mecanic, lucru mecanic motor şi lucru mecanic rezistent, respectiv unitatea de măsură şi **cere elevilor:** să precizeze care forţe efectuează lucru mecanic motor şi care forţe efectuează lucru mecanic rezistent în cazul unui copil care trage cu o forţă F sub un unghi α pe o suprafaţă orizontală o săniuţă, coeficientul de frecare fiind μ**;**  	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând forţele care acţionează): - lucrul mecanic motor este efectuat de componenta orizontală a forţei F; - lucrul mecanic rezistent este efectuat de forţa de frecare dintre săniuţă şi suprafaţa orizontală;
• **Cere elevilor** să găsească un criteriu pentru a identifica sau distinge două acţiuni (procese mecanice) oarecare, oferind exemplul ridicării unor saci de ciment de la parterul unui bloc la etaje diferite;	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): d) la ridicarea separată, forţa de tracţiune este egală cu greutatea, dar deplasarea este dublă între etaje; la ridicarea împreună a sacilor, forţă de tracţiune este dublul greutăţii, dar deplasarea este simplă; e) cu alte cuvinte: o forţă mai mică poate produce acelaşi efect ca şi o forţă dublă, dublând deplasarea forţei mai mici pe direcţia

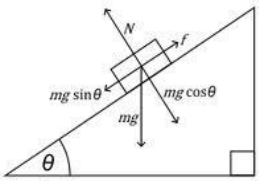
	forţei; două acţiuni diferite efectuate asupra unui corp sunt identice, dacă produsele dintre forţele aplicate şi deplasările corpului pe direcţiile forţelor sunt egale; în concluzie - produsul dintre forţa constantă aplicată şi deplasarea corpului pe direcţia forţei, numit lucrul mecanic al forţei aplicate este o mărime care identifică sau deosebeşte diferitele acţiuni (procese mecanice);
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări.	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: Dă exemple de forţe care acţionând asupra corpurilor efectuează lucru mecanic motor şi de forţe care efectuează lucru mecanic rezistent.

Lecţia 3 –PUTEREA MECANICA

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (cutii de aceeaşi greutate, un cronometru şi o masă) şi **cere elevilor să experimenteze** măsurând timpul în care cutiile sunt aşezate pe masă de colegii lor. • **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute şi cunoscând greutatea cutiilor şi înălţimea mesei să calculeze rapoartele lucru mecanic/timp, apoi să le compare**;** • **Defineşte operaţional** noţiunea de putere mecanică, respectiv unitatea de măsură a puterii mecanice şi **cere elevilor:**să deducă legătura dintre putere şi viteză în cazul unui corp care se deplasează rectiliniu uniform cu viteza v sub acţiunea unei forţe constante F ce acţionează pe direcţia şi în sensul deplasării corpului; $P = \frac{L}{\Delta t}$ 	• **Evocă informaţiile culese** cu privire la proiectul ales, **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează experimentul conform indicaţiilor**, utilizând materialele puse la dispoziţie; - **observă** că diferă timpul în care colegii lor aşează cutiile pe masă. • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind raportul dintre lucrul mecanic efectuat şi timpul în care se efectuează acest lucru mecanic. • **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând forţele care acţionează): - deduc legătura dintre putere şi viteză P=F•v ;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări.	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: Dă exemple de forţe care deşi nu au valori mari pot dezvolta puteri mari si de forţe care deşi au valori mari dezvoltă puteri mici.

Lecţia 4 – RANDAMENTUL MECANIC

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):

• **Evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (plan înclinat, de unghi variabil, prevăzut cu un scripete fix la vârf, corp paralelipipedic din lemn, taler, mase marcate, dinamometru, fir de aţă inextensibil, riglă) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** determinarea randamentului mecanic al unui plan înclinat în cazul ridicării uniforme prin alunecare, a unui corp solid prin:(măsurarea greutăţii corpului paralelipipedic, măsurarea lungimii şi înălţimii planului înclinat, calcularea lucrului mecanic al forţei necesare pentru a învinge forţa rezistentă, calcularea lucrului mecanic efectuat de forţa activă, raportul dintre cele două lucruri mecanice şi precizaţi sursele de erori). Reluaţi experimentul pentru alte unghiuri ale planului înclinat.  	• **Evocă informaţiile culese** cu privire la proiectul ales, **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează experimentul conform indicaţiilor ,** utilizând materialele puse la dispoziţie; **măsoară** greutatea corpului paralelipipedic, şi lungimea şi înălţimea planului înclinat. - **experimentează şi observă deplasarea uniformă** a corpului aşezat pe plan (la urcare) şi **înregistrează** masa corpului m_2; - **stabilesc condiţia de echilibru dinamic** la urcare**, aplică regula de descompunere a forţelor, determină valoarea forţei active; înregistrează valorile mărimilor măsurate;** - **descompun greutatea** după direcţiile tangentă şi normală la plan; **calculează** componentele greutăţii; - **calculează** lucrului mecanic al forţei necesare pentru a învinge forţa rezistentă, calcularea lucrului mecanic efectuat de forţa activă, raportul dintre cele două lucruri mecanice, **înregistrează** rezultatele obţinute şi precizează sursele de erori.
• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute în urma observaţiilor, a măsurătorilor şi a calculelor făcute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** randamentului mecanic al planului înclinat în cazul ridicării uniforme prin alunecare, a unui corp solid.
• **Defineşte operaţional** noţiunea de lucru mecanic consumat, lucru mecanic util şi de randament mecanic şi **cere elevilor:**să deducă randamentul unei pârghii cunoscând raportul braţelor, forţa de acţiune şi greutatea corpului**;**	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând forţele care acţionează): - deduc randamentul pârghiei ;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări.	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: Calculaţi randamentul unui ansamblu de mecanisme (ex: plan înclinat-scripete)**.**

Lecţia 5 – ENERGIA MECANICĂ

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (plan înclinat, bilă, cutie de carton) şi **cere elevilor să experimenteze** măsurând distanţa pe care se deplasează cutia în urma interacţiunii cu bila care cade liber din vârful planului. Repetă experimentul folosind o bilă cu masa mai mare. Repetă experimentul folosind diferite unghiuri ale planului înclinat.	• **Evocă informaţiile culese** cu privire la proiectul ales, **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează montajul experimental conform indicaţiilor ,** utilizând materialele puse la dispoziţie; **măsoară** distanţa pe care se deplasează cutia în urma interacţiunii cu bila care cade liber din vârful planului; - **stabilesc** ca dintre două corpuri care se mişcă cu aceeaşi viteză are energie cinetică mai mare corpul cu masa mai mare;

- **stabilesc** ca dacă vitezele corpurilor sunt diferite atunci are energie cinetică mai mare corpul cu viteza mai mare;

• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute în urma observaţiilor, a măsurătorilor şi a calculelor făcute**;**

• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (bandă elastică, bilă) şi **cere elevilor să experimenteze** măsurând distanţa pe care se deplasează bila dacă întindem banda în moduri diferite. Apoi lasă bile diferite să cadă de la înălţimi diferite.

• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind mărimile fizice de care depinde energia cinetică:

• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii:

- **realizează montajul experimental conform indicaţiilor ,** utilizând materialele puse la dispoziţie; **măsoară** distanţa pe care se deplasează bila dacă întindem banda în moduri diferite;
- **stabilesc** ca dacă banda este mai întinsă atunci dintre are energie potenţială mai mare;
- **stabilesc** ca are energie potenţială mai mare corpul cu greutate mai mare si aflat la o înălţime mai mare;

• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute în urma observaţiilor, a măsurătorilor şi a calculelor făcute**;**

• **Defineşte operaţional** noţiunile de energie cinetică şi energie potenţială şi **cere elevilor:** să descrie variaţia energiei cinetice şi potenţiale a unei săniuţe care coboară liber fără frecare pe o pârtie în următoarele poziţii: în vârf, la baza pârtiei, la mijlocul pârtiei, la capătul porţiunii de oprire**;**

• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind mărimile fizice de care depinde energia potenţială:

• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând pârtia):

- viteza săniuţei şi, odată cu ea, energia cinetică sunt nulă în vârf, maxime la bază, au valori intermediare la mijlocul planului înclinat, sunt nule la capătul distanţei de oprire;
- energia potenţială a săniuţei este diferită de zero în vârf şi la mijlocul pârtiei, este nulă la baza pârtiei, la capătul ei şi în toate punctele porţiunii orizontale de oprire;

• **Revine** la mişcarea săniuţei pe planul înclinat şi **cere elevilor să anticipeze**: a) efectul forţei de frecare asupra energiei săniuţei pe acest traseu: Ce s-ar întâmpla cu energia cinetică a săniuţei la baza pârtiei, dacă pe pârtie ar acţiona forţa de frecare? Cum ar putea fi compensat acest efect? Cum ar putea fi modificată distanţa de oprire (mărită, micşorată), fără a modifica forţa de frecare?;

• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):

- forţa de frecare ar reduce viteza la baza pârtiei, ar micşora energia cinetică a săniuţei; o forţă de tracţiune ar putea compensa acest efect;

- absenţa acestor forţe pe planul înclinat menţine viteza/ energia cinetică neschimbată la bază;

• **Defineşte operaţional** forţele conservative, forţele neconservative, **cere elevilor:** a) să evoce forţele conservative şi forţele neconservative în situaţiile studiate, b) să enunţe condiţiile în care energia mecanică se conservă, respectiv, variază; c) să indice măsura variaţiei energiei mecanice a unui sistem şi **denumeşte** enunţurile care rezultă: legea conservării energiei mecanice, respectiv, legea variaţiei energiei mecanice;

• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând pârtia):

- greutatea este forţă conservativă, în cazul săniuţei;

pe planul înclinat, în lipsa forţei de frecare, energia nu este consumată; ca urmare, energia totală se conservă în prezenţa forţei de greutate, iar energia potenţială din vârf se regăseşte (transformă) ca energie cinetică la bază;

- în prezenţa forţelor de tracţiune şi de frecare, energia totală nu se conservă, iar energia potenţială din vârful pârtiei nu se mai se regăseşte ca energie cinetică la baza pârtiei;

c) forţe conservative: greutatea şi forţa elastică; forţe neconservative: forţa de tracţiune, forţa de frecare;

b) în prezenţa forţelor conservative, energia mecanică a unui sistem fizic se conservă (legea conservării energiei mecanice);

c) în prezenţa forţelor neconservative, energia mecanică a unui sistem fizic variază, iar măsura

	variaţiei energiei mecanice a unui sistem fizică este lucrul mecanic al forţelor neconservative (legea variaţiei energiei mecanice);
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: . descrieţi repartizarea energiei cinetice şi potenţiale gravitaţionale pe traseul parcurs de un biciclist, la coborârea unei pante, apoi orizontal, apoi urcând o rampă până în punctul de oprire, fără a folosi pedalele, respectiv, acţionând pedalele.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare
Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză critică, sinteză etc.; lecţie de învăţare a procesului inductiv; lecţie de formare a abilităţilor intelectuale şi practice.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple particulare ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat şi elaborează cu ajutorul lor, prin idealizare şi generalizare, definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere ameliorate treptat, pe baza observării unor exemple şi contraexemple (după Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 6 – LUCRUL MECANIC ŞI ENERGIA MECANICĂ

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţiile anterioare şi prin temele efectuate acasă şi **să distingă un patern** care să explice în cazul unui **oscilator elastic**: f) - ţinut în poziţia de echilibru mecanic, în repaus: Ce forţe se aplică oscilatorului în acest moment? Are energie cinetică? Are energie potenţială? De ce? Ce fel de energie potenţială?; g) deplasat din poziţia de echilibru şi ţinut în repaus: Are energie cinetică? Are energie potenţială? Cum se poate dovedi?; h) în mişcare, într-un interval de timp relativ scurt: Cum variază energia cinetică? Dar energia potenţială gravitaţională? Dar energia potenţială elastică? Dar energia totală (neglijând frecarea cu aerul/forţa de rezistenţă a aerului)?; i) în mişcare, într-un interval de timp relativ lung: Care este cauza, respectiv, măsura consumului de energie mecanică? Cum ar putea fi mărită energia mecanică a oscilatorului?; j) să identifice forţele conservative şi neconservative care se exercită în mişcarea liberă a oscilatorului elastic;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: f) forţele care se aplică sunt greutatea şi forţa elastică; nu are energie cinetică, nu are nici energie potenţială, deoarece, lăsat liber în poziţia de echilibru, nu-şi schimbă starea de mişcare; g) nu are energie cinetică, dar are energie potenţială, deoarece, lăsat liber, îşi schimbă starea de mişcare; h) energia cinetică şi energia potenţială variază în opoziţie: energia cinetică maximă corespunde energiei potenţiale nule şi invers; i) cauza consumului de energie mecanică este forţa de frecare cu aerul; măsura consumului energiei mecanice este lucrul mecanic al forţei de frecare; lucrul mecanic al forţei de frecare este negativ, deoarece micşorează energia mecanică; energia mecanică a oscilatorului poate fi mărită aplicând o forţă de tracţiune; j) forţa de greutate şi forţa elastică sunt forţe conservative, sub acţiunea lor energia mecanică a oscilatorului se conservă; forţa de frecare cu aerul (rezistenţa la înaintare) este neconservativă;
• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** care să explice cazul unui **pendul gravitaţional:**	• **Formulează** (în perechi) constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):: a) forţele care se aplică sunt greutatea şi tensiunea din

a) ţinut în poziţia de echilibru mecanic, în repaus: Ce forţe se aplică pendulului gravitaţional în acest moment? Are energie cinetică? Are energie potenţială? De ce? Ce fel de energie potenţială?;
b) deplasat din poziţia de echilibru şi ţinut în repaus: Are energie cinetică? Are energie potenţială? Cum se poate dovedi?;
c) în mişcare, într-un interval de timp relativ scurt: Cum variază energia cinetică? Dar energia potenţială gravitaţională? Dar energia totală (neglijând frecarea cu aerul/forţa de rezistenţă a aerului)?;
d) în mişcare, într-un interval de timp relativ lung: Care este cauza, respectiv, măsura consumului de energie mecanică? Cum ar putea fi mărită energia mecanică a pendulului gravitaţional?;

să identifice forţele conservative şi neconservative care se exercită în mişcarea liberă a pendulului gravitaţional;

- **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** care să explice cazul unui **automobil:**

d) la mişcare accelerată pe un drum orizontal: Ce forţe se aplică automobilului, care sunt neconservative, care sunt conservative? Care efectuează lucru mecanic? Care nu efectuează lucru mecanic? Care este cauza creşterii energiei cinetice? Are automobilul energie potenţială gravitaţională? De ce?;
e) în timpul mişcării uniforme pe un drum orizontal: Ce relaţie este între forţele aplicate automobilului? Care este cauza menţinerii constante a energiei cinetice? Dar a energiei mecanice (totale)?;
f) în timpul mişcării încetinite pe un drum orizontal: Ce relaţie este între forţele aplicate automobilului? Care este cauza micşorării energiei cinetice? Dar a energiei mecanice (totale)?;

- **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** care să explice ridicarea unui corp (bloc de beton) pe verticală cu o **macara**, între etajele A şi B ale unei clădiri**:**

d) în repaus, în punctul A; Ce forţe se aplică? Care sunt forţe neconservative? Care sunt conservative? Are energie potenţială? De ce?;
e) în timpul ridicării accelerate: Ce relaţie există între forţele aplicate? Care este cauza creşterii energiei cinetice? Dar a energiei mecanice

fir; nu are energie cinetică, nu are nici energie potenţială, deoarece, lăsat liber în poziţia de echilibru, nu-şi schimbă starea de mişcare;
b) nu are energie cinetică, dar are energie potenţială, deoarece, lăsat liber, îşi schimbă starea de mişcare;
c) energia cinetică şi energia potenţială variază în opoziţie: energia cinetică maximă corespunde energiei potenţiale nule şi invers;
d) cauza consumului de energie mecanică este forţa de frecare cu aerul; măsura consumului energiei mecanice este lucrul mecanic al forţei de frecare; lucrul mecanic al forţei de frecare este negativ, deoarece micşorează energia mecanică; energia mecanică a pendulului gravitaţional poate fi mărită aplicând o forţă de tracţiune;

forţa de greutate şi tensiunea din fir sunt forţe conservative, sub acţiunea lor energia mecanică a oscilatorului se conservă; forţa de frecare cu aerul (rezistenţa la înaintare) este neconservativă;

- **Formulează** (în perechi) constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete)::

d) forţele care se aplică sunt greutatea, reacţiunea normală, forţa de tracţiune şi forţa de rezistenţă a aerului; tracţiunea efectuează lucru mecanic pozitiv, rezistenţa aerului efectuează lucru mecanic negativ, greutatea şi reacţiunea normală nu efectuează lucru mecanic; energia cinetică creşte, deoarece lucrul mecanic al forţei de tracţiune este mai mare decât lucrul mecanic al rezistenţei aerului, în modul;
e) lucrul mecanic al forţei de tracţiune este egal cu lucrul mecanic al forţei de frecare cu aerul, în modul, de aceea, energia cinetică se menţine constantă;
f) lucrul mecanic al forţei de tracţiune este mai mic cu lucrul mecanic al forţei de frecare cu aerul, în modul, de aceea, energia cinetică se micşorează;

- **Formulează** (în perechi) constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete)::

d) forţele care se aplică sunt greutatea (forţă conservativă) şi forţa de tracţiune (tensiunea din fir, forţă neconservativă;
e) forţa de tracţiune are modulul mai mare decât greutatea; creşterea vitezei/ energiei cinetice este egală cu lucrul mecanic al rezultantei celor două forţe (neglijând frecarea cu aerul); creşterea energiei mecanice (totale) este egală cu lucrul mecanic al forţelor neconservative (tracţiunea din fir);

în timpul tracţiunii uniforme, rezultanta forţelor de tensiune şi de greutate este nulă, energia cinetică este

totale?;

f) în timpul ridicării uniforme: Ce relaţie există între forţele aplicate? Care este cauza creşterii energiei mecanice totale?;

• **Cere elevilor** să construiască o relaţie între variaţia energiei cinetice şi rezultanta forţelor aplicate automobilului;

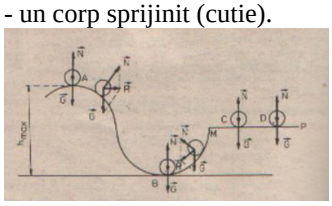
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să analizeze afirmaţia: „Indiferent de înclinarea pârtiei, dacă frecarea este neglijabilă şi săniuţa coboară de la aceeaşi înălţime, o săniuţă atinge la bază aceeaşi viteză?”.

constantă, variaţia energiei mecanice totale este egală cu lucrul mecanic al forţei de tracţiune, de modul egal cu greutatea;

• **Formulează** (în perechi) constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): variaţia energiei cinetice este egală cu lucrul mecanic al rezultantei forţelor aplicate;

• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Lecţia 7 – ECHILIBRUL MECANIC ŞI ENERGIA POTENŢIALĂ

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţiile anterioare şi prin temele efectuate acasă şi **să distingă un patern** care să explice: - când un corp suspendat (pendul) are energie potenţială minimă; - când un corp în mişcare are energie potenţială minimă; - când un corp sprijinit are energie potenţială minimă	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - un corp suspendat (pendul) are energie potenţială minimă când punctul de susţinere se află deasupra centrului de greutate; - un corp în mişcare are energie potenţială minimă atunci se află în repaus sau mişcare rectilinie şi uniformă; (rezultanta forţelor care acţionează asupra lui este nulă) - un corp sprijinit are energie potenţială minimă când centrul de greutate este mai aproape de baza de sprijin.
• **Defineşte operaţional** noţiunea de echilibru stabil, şi **cere elevilor:** să observe legătura între echilibrul stabil şi energia potenţială **în următoarele cazuri:** - un corp suspendat (pendul); - un corp în mişcare(bilă în cavitate); - un corp sprijinit (cutie). 	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând corpurile): - Un corp se află în echilibru stabil dacă, la mici deviaţii faţă de poziţia de echilibru, el revine în această poziţie; - Un corp se află în echilibru stabil dacă energia potenţială a sistemului corp - Pământ este minimă; - Un corp suspendat este în echilibru stabil dacă punctul de susţinere se află deasupra centrului de greutate , pe aceeaşi verticală; - un corp sprijinit este în echilibru stabil dacă verticala dusă din centrul de greutate cade în baza de sprijin.
• **Defineşte operaţional** noţiunea de echilibru instabil, şi **cere elevilor:** să observe legătura între echilibrul instabil şi energia potenţială **în următoarele cazuri:** - un corp suspendat (gimnast pe bârnă); - un corp în mişcare(minge pe deal); - un corp sprijinit (creion).	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând corpurile): - Un corp se află în echilibru instabil dacă, la mici deviaţii faţă de poziţia de echilibru, el nu revine singur în această poziţie; - Un corp se află în echilibru instabil dacă energia potenţială a sistemului corp - Pământ este maximă; - Un corp suspendat este în echilibru stabil dacă punctul de susţinere se află sub centrul de greutate, pe aceeaşi verticală; - un corp sprijinit este în echilibru stabil dacă

punctul de susţinere se află sub centrul de greutate, pe aceeaşi verticală.

• **Defineşte operaţional** noţiunea de echilibru indiferent, şi **cere elevilor:** să observe legătura între echilibrul indiferent şi energia potenţială **în următoarele cazuri:**

- un corp suspendat sau sprijinit (bară);
- un corp în repaus(bilă pe o suprafaţă orizontală);

• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând corpurile):

- Un corp se află în echilibru indiferent dacă, la mici deviaţii faţă de poziţia de echilibru, se află tot în echilibru;
- Un corp se află în echilibru indiferent dacă energia potenţială a sistemului corp - Pământ rămâne aceeaşi indiferent de poziţia centrului de greutate;
- Un corp suspendat/ sprijinit este în echilibru indiferent dacă punctul de susţinere se află în centrului de greutate;

• **Cere elevilor** să construiască o relaţie între variaţia energiei cinetice şi rezultanta forţelor aplicate automobilului;

• **Formulează** (în perechi) constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): variaţia energiei cinetice este egală cu lucrul mecanic al rezultantei forţelor aplicate;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor , organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări:

- De ce maşinile de curse au caroseria joasă?
- De ce fiind pe schiuri ne putem apleca foarte mult spre faţă fără pericolul de a cădea?
- De ce copiii mici depun un efort mai mare pentru a merge decât puii patrupedelor?
- De ce în multe construcţii se folosesc structurile cu arcuri (poduri, edificii, diguri) ?

• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).





Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de acţiune, aplicare şi transfer; lecţie de învăţare a procesului deductiv; lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de realizare a unui produs şi le aplică în situaţii particulare, explicitând caracteristicile care sunt, respectiv, care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (după Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 8 - LUCRUL MECANIC ŞI ENERGIA MECANICĂ

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă, în lecţia anterioară, pentru a distinge anumite **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute;	• **Formulează** (în perechi) constatările lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): definiţii operaţionale ale energiei cinetice şi energiei potenţiale, definiţia lucrului mecanic al unei forţe neconservative, legea conservării energiei mecanice, legea variaţiei energiei mecanice;
• **Cere elevilor** să deducă relaţia de calcul pentru energia cinetică (C. Clark ş.a., Manual de fizică pentru clasa a VII-a, Ed. All, 1999);	• **Formulează** (în perechi) constatările lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - energia cinetică pe care o atinge un corp de masă m plecând din repaus, deplasat fără frecare cu forţa F pe distanţa d este egală cu lucrul mecanic al rezultantei forţelor,

F·d; dacă se dublează masa, se dublează lucrul mecanic şi energia cinetică atinsă; în concluzie, energia cinetică atinsă este proporţională cu masa corpului;

- dacă pentru corpul de masă m trebuie dublată viteza v atinsă anterior pe distanţa d, atunci viteza medie se dublează, aceeaşi forţă acţionează un timp dublu, ca urmare, distanţa parcursă de corp creşte de patru ori; în concluzie, energia cinetică a unui corp este proporţională cu pătratul vitezei;
- expresia energiei cinetice: $E_c=mv^2/2$;

• **Cere elevilor** să deducă relaţia de calcul pentru energia potenţiale gravitaţionale a unui corp, analizând variaţia energiei mecanice (totale) a unui corp de masă m, ridicat uniform de o macara între două puncte A şi B aflate la înălţimile h_A şi h_B faţă de sol;

• **Formulează** (în perechi) constatările lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):

- identifică forţele neconservative: tracţiunea F din cablul macaralei;
- calculează lucrul mecanic al forţei de tracţiune, $F(h_B-h_A)$, care măsoară variaţia energiei mecanice, E_B-E_A;
- întrucât mişcarea este uniformă, F=G=mg, iar variaţia energiei cinetice este nulă;
- variaţia energie potenţiale, $E_{pB}-E_{pA}=mgh_B-mgh_A$;
- energia potenţială gravitaţională este $E_p=mgh$;

• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** care să explice **distincţia** dintre forţă şi putere, respectiv, către viteza de variaţie a energiei unui sistem ca sursă a puterii dezvoltate, urmărind ideile:

- efectul unei forţe depinde de forţă, dar şi de distanţa pe care aceasta se deplasează – idee care defineşte lucrul mecanic al forţei aplicate ca măsură a unui proces mecanic;
- efectul unei forţe depinde de lucrul mecanic al unei forţe, dar şi de viteza cu care forţa efectuează lucrul mecanic – idee prin care introduce/ defineşte puterea mecanică dezvoltată într-un proces, ca mărime care identifică sau distinge procese mecanice diferite: P=L/t=F·v şi
- **cere elevilor să ordoneze într-o listă** cu două coloane pe câţiva colegi de clasă, descrescător: după forţă, după putere;

• **Formulează** (în perechi) constatările lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):

- Revin la exclamaţia iniţială: „Cei care au forţă mică, pot dezvolta totuşi o putere mare!”, **evocă (în perechi)** observaţii, experienţe, întâmplări personale (în clasă, pe terenul de sport, în afara şcolii) privind forţa şi puterea de care sunt capabili colegii de clasă**;**

- comunică răspunsurile în categorii (notate pe tablă): cine are forţă mai mare, cine are putere mai mare.

• **Cere elevilor** să-şi măsoare puterea dezvoltată, de exemplu, atunci când efectuează genuflexiuni la ora de educaţie fizică;

• **Formulează** (în perechi) constatările lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):

- Măsoară şi calculează puterea proprie dezvoltată în efectuarea a zece genuflexiuni, înregistrând într-un tabel (pe caiete şi pe tablă): Prenumele elevului; Numărul N de genuflexiuni; Forţa musculară F dezvoltată (egală aproximativ cu greutatea proprie, G); Deplasarea d a centrului de greutate al corpului; Durata t a celor zece genuflexiuni; Puterea: P=N·G·d/t;

• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** care să explice în diferite procese mecanice **distincţia** între lucrul mecanic util (energia utilă transferată între două sisteme) şi lucrul mecanic consumat (energia totală transferată între sisteme) şi **cere elevilor** să calculeze raportul dintre acestea, numit randamentul mecanic al procesului respectiv pentru cazuri particulare: urcarea scărilor, urcarea unei rampe cu bicicleta, tracţiunea unui corp pe un plan înclinat;

• **Formulează** (în perechi) constatările lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):

- Măsoară şi calculează randamentul mecanic în cazuri particulare:

– urcarea scărilor,
– urcarea unei rampe cu bicicleta,
– tracţiunea unui corp pe un plan înclinat etc.;

• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: 1. Explicarea relaţiei dintre forţa şi viteza pe care trebuie să le dezvolte, la un moment dat, un automobil, respectiv, a rolului cutiei de viteze

• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produselor finale, convin **modalitatea de prezentare** (portofoliu – cu fişe de lucru, fotografii, rapoarte, notiţe diverse,;prezentări multimedia);

• **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, a atitudinilor, de percepţie a valorilor; lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, imaginează diferite încercări (experimentări) ale conceptului de însuşit/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, observând şi analizând reuşitele parţiale ca reprezentări succesive ale rezultatului către care se îndreaptă (după Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 9

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, urmărind manifestarea unor aspecte cum sunt (Gardner, 1993): 1. profilul cognitiv al elevului (lingvistic, logico-matematic, naturalist, interpersonal etc.); 2. operarea cu noţiunile însuşite; 3. calitatea produsului (inovaţia, execuţia şi realizarea, tehnica estetică); 4. comunicarea (cu un public cât mai larg, implicând cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a diferitelor resurse); 5. reflecţia (capacitatea de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare);	• **Expun** produsele realizate (planşe, desene, machete, dispozitive, portofolii etc.) şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru(în maniere diverse: eseuri, tabele, desene, copii după documente, postere etc.);; • **Prezintă portofoliile** grupelor de lucru;
• **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;	**Evaluează** produsele realizate, lucrările prezentate;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	• **Îşi propun să expună produsele realizate** (planşe, desene, machete etc.) în expoziţii şcolare şi şi la sesiuni de comunicări ştiinţifice. Tema pentru acasă: Vă sunt familiare noţiunile de temperatură, căldură, combustibili, motoare termice? In ce situaţii aţi auzit de acestea? La ce credeţi că se referă ele? (Anticiparea următoarei unităţi de învăţare „Fenomene termice”)

Bibliografie

(29) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(30) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(31) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;

(32) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(33) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(34) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(35) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(36) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

Unitatea de învăţare:VII.7
Fenomene optice: umbră, penumbră
„Eclipsele – un fenomen ciudat sau un joc de-a v-aţi ascunselea?”

Angela Liliana Şerban



Clasa: a VII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **7**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Lumină şi sunet. Umbră, penumbră. Eclipse totale, parţiale. Camera obscură. (Programa de fizică pentru clasa a VII-a).
Modelul de învăţare asociat: **Investigaţia ştiinţifică**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o întrebare deschisă (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de întrebarea „**Eclipsele – un fenomen ciudat sau un joc de-a v-aţi ascunselea?”** Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Formarea umbrei şi penumbrei explică producerea eclipselor”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1
Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă, reluarea conceptelor de bază – surse de lumină, corpuri transparente corpuri opace, propagarea luminii – cu accentuarea aspectelor practice ale acestora, prin solicitarea şi oferirea unor exemple concrete);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind sursele de lumină, corpuri transparente şi corpuri opace.
• **Evocă întrebările de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): „*Cum putem vedea obiectele din jurul nostru?”„ De ce nu vedem obiectele înconjurătoare într-o cameră fără ferestre?”; De ce în zilele însorite se poate observa umbra clădirilor şi pomilor?*”; *„Din ce cauză pământul poate fi văzut de cosmonauţi?”*, „*De ce umbra*	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări, de exemplu: „cu ajutorul Soarelui sau becurilor”; „nu există becuri”; „umbra corpurilor în lumina solară se modifică pe parcursul zilei” şi altele;

îşi modifică lungimea în timpul zilei?", „Ce este ceasornicul solar?" şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebări, argumente.	
• **Orientează gândirea elevilor către identificarea** noţiunilor relevante (surse de lumină, propagarea luminii, umbră, penumbra, eclipse) care disting ipotezele formulate, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* (identificarea tipurilor de surse de lumină, clasificarea corpurilor, rază de lumină, fascicul de lumină etc.);	• **Evocă aspecte interesante,** experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător: În nopţile cu Lună putem distinge corpurile din jurul nostru; într-o cameră întunecată ecranul unui telefon ce funcţionează permite observarea corpurilor din jurul său; în timpul erupţiei unui vulcan, lava este incandescentă; lumina trece prin sticla ferestrei; corpurile nu au întotdeauna umbră. • **Menţionează** comportamentul diferit al corpurilor în situaţii diverse. • **Reamintesc** definiţia vitezei.
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica propagarea luminii, producerea eclipselor etc. • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat;	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de diverse tipuri: „Ce este?", „Când se utilizează?", „Cum funcţionează?".	• **Efectuează tema pentru acasă**. Utilizează diferite surse de informare: cărţi, reviste, site-uri pe internet, aprofundează variantele de răspuns, fac conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurare a materialelor, planificare a etapelor; Realizează fotografii ale unor surse de lumină utilizate în gospodărie.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare
Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2 – LUMINĂ ŞI SUNET

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să evalueze informaţiile** colectate acasă, la întrebările de tipul „Ce este?", „Când se utilizează?", „Cum funcţionează?"	• **Evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; Elevii comunică informaţiile dobândite prin rezolvarea temei efectuată acasă folosind limbajul ştiinţific.
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (lanterna, lumânarea, spritiera, vas cu sare de bucătărie, trepied, cui etc.) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către identificarea surselor de lumină, clasificarea surselor de lumină, explicarea modului în care se propagă lumina).	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **observă** diferite surse de lumină utilizând materialele puse la dispoziţie; - **experimentează şi observă** modul în care se comportă sursele de lumină şi corpurile luminate; - **observă** diferenţa dintre sursele de lumină şi corpurile luminate şi notează observaţiile (clasificarea corpurilor în surse de lumină şi corpuri luminate);

	- **experimentează şi observă** modul în care se comportă corpurile încălzite.
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile experimentale**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind: - clasificarea corpurilor în surse de lumină şi corpuri luminate; - definirea sursei de lumină şi a corpului luminat; - clasificarea corpurilor de lumină după natura lor (naturale şi artificiale); - clasificarea surselor de lumină după întindere (punctiforme şi cu întindere mare); - identificarea unor corpuri luminate, surse de lumină naturale, surse de lumină artificiale); - comportamentul corpurilor încălzite (Corpurile încălzite emit lumină a cărei intensitate depinde de gradul de încălzire al acestora.) • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: - Cum ai putea afla dacă un corp este sursă de lumină sau corp luminat? - Ce este sursa de lumină şi ce rol practic are ea? - Care sunt sursele de lumină care nu sunt utilizate pentru iluminat? - De ce ziua stelele sunt invizibile? - Există şi alte forme de luminiscenţă? Daţi exemple. - Pornind de la ideea că există animale sau organisme vegetale care emit lumină, elevii sunt solicitaţi să identifice un exemplu dintre acestea şi să îl descrie (exemple: organisme vegetale - gheba de copac, muşchiul luminos, planctonul; organisme animale -licuriciul). (temă interdisciplinară fizică – biologie)

Lecţia 3 – PROPAGAREA LUMINII

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să evalueze informaţiile** colectate acasă, la întrebările de tipul „Ce este?”, „Când se utilizează?”, „Cum funcţionează?”	• **Evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; Elevii îşi exersează limbajul ştiinţific prezentând informaţiile noi dobândite prin rezolvarea temei pentru acasă: Lumina nu este produsă doar de corpurile incandescente. Există şi alte forme de luminiscenţă: bioluminiscenţa, chemoluminiscenţa, sonoluminiscenţa.
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (lumânare, placă de sticlă subţire, foiţă de celofan, placă de lemn, coală de talc, coală de carton, bucată de sticlă mată,	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **observă** flacăra lumânării prin diferite corpuri/ substanţe utilizând materialele puse la dispoziţie, precum şi indicaţiile din fişele de

<table>
<tr>
<td>pahar cu apă curată, lampă de proiecţie, banc optic, ecran, cuvă optică cu apă şi praf de cretă etc.) şi cere elevilor (eventual, prin fişe de lucru) să experimenteze (eventual, orientând gândirea elevilor către clasificarea corpurilor după modul în care se comportă la trecerea luminii, identificarea modului în care se propagă lumina, camera obscură).</td>
<td>lucru;
- notează observaţiile în fişa de lucru
<table>
<tr><th>Corpul sau substanţa</th><th>Flacăra lumânării se distinge clar</th><th>Flacăra lumânării nu se vede</th><th>Conturul flăcării lumânării nu se distinge clar</th></tr>
<tr><td>Placa de sticlă subţire</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Foiţa de celofan</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Placa de lemn</td><td></td><td>X</td><td></td></tr>
<tr><td>Coala de talc</td><td></td><td></td><td>X</td></tr>
<tr><td>Coala de carton</td><td></td><td>X</td><td></td></tr>
<tr><td>Bucata de sticla mată</td><td></td><td></td><td>X</td></tr>
<tr><td>Pahar cu apă curată</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
</table>
- realizează şi observă modul în care se distinge flacăra lumânării printr-un număr din ce în ce mai mare de foiţe de celofan suprapuse utilizând materialele puse la dispoziţie, precum şi indicaţiile din fişele de lucru;
- experimentează şi observă modul în care se propagă lumina;
- identifică şi analizează diferite situaţii practice cu privire la propagarea luminii;
- analizează ce se întâmplă cu lumina care ajunge într-o cameră închisă, fără ferestre.</td>
</tr>
<tr>
<td>• Cere elevilor să comunice observaţiile experimentale;</td>
<td>• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică rezultatele privind:
- clasificarea corpurilor (transparente, opace şi translucide);
- caracterizarea corpurilor transparente, corpurilor opace şi a celor translucide;
- exemple de corpuri transparente, corpuri opace şi de corpuri translucide;
- posibilitatea modificării transparenţei unui corp (Transparenţa unui corp scade atunci când grosimea stratului de substanţă creşte. Nu putem vorbi de corpuri perfect transparente.);
- modul de propagare al luminii (Lumina se propagă în linie dreaptă);
- tipurile de fascicule de lumină (paralele, convergente şi divergente);
- raza de lumină (Fascicul de lumină foarte îngust.);
- camera obscură;
• Dacă şi-au încheiat activitatea, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare.</td>
</tr>
<tr>
<td>• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, să conceapă experimente pentru a răspunde la un set de întrebări;</td>
<td>• Efectuează tema pentru acasă, ca răspunsuri la întrebări:
- Ce puteţi spune despre flacăra lumânării privită prin mai multe plăci de sticlă (de exemplu 5 sau 10)?
- Un strat de apă cu grosimea mare (peste 100m)</td>
</tr>
</table>

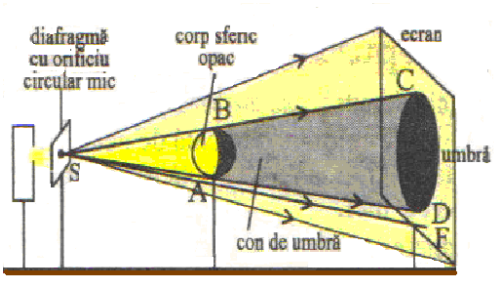
	este transparent sau opac? - Există corpuri care în condiţii obişnuite sunt opace iar prin prelucrarea lor în foiţe subţiri devin transparente? - Explicaţi dacă lumina se poate propaga simultan între două puncte în ambele sensuri. - Care este viteza de propagare a luminii? (Se cştie că lumina ajunge de la Soare la Pământ în 8 min 20s iar distanţa de la Soare la Pământ este d = 150 000 000 km). - Comentează versurile: *„La steaua care-a răsărit* *E-o cale-atât de lungă,* *Că mii de ani i-au trebuit* *Luminii să ne-ajungă."* (*La steaua*, de M. Eminescu) (temă interdisciplinară fizică – limba română)

Lecţia 4 – UMBRĂ, PENUMBRĂ

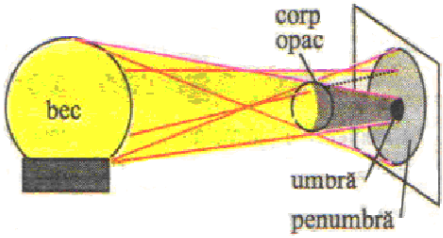
Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să evalueze informaţiile** colectate acasă, la întrebările de tipul „Ce este?", „Când se utilizează?", „Cum funcţionează?"	• **Evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; Elevii îşi exersează limbajul ştiinţific prezentând informaţiile noi dobândite prin rezolvarea temei pentru acasă.
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (sursă de lumină punctiformă, bec, ecran cu fantă, ecran, diferite corpuri opace - minge, cutie de chibrituri etc.)	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează** montajul experimental conform indicaţiilor din fişele de lucru, utilizând materialele puse la dispoziţie; - **experimentează şi observă** formarea umbrei corpului; - **stabilesc** condiţia de formare a umbrei; - **experimentează şi observă** formarea penumbrei corpului; - **stabilesc** condiţia de formare a penumbrei; - **observă** cum este influenţată forma umbrei de forma corpului care o produce; - **analizează şi identifică** situaţii în care se utilizează aparate pentru proiectarea pe perete a umbrelor diferitelor figuri desenate pe foi transparente sau plăcuţe de sticlă.
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile experimentale**, r**ezultatele obţinute în urma măsurătorilor şi a calculelor făcute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind: - formarea umbrei unui corp - realizarea schemei de formare a umbrei unui corp luminat de o sursă punctiformă



- formarea penumbrei unui corp
- realizarea schemei de formare a umbrei şi penumbrei unui corp luminat de un bec.



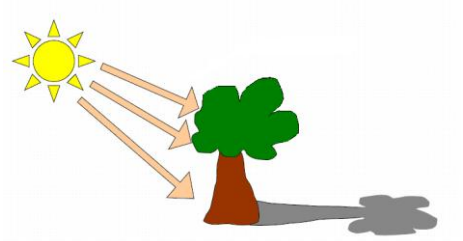
- modificarea formei umbrei în funcţie de forma corpului opac luminat de o sursă de lumină;
- dependenţa dintre dimensiunea umbrei, poziţia sursei de lumină, poziţia corpului opac;

• **Dacă şi-au încheiat activitatea,** elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare.

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;

• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări:

- Cum explicăm faptul că, în zilele însorite de vară, umbra pomilor îşi modifică lungimea în timpul zilei?



- Cum puteţi produce pe perete diferite umbre?
- Este posibil ca umbra unui căţel să fie mai mare decât a unui lup?

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:
Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 5 - ECLIPSE TOTALE, ECLIPSE PARŢIALE

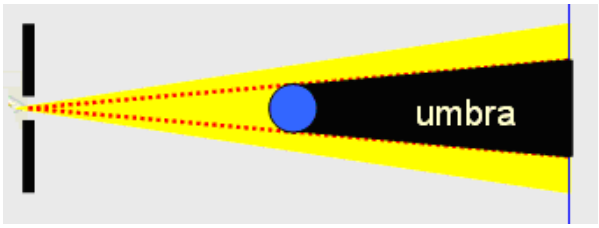
Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

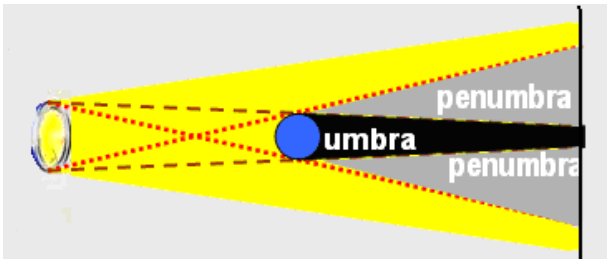
Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţiile anterioare şi prin temele efectuate acasă şi **să distingă un patern** care să explice:	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă:

- cum se formează umbra;
- cum se formează penumbra;

- sursele de lumină emit lumina în toate direcţiile;
- Pământul şi Luna sunt corpuri opace care se pot vedea numai datorită luminii provenite de la Soare;
- prin aşezarea unui corp opac în faţa unui surse de lumină punctiformă pe un ecran se obţine umbra:



- prin aşezarea unui corp opac în faţa unui surse de lumină nepunctiformă pe un ecran se obţine umbra şi penumbra:



- Pământul se mişcă în jurul Soarelui iar Luna se mişcă în jurul Pământului;
- Există situaţii în care Pământul, Soarele şi Luna se află pe aceeaşi dreaptă.

• **Distribuie elevilor** materiale (bec, minge, glob geografic) şi **cere elevilor** să:

a) aşeze corpurile pe aceeaşi dreaptă cu mingea suspendată de un fir, un următoarea ordine: bec, minge, glob geografic (becul are rolul Soarelui, mingea cea a Lunii, globul este Pământul);

b) arate pe suprafaţa globului unde apar: umbra, penumbra, zona luminată;

c) mişte puţin mingea şi să observe mişcarea umbrei.;

d) aşeze corpurile pe aceeaşi dreaptă cu mingea suspendată de un fir, un următoarea ordine: bec, glob geografic, minge (becul are rolul Soarelui, mingea cea a Lunii, globul este Pământul).

• **Aşează** corpurile în ordinea solicitată;

• **Analizează** poziţia umbrei, penumbrei şi a zonei luminate pe globul geografic;

• Analizează modificările apărute atunci când poziţia mingii se schimbă.

• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** care să explice :

a) formarea eclipselorde Soare;

b) formarea eclipselor de Lună;

• **Constată** că:

g) formarea umbrei şi penumbrei explică formarea eclipselor;

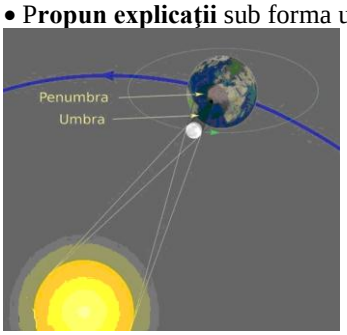
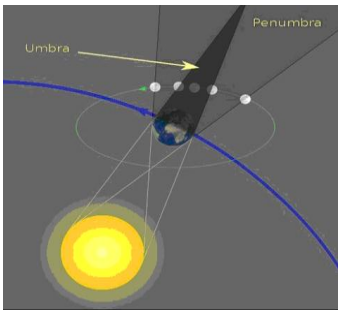
h) eclipsa de Soare se produce atunci când Luna se află între Soare şi Pământ; Soarele, Luna şi Pământul fiind coliniare.

i) Eclipsa de Lună se produce atunci când Pământul se află între Soare şi Lună; Soarele, Pământul şi Luna fiind coliniare.

• **Precizează** elevilor că:

- În funcţie de locul în care se află observatorul, de umbră sau de penumbră,

• **Constată că** dacă observatorul este în zona de umbră, eclipsa este totală iar dacă este în zona de penumbră, eclipsa este parţială;

eclipsele pot fi totale sau parţiale.	• **Propun explicaţii** sub forma unor *schiţe*  Eclipsa de Soare  Eclipsa de Lună
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea iniţială: „Eclipsele – un fenomen ciudat sau un joc de-a v-aţi ascunselea?”, să argumenteze, respectiv să formuleze un răspuns.	• **Formulează un argument** la întrebarea iniţială: eclipsele sunt fenomene astronomice naturale, care pot fi explicate prin formarea umbrei şi a penumbrei.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la un set de întrebări**.	• **Efectuează tema pentru acasă**: 1. Credeţi că există şi alte tipuri de eclipse în afara celor studiate? 2. Se poate produce eclipsă de Pământ? De ce?

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Lecţia 6

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale şi asistenţă** pentru realizarea unor prezentări Power Point şi/ sau referate care să prezinte surse de lumină, diferite forme de luminiscenţă, producerea eclipselor de Soare şi de Lună, implicându-i în evaluarea produselor realizate, a procedurilor/ soluţiilor adoptate; • **Propune elevilor fişe de lucru** cu probleme combinate – aplicaţii la noţiunile studiate în capitolul Fenomene optice. • **Propune elevilor** realizarea unui ceas solar folosind următoarele materiale: o farfurie de carton, un pai de băut, carioci.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: m) **discută şi selectează materialele** pentru realizarea prezentărilor propuse; n) **organizează materialele selectate** şi stabilesc structura prezentărilor; o) **analizează şi rezolvă problemele** propuse prin fişele de lucru; p) **argumentează şi interpretează** soluţiile obţinute; q) **realizează o machetă simplă a unui ceas solar.**
• **Implică elevii** în conceperea raportului	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura**

final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă):

-cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii;

-avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.

produselor finale, convin **modalitatea de prezentare** (portofoliu – cu fişe de lucru, fotografii, rapoarte, notiţe diverse, prezentări Power Point etc.);

- **Întocmesc un scurt raport** scris privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 7

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.; • **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru; • **Prezintă portofoliile** grupelor de lucru; • **Îşi propun să prezinte produsele realizate** în expoziţii şcolare şi la sesiuni de comunicări ştiinţifice pentru elevi.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	Tema pentru acasă: Vă sunt familiare noţiunile de reflexia luminii şi oglindă? In ce situaţii aţi auzit de acestea? La ce credeţi că se referă ele? (Anticiparea următoarei unităţi de învăţare „Fenomene optice: reflexia luminii”)

Bibliografie

(37) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;

(38) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;

(39) Eminescu, M., *Poezii,* vol I, Editura Minerva, Bucureşti, 1977

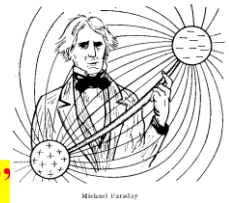
(40) Băncilă, G., Zamfir, Gh., Zamfir M., *Fizică: clasa a VI-a – teorie, exerciţii, teste*, Editura Books Unlilited Publishing, Bucureşti, 2007

(41) Corega, C., Haralamb, D., Talparu, S., *Fizică- manual pentru clasa a VI-a*, Editura Teora, Bucureşti, 1998

(42) Turcitu, D., Pop, V., Panaghianu, M., Negoescu, G., *Fizică, manual pentru clasa a VI-a*, Editura Radical, Craiova, 2003

(43) Clark, C., Enescu, G., Grindei, I., *Manual de fizică pentru clasa a VI-a* , Editura All, Educational, Bucureşti, 1998;
(44) http://www.didactic.ro
(45) http://www.scribd.com
(46) http://www.wikipedia.ro

Unitatea de învăţare:VII.8
Reflexia luminii
sau
„Cum poți devia lumina în orice direcție dorești?”



Mircea Nistor

Clasa: a VII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 6
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: III.4 Inducţia electromagnetică. Aplicaţii (Programa de fizică pentru clasa a VIII-a/ 2009).
Modelul de învăţare asociat: PROIECTUL
Competenţe specifice: derivate din **modelul proiectului** , conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice (Modelul de predare)
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Realizarea proiectului (produsului);
III. Reflecţie - Explicare	3.Evaluarea criteriilor de realizare şi revizuirea etapelor;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului.**
Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanşat de situaţii-problemă, de exemplu: *„Cum trebuie să aşezi o oglindă (sau mai multe!) pentru a devia lumina într-o direcție anume?”*. Pe parcurs, elevii realizează dispozitivele experimentale cu ajutorul cărora să descopere regulile ricoşării luminii pe suprafața unui obiect (dispozitive care generează fascicule înguste de lumină, într-o direcție controlată, dispozitiv care permite descoperirea legilor reflexiei luminii pe o oglindă plană, dispozitiv pentru studiul formări imaginilor prin reflexie). Folosind aceste reguli, elevii realizează dispozitive practice care utilizează reflexia luminii (periscop, glob cu oglinzi, oglindă rotitoare, caleidoscop, retroreflector, dispozitiv pentru trasarea normalei la o curbă, reflectoare solare).

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă** elevilor fascicule de lumină emise de un laser pointer (roşu sau verde) şi care ricoşează pe diferite obiecte (pereți, oglinzi). Evidențiază traseul luminii prin pulverizarea apei.	• Observă ricoşarea luminii.

- **Discută** cu elevii precauțiile de utilizare ale laserelor pointer.

- **Prezintă** elevilor eticheta de avertizare a unui laser pointer:



- **Prezintă** elevilor necesitatea unui dispozitiv care să fixeze pointerul în poziția dorită. Cere elevilor să prezinte posibile soluții.

- **Prezintă** elevilor o soluție posibilă – fixarea magnetică pe corpul metalic al unei lanterne (butonul laserului este fixat cu bandă adezivă):



Magneți de foarte bună calitate pot fi recuperați din hard-discuri dezafectate.

- **Cere** elevilor să anticipeze drumul luminii care urmează să întâlnească o oglindă.

- **Discută** cu elevii utilitatea unor reguli care să permită anticiparea corectă a drumului luminii care ricoșează pe o oglindă. Cere acestora să formuleze posibile soluții de realizare a unui dispozitiv cu care să poată fi identificate regulile după care are loc ricoșarea luminii.

- **Prezintă** elevilor o soluție posibilă:



Platformele pot fi casete de CD pe care s-au aplicat dreptunghiuri de hârtie având imprimate raportoare scanate.

- **Evidențiază** faptul că dispozitivul permite *măsurarea* înclinării drumului luminii față de oglindă (sau față de perpendiculara pe aceasta).

- Evocă observații, experiențe și întâmplări personale referitoare la folosirea laserelor pointer.

- Schițează pe caiete eticheta și traduc textul acesteia.

- Formulează soluții pentru dispozitivul de fixare și selectează cele mai bune soluții, comparând funcționalitatea, simplitatea constructivă și de utilizare.

- Testează dispozitivul.

- Anticipează drumul luminii și constată că este dificilă o anticipare corectă.

- Formulează soluții pentru realizarea unui dispozitiv care să permită identificarea regulilor ricoșării luminii, comparând funcționalitatea, simplitatea constructivă și simplitatea de utilizare.

- Testează dispozitivul observând traseul luminii înainte și după ricoșarea pe oglindă.

• **Propune** elevilor să realizeze acasă dispozitivele prezentate şi să le utilizeze. Oferă raportoare imprimate şi magneţi elevilor care au nevoie de acestea. • **Propune** elevilor ca temă pentru acasă conceperea şi realizarea unui periscop, cu care să poată vedea lumea ca şi când ar fi cu o jumătate de metru mai înalţi: 	• Măsoară înclinările traseului luminii faţă de perpendiculara pe oglindă, înainte şi după ricoşare. • Îşi notează ce au de făcut, realizează acasă dispozitivele şi le utilizează, consemnând observaţiile făcute. • Concep soluţii şi constată necesitatea cunoaşterii regulilor de ricoşare a luminii pe oglinzi pentru poziţionarea corectă a oglinzilor.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie
cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Realizarea proiectului (produsului);
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2 (2 ore)

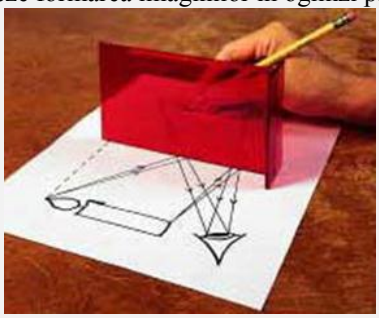
Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute/ dificultăţile întâmpinate în poziţionarea oglinzilor periscopului.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Cere** elevilor să identifice regulile după care ricoşează lumina pe o oglindă plană. Intervine pentru a ajuta elevii să identifice simetria drumului luminii faţă de perpendiculara pe oglindă.	• Identifică simetria drumului luminii faţă de perpendiculara pe oglindă în locul ricoşării.
• **Propune** elevilor să anticipeze, folosind această regulă, drumul luminii care urmează să ricoşeze pe o oglindă.	• Anticipează drumul luminii folosind regula ricoşării simetrice.
• **Cere** elevilor să verifice experimental anticiparea făcută.	• Verifică experimental, în cazul dat, simetria la ricoşare.
• **Cere** elevilor să finalizeze conceperea	• Finalizează conceperea periscopului,

periscopului, folosind regula simetriei la ricoşare.

- **Propune** elevilor să realizeze periscoape care să le permită să vadă lumea ca și când ar fi cu o jumătate de metru mai înalți. Pune la dispoziția acestora carton, foarfeci, bandă adezivă, oglinzi plane.

- **Propune** elevilor să analizeze grafic ricoşarea pe o oglindă a unui fascicul de lumină divergent.

- **Propune** elevilor să realizeze un dispozitiv cu care să ilustreze formarea imaginilor în oglinzi plane:



Dispozitivul poate fi realizat dintr-un capac de cutie de CD.

- **Cere** elevilor să construiască imaginea unui obiect (lumânare, creion, brad) folosind dispozitivul realizat.

- **Cere** elevilor să caracterizeze imaginea formată (răsturnată/nerăsturnată, mărită/micşorată, mai aproape/mai departe față de oglindă).

- **Propune** elevilor să realizeze proiecte aplicative care să folosească formarea imaginilor:

  - caleidoscop:



  - retroreflector:



  - dispozitiv pentru trasarea perpendicularei pe o curbă:

alegând poziția corectă a oglinzilor pe baza regulii simetriei la ricoşare.

- Lucrează în echipe, realizează și testează periscoapele.

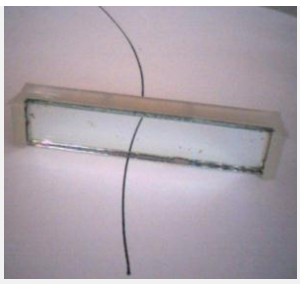
- Trasează ricoşarea pe o oglindă a unui fascicul divergent, folosind regula simetriei la ricoşare.

- Elevii realizează astfel de dispozitive, lucrând în echipe.

- Elevii trasează formarea imaginilor folosind dispozitivul realizat.

- Elevii caracterizează imaginile formate în oglinzi plane (nerăsturnate, tot atât de mari ca obiectul, simetric față de oglindă).

- Realizează, lucrând în echipe, proiectele propuse.



- **Cere** elevilor să formuleze explicații pentru observațiile făcute cu aceste dispozitive.

- Formulează explicații vizând formarea imaginilor în dispozitivele realizate.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

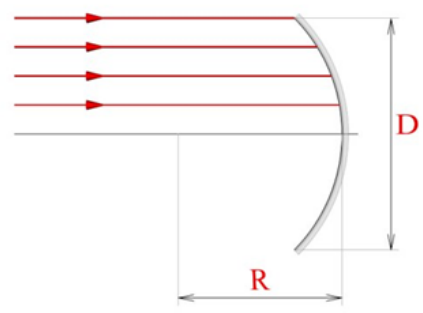
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Evaluarea criteriilor de realizare și revizuirea etapelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

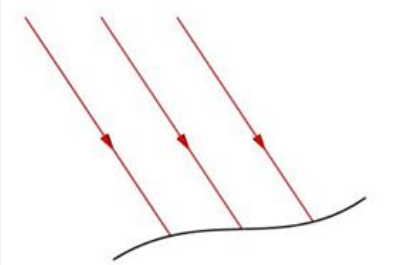
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Denumește** reflexia luminii fenomenul de ricoșare a luminii pe suprafața unui obiect și cere elevilor să exemplifice situații în care intervine reflexia luminii.	• Exemplifică situații în care intervine reflexia luminii.
• **Ghidează** elevii să formuleze legile reflexiei luminii.	• Formulează legile reflexiei luminii.
• **Sistematizează** construcția imaginilor în oglinzi plane.	• Construiesc grafic formarea imaginii unui obiect într-o oglindă plană.
• **Cere** elevilor să caracterizeze imaginile formate în oglinzi plane.	• Caracterizează imaginile formate în oglinzi plane.
• **Propune** elevilor să traseze reflexia pe o oglindă sferică a unui fascicul paralel de lumină, folosind dispozitivul pentru trasarea perpendicularei pe o curbă:	• Trasează grafic drumul luminii.



- **Cere** elevilor să traseze acasă reflexia pe o suprafață neregulată a unui fascicul paralel:



- Trasează acasă drumul luminii.

Secvenţa a IV-a. Aplicare - Transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului..

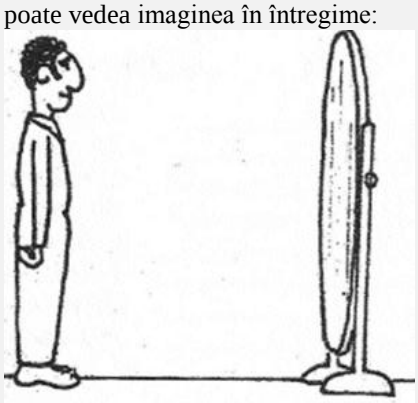
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.; Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: 1. *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile; 2. *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

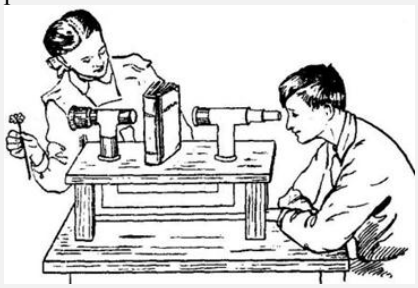
Lecţia 4 (2 ore)

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute;	• Elevii prezintă în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Propune** elevilor să analizeze situaţii noi, în care este implicată reflexia luminii:	• Elevii analizează situaţiile propuse.

- calculul înălțimii unei oglinzi în care o persoană își poate vedea imaginea în întregime:



- dacă poate fi văzută floarea privind prin dispozitivul prezentat în desen:



- de ce a fost utilizat un retroreflector pentru măsurarea distanței Pământ - Lună:

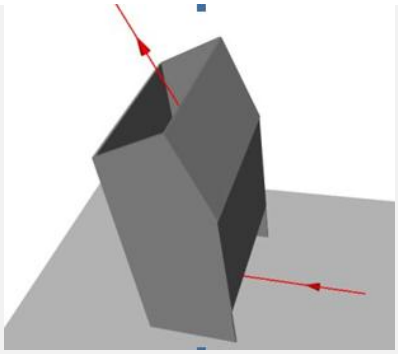


- Cum funcționează „ochiul de pisică”:



- **Propune** elevilor proiecte facultative:

- **p**eriscop pentru vizualizare la nivelul solului:



- glob cu oglinzi:



- oglindă rotitoare (recuperată dintr-un copiator sau dintr-o imprimantă laser):



- concentratoare solare:



- **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**;[13]

- **Prezintă** portofoliile, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;

[13] **Criteriile de evaluare finală** vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.

• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte** elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ******Îşi propun* *să* ***expună produsele realizate*** *în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale,* ***să informeze*** *factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele.*

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.html
(7) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite" corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

13. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
14. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
15. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
16. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:VII.10
Fenomene acustice

sau

„Ghidul vânătorilor de animale mari din Africa cere să se facă liniște, pune urechea pe sol și apoi poate preciza dacă undeva la câțiva kilometri este o turmă în mișcare”)

sau

Ce trebuie să știu despre producerea, propagarea și recepția sunetelor?

Stănculescu Ana şi Stănculescu Sorin

Clasa: a VII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Fenomene acustice: 1.Surse sonore. 2. Propagarea sunetului. 3. Percepția sunetului (Programa de fizică pentru clasa a VII-a).
Modelul de învăţare asociat: EXERCIŢIUL
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare – Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare – Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie – Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare – Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerința formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ș.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: *Lumea din jurul nostru este mai bogată deoarece suntem înconjuraţi de sunete. Ce trebuie să ştiu despre sunete?* Pe parcurs gândirea elevilor evoluează către aplicații ale fenomenelor acustice – instrumentele muzicale, poluarea sonoră:*Am fost impresionat de o emisiune de televiziune numită „Dialogul viorilor” . Prin ce diferă sunetele a două viori, doar sunt instrumente „identice”?*

Secvenţa I. Evocare-anticipare (partea I – Surse sonore)

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).
Conţinuturi repartizate lecţiei: surse sonore, vibrația, calitățile sunetului.
Lecţia 1 – Surse sonore.

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constatat? Ce noutăţi aţi*	

aflat?; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
Surse sonore (Subtitlu: De ce dacă lovești o coardă de chitară, o bucată de lemn sau sufli într-o sticlă goală auzi diferite sunete? Cum se produc acestea?)	
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): Stabileşte relaţia conceptului de sunet cu tema unităţii de învăţare (fenomene acustice), o situaţie problemă edificatoare etc.); • Pune la dispoziția elevilor diferite corpuri: o chitară, o tobă, un diapazon cu ciocănel, un fluier, un clopoțel, o lamă metalică din oțel, etc. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* *Corpurile din jurul nostru pot produce sunete. Găsiți metode de a produce sunete cu ajutorul corpurilor pe care le aveți la dispoziție. Puteți explica de ce se produc sunetele?* • Prezintă un experiment edificator: *Folosiți un fir elastic sau o bucată de sârmă subțire de oțel. Întindeți firul între mâini!* ; • **Solicită** elevilor încadrarea fenomenului de producere a sunetului observat într-o clasă de fenomene fizice dintr-o listă (fenomene mecanice, termice, electrice, etc. **) și cere argumentarea** alegerii în baza cunoştinţelor elevilor de la acest moment; • Orientează gândirea elevilor printr-un set de întrebări: *Ce simțiți când ciupești firul (cu un deget liber)? Se aude sunet? Dar dacă blochezi firul se mai aude sunet?* *În ce stare este firul când produce sunet?* • Prezintă norme specifice de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii proprii, fenomene asemănătoare celui prezentat (din experiența proprie) **comunică răspunsurile** în clasă; • Elevii **găsesc** pentru diferitele corpuri **metode de a le provoca să producă sunete**: prin lovire, prin ciupirea corzilor, prin suflarea unui jet de aer prin fluier, etc. • **Notează metodele** pentru fiecare obiect în parte. • **Emit ipoteze** asupra modului în care corpurile produc sunete, **notează ipotezele** și **le prezintă** colegilor. • Realizează pe grupe experimentul propus. • Notează observațiile în caiet și apoi le prezintă colegilor. Emit ipoteze privind legătura dintre mișcarea firului și emisia sunetului. Emit ipoteze privind încadrarea fenomenului de producere a sunetului în categoria fenomenelor mecanice. •
• **Comunică scopul prelegerii**: să identifice și să definească sursele sonore și **cere elevilor să observe și să caracterizeze fenomenul care stă la baza producerii sunetului** *Corpurile care produc* ***sunete*** *pe care urechea noastră le percepe se numesc* ***surse (emițătoare) sonore.*** *Precizați câteva surse sonore* • Revine asupra întrebării: ***Care este fenomenul fizic care stă la baza producerii sunetelor?*** *(Refaceți experimentul cu firul!)* *Puteți caracteriza* ***mișcarea firului*** *care determină producerea sunetului?* **Solicită** elevilor să formuleze o ipoteză pentru explicarea fenomenului observat • ***Concluzionează:*** *Firele elastice, corzile unei chitare, etc. emit sunete* ***numai atunci când vibrează (au o mișcare oscilatorie)***	• **Evocă** aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): ***mișcarea,*** *determinată de ciupirea firului provoacă sunete.* • Enumeră câteva surse sonore • **Formulează** o ipoteză pentru explicarea fenomenului (o notează pe caiet) și **comunică răspunsul** în clasă: Mișcarea sunetului care produce sunete este o vibrație – o mișcare oscilatorie – mișcare de o parte și de alta a poziției inițiale (când firul este în echilibru)
• **Solicită găsirea unor metode de a pune în evidență (prin fenomene observabile altele decât sonore) vibrațiile unor surse sonore** **Dirijează și corectează** eventualele răspunsuri eronate • Solicită găsirea unei metode de a determina un fluier să producă sunete.	• **Elevii emit ipoteze** asupra unor metode și dispozitive cu care să pună în evidență vibrația unui diapazon, o unei corzi de chitară sau a membranei unui difuzor și apoi **comunică răspunsurile** în clasă Pentru vibrația unui diapazon, coardă se poate folosi un pendul (corp mic și greu, suspendat de un fir inextensibil) Pentru vibrația membranei difuzorului se pot folosi

Puteți explica modul în care fluierul produce sunete? *Ce alte instrumente muzicale produc sunete prin aceeași metodă ca și fluierul?* **Instrumentele care produc sunete datorită aerului suflat se numesc *instrumente de suflat.***	bobițe de polistiren puse pe membrană • **Emit ipoteze** asupra fenomenului prin care fluierul produce sunete, **le notează** în caiet și **le comunică** în clasă • Enumeră alte instrumente muzicale care produc sunete la fel ca fluierul.
• **Reiterează concluzia**: *Fenomenul care stă la baza producerii sunetelor este vibrația unei surse sonore*	• Notează concluzia
• **Formulează** enunțul: *Vibrația (mișcarea oscilatorie) este **periodică.*** • **Solicită** elevilor exemple de mișcări oscilatorii care să confirme enunțul anterior • **Reformulează enunțul**: *Vibrația (mișcarea oscilatorie) este **periodică** – adică ..... la intervale de timp .....* • **Solicită** completarea enunțului lacunar pentru ca elevii să fixeze semnificația caracteristicii ***periodică*** atribuită vibrației. • **Corectează** eventualele răspunsuri greșite	• **Formulează** (în perechi) exemple pentru mișcări oscilatorii (le notează în caiet) și **comunică răspunsurile** în clasă • **Notează și completează** enunțul lacunar și comunică răspunsul.
• **Enunță** definiția perioadei vibrației: Durata celui mai mic interval de timp după care vibrația se repetă se numește **perioadă.** •**Solicită** elevilor **să precizeze** unitatea de măsură în SI a perioadei și **argumenteze răspunsurile** • **Corectează** eventualele răspunsuri greșite • **Solicită** elevilor **să stabilească** ce înseamnă mișcarea unui pendul corespunzătoare unei perioade (folosind un pendul) • **Solicită** elevilor **să găsească** o metodă de măsurare a perioadei unui pendul (folosind un pendul gravitațional), să noteze metoda, să precizeze o formulă cu ajutorul căreia ar putea calcula perioada pendulului • **Corectează** eventualele răspunsuri greșite • **Formulează** o concluzie și **notează** relația de definiție a perioadei unei vibrații (mișcări oscilatorii**): T=t/N** unde t este timpul în care se produc N oscilații complete. • Propune următorul exercițiu: Calculați perioada unei oscilații dacă în timp de 25 de secunde se produc 100 de oscilații! • Formulează o situație problemă: Pentru situația dată calculați o mărime fizică prin raportul dintre numărul de oscilații și timpul corespunzător. Puteți găsi o denumire pentru mărimea respectivă? • **Propune** denumirea mărimii (frecvență de oscilație) (în cazul în care elevii nu găsesc răspunsul adecvat), **scrie** relația de definiție, **enunță** definiția și **precizează** notația curent utilizată pentru frecvență (ν). • **Propune** elevilor **să producă** diferite sunete cu ajutorul mai multor surse de sunet și **să găsească moduri de a le clasifica.** • **Orientează** răspunsurile elevilor propunând elevilor două atribute: *Sunete groase – sunete joase sau sunete subțiri (ascuțite) – sunete înalte.* • **Formulează** următorul enunț: Clasificarea sunetelor se poate face **după frecvență** în ***sunete***	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă) • **Argumentează** (în caiet) și **comunică răspunsurile** în clasă – perioada reprezintă un interval de timp – de aceea se măsoară în secunde • Elevii **exemplifică** ce înseamnă mișcarea unui pendul corespunzătoare unei perioade (folosind un pendul). • Elevii **propun metoda** de măsurare a perioadei pendulului, **notează metoda** (precizează ce măsurători trebuie să facă, ce înregistrează și **propun o formulă** de calcul pentru perioada pendulului). **Comunică** răspunsurile colegilor din clasă. • Elevii **notează** relația de definiție și unitatea de măsură pentru perioadă. • Elevii **calculează** perioada mișcării folosind relația de definiție și **comunică** răspunsul colegilor. • Elevii calculează mărimea propusă. Formulează răspunsuri pentru găsirea denumirii mărimii și comunică răspunsul colegilor. • Elevii **notează** formula de definiție, unitatea de măsură și enunțul definiției. • **Produc** sunete cu ajutorul diferitelor surse. **Propun criterii** de clasificare. • **Reclasifică** sunetele după criteriile propuse.

joase şi ***sunete înalte.*** Ce sunete emite o soprană (voce feminină) respectiv un bas (voce masculină)? *Frecvența sunetului produs de coardele vocale ale unui bas este de 80Hz, iar o soprană poate produce sunete cu frecvența de peste 1500 Hz.* **Calculați** perioada sunetelor produce de vocea unui bas și a unei soprane.	• Clasifică sunetele emise de soprană şi bas.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile şi constatările de până acum; 2. Fixați cu mâna un capăt al unei rigle subțiri din plastic pe suprafața mesei, modificând lungimea riglei fixată pe masă. Comparați înălțimea sunetelor. Puteți da o explicație fenomenelor observate.(legați înălțimea sunetului de frecvența de oscilație a riglei în diferitele cazuri)	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: desen, demonstraţii etc.).

Tipuri de produse ale activităţii elevilor: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.
Protocolul de evaluare priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2 Propagarea sunetului

Subtitlu: Noi oamenii auzim sunetele prin aer. Dar cum comunică balenele? De ce vedem întâi fulgerul şi apoi auzim tunetul? De ce nu auzim sunetele la orice distanță?	
Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constatat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să**	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru

sintetizeze şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *„Sunetul produs de un avion cu reacţie se poate auzi de la distanţe mari?" Puteţi explica? Găsiţi şi alte exemple!* • **Solicită** elevilor ipoteze privind modul în care sunetul poate ajunge la distanţe aşa de mari;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete); Pentru a explica situaţia propusă elevii vor folosi probabil expresii de tipul: sunetul călătoreşte, se deplasează, parcurge, se mişcă.....
• **Consemnează** situaţiile cele mai edificatoare în contextul subiectului tratat şi **solicită** elevilor notarea lor în caiet: *Tunetul este „emis" de fulgerul care se produce la mare distanţă de noi.* *Punând urechea pe calea ferată sunetul trenului se aude chiar dacă acesta este foarte departe de noi şi nu îl vedem (situaţie ipotetică).* *Balenele pot comunica prin apă la distanţe foarte mari.* ***Puteţi explica?*** Propune următoarea situaţie problemă: Ştim că o explozie produsă în aer emite un sunet puternic pe care îl auzim de la distanţă. Din cele auzite la diferite emisiuni de televiziune sau radio pe Soare se produc „ Explozii solare" foarte puternice. Cum de nu auzim aceste explozii solare? • **Formulează enunţul:** ***Pentru ca sunetul să se propage este nevoie de un mediu material. Sunetul nu se propagă prin vid.*** • Propune elevilor şi realizează un experiment pentru verificarea ipotezei de mai sus folosind clopotul de sticlă pentru vid, o sonerie electrică, o pompă de vid, baterie electrică şi fire de legătură.	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): **Elevii pot formula răspunsul aşteptat sub forma:** *este nevoie de aer, apă sau un alt corp pentru ca sunetul să străbată distanţa dintre sursă şi observator* • **Formulează** ipotezele consemnându-le în caiet şi apoi **comunică răspunsurile** în clasă: - Pot evoca distanţa foarte mare la care este Soarele, etc. - Pot evoca faptul că în afara atmosferei nu este aer (ci vid)
• **Propune spre discuţie următorul enunţ:** ***Toate mediile (gazoase, lichide , solide) permit propagarea sunetului. Puteţi exemplifica?*** • **Reformulează enunţul ca o concluzie** şi solicită notarea în caiet	• **Elevii propun exemple** din experienţele proprii, le consemnează în caiet şi le prezintă colegilor. • **Consemnează concluzia**
• **Propune elevilor următorul experiment**: Un elev din banca din faţa clasei să vorbească încet. Elevii ceilalţi să precizeze dacă îl aud „suficient de tare" sau nu îl aud. **Solicită** elevilor să dea o explicaţie observaţiilor pe care le fac. • **Corectează** eventualele răspunsuri eronate şi propune următoarea formulare: *Cu cât ne aflăm mai departe de sursa sonoră, sunetul pe care îl auzim este mai slab, el fiind* ***atenuat*** *în timpul propagării.* *Puteţi găsi alte formulări în locul cuvântului* ***atenuat,*** *care să vă sugereze mai bine fenomenul?* • **Defineşte** (operaţional) izolatorul fonic: *Un mediu care atenuează mai mult sunetele se numeşte* ***izolator fonic (sonor)*** ***Daţi exemple*** *de materiale izolatoare fonice şi*	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): Observaţia experimentală posibilă consemnată de elevi: *Elevul cel mai îndepărtat de elevul care vorbeşte aude cel mai slab sunetul. Elevul aflat cel mai aproape aude cel mai bine sunetul.* Pentru explicaţia situaţiei elevii pot folosi expresii de forma: sunetul se împrăştie în toate direcţiile, aerul opreşte sunetul, etc. • **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *Scade tăria (intensitatea) sunetului* • Consemnează definiţia izolatorului fonic. • Dau exemple de izolatori fonici şi de aplicaţii ale acestora

de situații în care sunt utilizate .	
• Propune următorul enunț: În timpul unei furtuni vedem mai întâi fulgerul și apoi auzim tunetul. De ce? • Orientează răspunsul elevilor prin întrebarea: *„Cum este viteza de propagare a sunetului în aer comparativ cu viteza de propagare a luminii?* • Prezintă un tabel cu vitezele de propagare a sunetului în diferite medii. Propune elevilor să analizeze datele din tabel și să precizeze factorii de care depinde viteza de propagare a sunetului.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *Viteza de propagare a sunetului în aer este mai mică decât viteza de propagare a luminii deoarece sunetul ajunge la observator după ce ajunge lumina, dar amândouă au parcurs același drum prin aer.*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): 1. Cum explicați faptul că sunetul de la un tren care merge pe o șină de cale ferată foarte lungă se aude întâi în șină și apoi în aer? 2. Ce înțelegeți prin avioane supersonice? Cum auzim sunetul de la un astfel de avion? • Discută cu elevii temele posibile pentru elaborarea unui proiect.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații etc.).

Secvența a III-a. Reflecție-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului inductiv; de formare a priceperilor și deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învățat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiții/ reguli de rezolvare/ instrucțiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple și contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 3 . Cum se propagă sunetul într-un mediu?

Subtitlu: există vreo asemănare/ deosebire între deplasarea valurilor pe apă, mișcarea spirelor resortului curcubeu și propagarea sunetului?	
Rolul profesorului	**Sarcini de învățare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activității de învățare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-ați gândit? Ce ați constatat? Ce noutăți ați aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleași secvențe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** și **cere elevilor** să prezinte rezultatele obținute; **stimulează elevii să sintetizeze** și **să** evalueze informațiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoștințele anterioare* ale elevilor, *preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice*, *nevoile de cunoaștere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizați în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informațiile culese, dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul și obiectivele lecției): În timpul propagării sunetului prin aer, sau alt mediu nu observăm vizual nici un fenomen deosebit. Cum se propagă sunetul dacă știm că acesta este produs prin vibrația sursei de sunet? Puteți explica?	• **Formulează** ipotezele lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete); - Posibilă explicație: în timpul vibrației sursei aceasta acționează asupra aerului din încăpere și transmite mișcarea acestuia.

• **Propune elevilor următorul experiment:** - *să observe ce se întâmplă cu un resort întins atunci când comprimăm câteva spire de la capătul lui și apoi le lăsăm libere;* - *să explice fenomenele observate;* •**Propune** elevilor să găsească o denumire acestui fenomen de „propagare a vibrației" prin resort. • Reface experimentul și solicită observarea vitezei de propagare a „undei" de-a lungul resortului. • Solicită observarea stării fiecărei spire după ce „unda a trecut" de respectiva spiră. • Reface experimentul și determină capătul resortului să oscileze rar cu o anumită frecvență și solicită elevii să observe cu ce frecvență oscilează spirele în raport cu capătul acționat.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): Observații posibile: 1. spirele inițial comprimate, lăsate libere vibrează: 2. Vibrația se transmite prin interacțiune spirelor apropiate și așa mai departe, până la capătul resortului. • Elevii propun diferite denumiri. (Undă) • Elevii fac aprecieri: - vitezei de propagare a „undei" – viteza este constantă; - fiecare spiră revine la starea inițială (deci nu se dislocă) - fiecare spiră oscilează cu aceeași frecvență cu a capătului.
• **Formulează** enunțul de mai jos**, solicită** ca elevii **să** îl **noteze** în caiet și **să completeze** spațiile sau să aleagă expresiile corecte (pentru porțiunile din text colorate): *După ce au fost comprimate, lăsate libere, spirele resortului ..... Vibrația primelor spire se transmite spirelor ..... și „semnalul inițial" se ..... de-a lungul resortului, sub formă de ..... Această propagare are loc din aproape în aproape/ la distanță, cu/ fără transport de substanță. Perioada de vibrație a fiecărei spire este egală/ este diferită de perioada „semnalului inițial"* • **Propune următoarea situație**: Sursa sonoră este un difuzor care produce a) un sunet scurt; b) apoi produce un sunet mai lung. **Solicită** elevilor să formuleze un enunț asemănător **(să facă o analogie)** cu cel anterior folosind termeni care se referă la noua situație și la propagarea sunetului în aer. • Corectează greșelile de interpretare și exprimare	• **Completează** *textul şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):* • **Reformulează** textul făcând referire la propagarea sunetului. Formularea corectă și completă ar trebui să se apropie de următoarea formulare: *Vibrația sursei sonore produce comprimarea aerului din imediata sa vecinătate. Această comprimare se transmite aerului din stratul alăturat, iar aerul din stratul inițial se destinde. Astfel, sunetul se propagă, din aproape în aproape, sub formă de unde sonore. Propagarea sunetului se face cu viteză constantă, fără ca aerul să se deplaseze. Fiecare strat de aer vibrează (se comprimă și se destinde) cu frecvența egală cu a sursei sonore.*
• **Extinde activitatea elevilor** ca temă pentru acasă), cerându-le să argumenteze, de exemplu: 1.Într-o sală de clasă, având bănci și mobilier auzim bine și distinct sunetele (de exemplu cele provocate prin vorbitul profesorului). Dacă scoatem mobilierul din clasă și aceasta este complet goală (chiar dacă închidem ochii) avem senzația că sala e goală. Puteți da o explicație? 2. Dacă ne aflăm în curtea foarte largă a școlii (fără clădiri în jurul nostru) și vorbim normal de tare vom fi auziți la 20-25 metri relativ bine, dar la distanță mai mare vom fi auziți mai slab. Pe un culoar de aceeași lungime și chiar de lungime mai mare, îngust și cu pereții netezi vom fi auziți la distanțe mai mari. Puteți explica? 3. Într-un amfiteatru roman, sau grecesc din antichitate și cea mai slabă șoaptă emisă pe scenă poate fi auzită bine până în ultimul rând. (de ce nu se aude ecou?) 4. Într-o chei (geografic) de râu (înconjurat de dealuri golașe sau munți se formează „Ecoul". Puteți explica? Într-o cameră mică nu se aude	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații etc.). Temele propuse pentru rezolvare acasă pot constitui proiecte pentru secvența de „Transfer"

ecou. De ce? În sălile catedralelor mari nu se aude ecoul. De ce? 5. Propune elevilor o temă de proiect realizarea unui „ telefon mecanic” cu materiale foarte la îndemână) (fără nici o componentă electrică sau electronică) 6. Percepem sunetul cu ajutorul urechii. Cum funcționează urechea? Cum aud delfinii, liliecii, elefanții sau balenele?	

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4. Percepția sunetului. Alcătuirea urechii

Subtitlu: Într-o lume de sunete acestea ar fi total inutile dacă nu ar exista cine să le audă.	
Rolul profesorului	**Sarcini de învățare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constatat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Producerea sunetelor de către sursele sonore se explică prin vibrația părților componente ale surselor. Propagarea sunetelor prin medii se explică prin vibrația și transmiterea vibrației din aproape în aproape prin mediu. Cum explicăm recepția sunetelor de către om sau animale?	
• Revine cu întrebarea: Cum auzim? • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat • Propune următoarea situație: Și oamenii „surzi” au urechi dar nu aud. Atunci care poate fi explicația faptului că auzim?	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): Răspuns: Percepem sunetele cu urechile. • **Formulează** răspunsuri şi apoi le comunică în clasă.
• **Propune** elevilor care au studiat „Alcătuirea urechii umane” să prezinte proiectul lor (prezentare Power Point)	• Prezentarea trebuie să cuprindă următoarele: • Stabilirea existenței a două fenomene distincte - Recepția sunetului - Percepția sunetului Prima echipă prezintă: •Alcătuirea urechii (prezentarea construcției urechii) elementele constructive. A doua echipă prezintă: • Funcționarea urechii (schema funcționării urechii)

	A treia echipă prezintă: • Sensibilitatea urechii - Domeniul de frecvențe ale sunetului perceput de urechea umană normală și clasificarea sunetelor în cele trei categorii: infrasunete, sunete (audibile), ultrasunete.
• **Intervine** doar atunci când explicația elevilor nu este clară sau echipa care face prezentarea nu poate răspunde corect sau clar întrebărilor sau nedumeririlor colegilor. Mediază relația dintre echipele ce realizează prezentarea și auditor.	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor realizarea „telefonului mecanic” și realizarea unui „manual de funcționare” propunând materiale de utilizat: papiotă de ață (ceva mai rezistentă), fire subțiri de sârmă mai lungi (destul de rezistente), cutii de chibrituri, cutii de conserve (atenție la marginile tăioase ale cutiilor), patent, cui, ciocănel, lipici , folii, coli de hârtie, foarfecă.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.(Activitate de cerc – cu desfășurare în afara lecției de clasă din cauza multitudinii și complexității temelor)

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5. Aplicații ale fenomenelor sonore

Subtitlu: Foarte multe din activitățile noastre sunt legate de percepția sunetului. Oare ne dăm seama de cât de important este sunetul pentru noi?	
Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul și obiectivele lecției):solicită grupelor de elevi să respecte o succesiune de prezentare a proiectelor, portofoliilor prezentate în fața colectivului clasei prin care să urmărească o succesiune logică a cunoștințelor. Cere elevilor concizie în prezentare, dinamism.....	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă;
• În urma prezentării lucrărilor, proiectelor	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate,

sintetizează cu ajutorul elevilor următoarele informații pe care le notează și solicită consemnarea lor în caiete: - Funcționarea instrumentelor muzicale; - Acustica și arhitectura - Aparatele de înregistrare și redare a sunetului: patefonul, gramofonul - Infrasunetele. Aplicații - Ultrasunete. Aplicații - Poluarea sonoră - Telefonul mecanic (proiect propus)	realizează împreună cu profesorul sintetizarea cunoștințelor esențiale de reținut privind motoarele termice.
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[14];	• Evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competențele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acțiuni colective în afara clasei, legătura noțiunilor însușite în cadrul unității de învățare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ***Îşi propun să expună** produsele realizate în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale, să informeze factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele.*

Bibliografie:

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ș.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iași 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învățarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.html
(6)Doina Turcitu ș.a., Manual de fizică, clasa a 7-a, Editura Radical, 2007.Capitolul 7. Sunetul.
(7) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

[14] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

17. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
18. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
19. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
20. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:VII.11.1
Fenomene termice

sau

„Molecula mică împinge „carul mare” (automobilul, trenul, vaporul)

sau

Ce trebuie să știu despre funcționarea unui motor termic?

Stănculescu Ana şi Stănculescu Sorin

Clasa: a VII-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 6

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Fenomene termice: 1.Difuzia. 2. Calorimetrie – căldura, temperatura. Coeficienţi calorici. Combustibili. Motoare termice. Randamentul motoarelor termice (Programa de fizică pentru clasa a VII-a).

Modelul de învăţare asociat: EXERCIŢIUL

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare – Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie – Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare – Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ș.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: *Corpurile sunt făcute din molecule? Ce experimente ar trebui să fac pentru a mă convinge că răspunsul este adevărat?* Pe parcurs gândirea elevilor evoluează către aplicaţii ale fenomenelor termice – motoarele termice*: Un motor nu trebuie să aibă dimensiuni mari pentru a avea randament mare de funcționare.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare (partea I – Difuzia)

Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1 – Difuzia.

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a**	

prelegerii; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constatat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
Partea I. Difuzia (Subtitlu: De ce dacă deschizi o sticlă de parfum după un timp simți mirosul în toată încăperea?)	
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): Stabileşte relaţia conceptului de difuzie cu tema unităţii de învăţare (fenomene termice), o situaţie problemă edificatoare etc.); *Corpurile sunt făcute din molecule? Ce experimente ar trebui să fac pentru a mă convinge că răspunsul este adevărat?* • Prezintă un experiment edificator (un vas cu două compartimente din care unul cu apă curată și celălalt cu apă colorată cu cerneală și care comunică printr-un orificiu); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* **Solicită** elevilor încadrarea fenomenului de difuzie observat într-o clasă de fenomene fizice dintr-o listă (fenomene mecanice, termice, electrice, etc. **) și cere argumentarea** alegerii în baza cunoștințelor elevilor de la acest moment; norme de protecția muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii proprii, fenomene asemănătoare celui prezentat (din experiența proprie) **comunică răspunsurile** în clasă;
• **Comunică scopul prelegerii**: definirea și caracterizarea fenomenului de difuzie și **cere elevilor să observe să caracterizeze fenomenul observat (macroscopic)** – *Se schimbă, în timp, culoarea lichidelor din cele două compartimente?* **Solicită** elevilor să formuleze o ipoteză pentru explicarea fenomenului observat	• **Evocă** aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): culoarea lichidelor din cele două compartimente se schimbă în timp; devine treptat mai puțin intensă în compartimentul care conținea lichidul colorat și se intensifică treptat în celălalt compartiment până la uniformizarea culorii; • **Formulează** o ipoteză pentru explicarea fenomenului (o notează pe caiet) și **comunică răspunsul** în clasă
• **Face precizări** referitoare la structura (moleculară a) corpurilor sub forma unui enunț eliptic și solicită elevilor să completeze spațiile libere (Copiază pe caiet și completează) *– Toate corpurile sunt alcătuite din ..... și pot fi divizate în particule mici care păstrează unele din proprietățile substanței din care provin, numite....., particule aflate în continuă ..... dezordonată.* **Dirijează și corectează** eventualele răspunsuri eronate	• **Elevii copiază** textul propus făcând completările spațiilor (în caietele lor) și apoi **comunică răspunsurile** în clasă *– Toate corpurile sunt alcătuite din **substanțe** și pot fi divizate în particule mici care păstrează unele din proprietățile substanței din care provin, numite **molecule**., particule aflate în continuă **mișcare**. dezordonată.*
• **Definește (operațional)** fenomenul de difuzie: *Fenomenul de pătrundere a moleculelor unui corp printre moleculele altui corp, fără intervenția unei forțe exterioare* **Cere elevilor** să interpreteze definiția difuziei pentru încă unul din fenomenele precizate de ei	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă)
• **Formulează** enunțul: *Fenomenul de difuzie apare în toate stările de agregare ale corpurilor.* • **Solicită** elevilor exemple care să confirme enunțul anterior	• **Formulează** (în perechi) exemplele lor pentru diferitele stări de agregare (le notează în caiet) și **comunică răspunsurile** în clasă
• **Formulează** un enunț problemă pentru care prin alegerea variantei corecte elevii vor **stabili** unele caracteristici ale fenomenului de difuzie: *Difuzia se produce prin mișcarea moleculelor. Deoarece spațiile intermoleculare la gaze sunt **mai mici/mai mari** decât la lichide difuzia gaz –*	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă) **Argumentează** (în caiet) și **comunică răspunsurile** în clasă **Consemnează** caracteristicile corecte ale difuziei

*gaz se produce **mai rapid/mai încet** decât difuzia lichid – lichid. Prin încălzirea corpurilor între care se produce difuzia, mișcarea moleculelor este mai rapidă și atunci difuzia se produce **mai rapid/ mai lent.*** **Solicită** elevilor **să argumenteze răspunsurile** **Corectează** eventualele răspunsuri greșite	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile şi constatările de până acum; 2. Explicați de ce două corpuri solide bine șlefuite, puse în contact, după un timp îndelungat (aproximativ 1 an) „se sudează" la suprafața de contact. Încălzind corpurile este mai scurt timpul în care acestea „se sudează"? Justificați răspunsul! 3.Dacă deschizi o sticlă de parfum se simte, după un timp mirosul în întreagă încăpere? Explică de ce!	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații etc.).

Secvența I. Evocare-anticipare (partea a II-a Temperatura)

Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); lecție de învățare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însușire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerințelor, planificarea mijloacelor şi etapelor și ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 2 – Temperatura.

Activitatea profesorului	**Sarcini de învățare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activității de învățare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-ați gândit? Ce ați constatat? Ce noutăți ați aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleași secvențe, partea a II-a, a III-a etc.	
Partea I. Temperatura (recapitulare) Subtitlu: Vreau să realizez un termometru – ce trebuie să știu și ce materiale am nevoie? Cum măsor temperatura unui corp?	
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): relația conceptului de temperatură cu tema unității de învățare (fenomene termice); • **Vizează** *cunoștințele anterioare* ale elevilor, *preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere*	
• **Comunică scopul prelegerii**: recapitularea cunoștințelor legate de temperatură, măsurarea temperaturii, termometru, scări de temperatură **Evocă** o situație în care corpurile sunt în contact termic: *„Nu este indicat să bem apă rece de la frigider. De aceea în pahar punem peste o cantitate de apă rece și o cantitate de apă mai caldă. Prin amestecarea celor două cantități de apă obținem apă potrivit de rece pentru a o putea bea"* Solicită elevilor să transcrie în caiet situația propusă	• **Transcriu** în caiet enunțul propus de profesor • **Formulează** o ipoteză pentru explicarea fenomenului (o notează pe caiet) și **comunică răspunsul** în clasă

Cere elevilor să formuleze o ipoteză asupra procesului care are loc **Formulează** enunțul: *Două corpuri cu stări de încălzire diferite aflate în contact termic interacționează.*	
• **Revine asupra exemplului și dirijează gândirea elevilor** punând accentul pe cunoștințele de recapitulat: stare de încălzire, contact termic, echilibru termic, interacțiune termică **Solicită elevilor să sublinieze** în textul propus cuvintele sau grupurile de cuvinte care caracterizează stările de încălzire ale corpurilor și apoi să găsească un criteriu de ordonare și să ordoneze stările de încălzire ale corpurilor Reformulează ideea că prin contactul termic a două corpuri cu stări de încălzire diferite acestea își schimbă starea de încălzire, prin interacțiune	• **Subliniază** în textul propus cuvintele sau grupurile de cuvinte care caracterizează stările de încălzire ale corpurilor (în caietele lor) și apoi **comunică răspunsurile** în clasă • **Ordonează** stările de încălzire ale corpurilor de la „rece la cald”
• **Definește (operațional)** echilibrul termic: *Două corpuri în contact termic , după un timp, au **aceeași stare de încălzire** adică sunt la **echilibru termic.*** **Cere elevilor** să caracterizeze printr-un grup de cuvinte starea de încălzire a corpurilor la echilibru termic folosind în expresie noțiunile de cald sau rece.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă)
• **Solicită** elevilor să precizeze mărimea fizică care poate caracteriza starea de încălzire a unui corp (în baza cunoștințelor acumulate în clasa a VI-a) • **Corectează** eventualele răspunsuri eronate • **Formulează** enunțul: *Proprietății unui corp de a avea o anumită stare de încălzire i se asociază mărimea fizică scalară numită **temperatură**. Temperatura este deci o **mărime fizică de stare.*** •**Cere elevilor** consemnarea enunțului	• **Formulează** (în perechi) răspunsurile lor (le notează în caiet) și **comunică răspunsurile** în clasă • **Consemnează** enunțul în caiet
• **Solicită** precizarea unităților de măsură pentru temperatură • **Consemnează** numele corect al unităților de măsură și simbolurile Kelvin (K); grad Celsius (°C) , grad Fahrenheit (°F) • **Cere consemnarea** numelor și simbolurilor unităților de măsură pentru temperatură • **Precizează** relațiile de transformare între temperaturile exprimate în diferite unități de măsură $t(°F)= (9/5)\cdot t(°C)+32$ $T(K)= t(°C)+273,15$ • **Cere** elevilor să exprime temperatura dată în anumite unități în celelalte sisteme de măsurare: 1.Ce temperatură în (°F), respectiv K corespunde temperaturii de 0°C , etc. • **Corectează** împreună cu elevii eventualele răspunsuri eronate	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă) • **Consemnează** numele și simbolurile unităților de măsură pentru temperatură • **Folosesc** relațiile de transformare, **consemnează** în caiet răspunsurile și **comunică** răspunsurile lor
• **Solicită** elevilor precizarea instrumentului de măsură pentru temperatură • **Prezintă** un termometru cu mercur și **cere precizarea** părților componente ale termometrului cu mercur • **Solicită** elevilor realizarea unui desen schematic al termometrului cu mercur cu consemnarea	• **Formulează și comunică** răspunsurile în clasă • **Realizează** desenul termometrului cu mercur și precizează pe desen părțile componente

părţilor componente	
•**Distribuie** grupelor de elevi termometre cu mercur sau alcool şi vase cu apă şi solicită ca elevii să măsoare temperatura apei din vas. • **Solicită** elevilor precizarea modului cum se realizează măsurarea temperaturii cu termometrul cu mercur folosind un exemplu concret • **Formulează** principiul care stă la baza măsurării temperaturii şi solicită consemnarea corectă în caiet	• **Măsoară** temperatura (pe grupe) pentru apă din vasele la dispoziţie • **Consemnează** rezultatele în caiet • **Formulează** răspunsurile lor privind modul de realizarea a temperaturii şi **comunică** răspunsurile în clasă • **Consemnează** principiul ce stă la baza măsurării temperaturii
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[15] • Propune subiecte : Motoare termice – construcţia, funcţionarea, utilizarea, istoricul, etc.	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [16];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile şi constatările de până acum; • **Solicită** elevilor să studieze şi să dea răspunsuri următoarelor teme: 2. Punând o sticlă cu apă caldă în apa rece a unui lac de munte se modifică temperatura apei lacului? Dar a apei din sticlă? 3. Ce legătură există între situaţia de la tema 2. şi modul de măsurare a temperaturii cu un termometru? Puteţi trage o concluzie privind relaţia dintre masa termometrului şi masa corpului a cărui temperatură trebuie măsurată? 4. Cum se face etalonarea unui termometru în grade Celsius?	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

[15] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[16] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3 Căldura. Conductori şi izolatori

Subtitlu: Am lăsat în cana cu ceai fierbinte linguriţa metalică şi când am pus mâna pe ea m-am „ars". De ce oare nu am folosit o linguriţă de plastic?	
Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constatat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *„Pe timp de iarnă venim de afară avem mâinile înghețate. Cum ne putem încălzi mâinile?"* • **Solicită** elevilor ipoteze privind cauze ale modificarea stării de încălzire a unui corp;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Consemnează** situaţiile cele mai edificatoare în contextul subiectului tratat şi **solicită** elevilor notarea lor în caiet: 1. *Îți poți încălzi mâinile frecându-le deoarece forța de frecare efectuează lucru mecanic care se transformă în* ***căldură primită de mâini.(Ce se întâmplă cu starea de încălzire a celor două mâini una față de altă?*** 2. *Pui mâinile în contact termic cu un corp cald de la care* ***primesc căldură. (Ce se întâmplă cu starea de încălzire a mâinilor și corpului cu care au fost aduse în contact?)*** • **Formulează enunţul:** *Corpurile îşi pot modifica starea de încălzire şi* ***cedând căldură.*** Dați exemple.	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete) • **Dau exemple** consemnându-le în caiet şi apoi **comunică răspunsurile** în clasă
• **Formulează** un enunț prin care **sugerează** faptul că noțiunile de *temperatură și căldură* au semnificații diferite: • **Solicită completarea** enunțului* : *Prin contactul termic dintre două corpuri, temperatura corpului ..... care cedează căldură ....., iar a corpului ..... care primește căldură .....* • **Formulează concluzia** şi solicită notarea în caiet:	• **Completează** enunțul şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *Prin contactul termic dintre două corpuri, temperatura corpului* ***mai cald*** *care cedează căldură* ***scade****, iar a corpului* ***mai rece*** *care primește căldură crește.* • **Consemnează** concluziile și unitățile de măsură

*Trecerea unui corp dintr-o stare de încălzire în altă stare de încălzire, în urma contactului termic cu un alt corp este caracterizată de mărimea fizică numită **CĂLDURĂ** (notată **Q**).* *Căldura este o **mărime** fizică **de proces.*** • **Precizează unitatea** de măsură în S.I. pentru căldură: joule (J). $<Q>_{SI}$=J • **Precizează o unitate** de măsură pentru căldură foarte utilizată în practică: **caloria (cal)** și relația de conversie între calorie și joule: 1 cal = 4,18J. • Verifică dacă elevii sunt capabili să dea exemple de corpuri care , interacționând , își modifică starea de încălzire	
• **Solicită** elevilor găsirea deosebirilor dintre temperatură și căldură (face trimitere la enunțul de mai sus* și la informațiile din lecția cu temperatura ca suport) • **Corectează** eventualele răspunsuri eronate	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - ***Temperatura – mărime de stare*** care caracterizează starea de încălzire a corpului, unitate – gradul - ***Căldura – mărime de proces*** – unitate SI – joule
• **Pune la dispoziție elevilor pahare cu apă fierbinte, vergele de aluminiu și de plastic și propune elevilor următorul experiment privind conducția termică a unor corpuri**: *Într-un pahar în care se află apă fierbinte introdu o vergea de aluminiu și una de plastic! Care dintre cele două vergele se încălzește la capătul rămas afară?* • **Solicită** completarea următorului text : *Vergeaua de ..... este un **conductor termic**, iar vergeaua de este **izolator termic.*** • **Solicită** clasificarea corpurilor din punct de vedere al conducției termice: • **Definește** (operațional) izolatorul termic: *Un corp care interacționează termic foarte lent cu mediul exterior se numește **izolator termic.*** • Solicită definirea (operațională) a ***conductorului termic.***	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): d) *Vergeaua de aluminiu **se încălzește** până la capătul rămas afară;* *e) Vergeaua de plastic **nu se încălzește** la capătul rămas afară;* • **Completează** textul pe caiet şi **comunică răspunsurile lor;** • **Clasifică,** din punctul de vedere al conducției termice, corpurile în cele două categorii: **conductor termic** şi **izolator termic;** • **Definesc conductorul termic**
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să găsească o listă de izolatoare termice și una de conductoare termice și aplicații ale acestor materiale în care sunt implicate proprietățile termice ale lor.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații etc.).

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4 Calorimetrie. Coeficienți calorici

Subtitlu	
Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**:	

comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constatat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): definiţii operaţionale ale coeficienţilor calorici; măsurarea căldurii specifice; *Care sunt factorii de care depinde căldura primită sau cedată de un corp într-o interacţiune termică?* norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Prezintă elevilor un calorimetru şi cere elevilor**: k) să observe, să denumească şi să consemneze părţile componente ale calorimetrului; l) să emită o ipoteză asupra utilizării acestuia şi a principiului pe care se bazează această utilizare; • Formulează precizarea privind utilizarea calorimetrului: *O bună izolare termică se poate realiza cu ajutorul calorimetrului.* ***Puteţi explica?***	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *k)* ***denumesc*** *părţile componente ale calorimetrului* l) ***consemnează*** *în caiet părţile componente ale calorimetrului*; m) ***emit ipoteze*** *asupra utilizării şi asupra principiului care stă la baza acestei utilizări*; • **Formulează** ipotezele şi comunică răspunsurile lor.
• **Formulează** enunţul de mai jos**, solicită** ca elevii **să** îl **noteze** în caiet şi **să completeze** spaţiile: *Dacă în calorimetru se introduc două corpuri cu temperaturi diferite, în procesul de realizare a echilibrului termic, căldura ..... (Q....) de corpul cu temperatură mai mare este egală cu căldura ..... (Q.....) de corpul cu temperatură mai mică.* *Interacţiunea termică dintre cele două corpuri este descrisă de* ***ecuaţia calorimetrică:*** $Q_{.....} = Q_{.....}$ Acesta este principiul care explică utilizarea calorimetrului. • Defineşte **calorimetria:** Calorimetria este capitolul fizicii care se ocupă cu studiul căldurii primite sau cedate de un corp.	• **Completează** *textul şi* ***comunică răspunsurile*** *în clasă (notate pe caiete):* *Dacă în calorimetru se introduc două corpuri cu temperaturi diferite, în procesul de realizare a echilibrului termic, căldura* ***cedată*** *(Q_{cedat}) de corpul cu temperatură mai mare este egală cu căldura* ***primită*** *(Q_{primit}) de corpul cu temperatură mai mică.* *Interacţiunea termică dintre cele două corpuri este descrisă de* ***ecuaţia calorimetrică:*** $Q_{cedat} = Q_{primit}$ Acesta este principiul care explică utilizarea calorimetrului.
• **Defineşte** coeficienţii calorici. • **Enumeră** coeficienţii calorici care vor fi studiaţi: **căldura specifică** şi **capacitatea calorică.** • **Prezintă** un tabel (vezi manual de clasa a VII-a, Doina Turcitu şi alţii, editura Radical 2007, pagina 88), în care sunt trecuţi factorii de care depinde variaţia temperaturii unui corp care primeşte căldură şi experimentele care se pot efectua în acest scop. • **Solicită elevilor** ***să analizeze*** **tabelul şi** ***să evidenţieze*** **dependenţele dintre variaţia de temperatură a corpului şi factorii prezenţi în**	• **Notează** tabelul în caiet • **Analizează** informaţiile din tabel • ***Formulează*** *constatările/ ipotezele lor şi* ***comunică răspunsurile*** *în clasă (notate pe caiete);*

prima coloană a tabelului. • **Solicită** elevilor să completeze următorul text care constituie concluzia analizei informațiilor din tabel: *Variația temperaturii unui corp este ..... proporțională cu căldura primită (Q), ... proporțională cu masa corpului (m) și depinde de ..... corpului.* • **Solicită** scrierea unei relații de legătură între Δt, Q și m • **Solicită** interpretarea semnificației constantei „c" în corelație cu factorii din prima coloană a tabelului; • **Denumește** constanta „c" – căldură specifică • Solicită scrierea relației de calcul a căldurii primite (cedate) de un corp $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$ • **Definește** căldura specifică, **scrie** relația de definiție și **precizează** unitatea de măsură. • **Analizează** împreună cu elevii tabelul din manual cu căldurile specifice ale diferitelor substanțe. • **Solicită** compararea valorilor căldurilor specifice ale substanțelor solide și lichide*	• **Completează** textul și **comunică** răspunsurile lor: *Variația temperaturii unui corp este **direct** proporțională cu căldura primită (Q), **invers** proporțională cu masa corpului (m) și depinde de **natura** corpului.* • Notează relația de legătură solicitată (conform modului în care interpretează dependențele deduse): Δt = c·(Q / m) unde c este o constantă de proporționalitate. • ***Formulează** constatările/ ipotezele lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);* -Constanta „c" trebuie să fie dependentă de natura (substanței) corpului. Observă că substanțele au valorile căldurilor specifice cuprinse în clase de valori în funcție de starea de agregare: $c_{solid} < c_{lichid}$ * (facultativ)
• **Propune** următoarea situație problemă: *Este posibil ca două corpuri diferite să își modifice temperatura cu același număr de grade pentru aceeași căldură primită? Ce se poate spune despre acestea?* • **Denumește** capacitate calorică a corpului mărimea definită prin raportul $Q/\Delta t=C$ • **Precizează** unitatea de măsură a capacității calorice a unui corp (J/K)	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *Trebuie să observe că este posibil cu condiția* $m_1 \cdot c_1 = m_2 \cdot c_2 = Q/\Delta t$ = *același pentru ambele corpuri*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să argumenteze, de exemplu: 1.Pune 200ml de apă rece într-un calorimetru și măsoară temperatura inițială a apei. Încălzește o bilă metalică la flacăra unei spirtiere și introdu-o în calorimetru. Citește indicația termometrului din jumătate în jumătate de minut, până când temperatura rămâne constantă. Notează datele din tabel și reprezintă graficul temperaturii în funcție de timp, în procesul de încălzire a apei din calorimetru.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații etc.).

Secvența a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producere le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 5 . Măsurarea căldurii specifice. Combustibili

<table>
<tr><th>Rolul profesorului</th><th>Sarcini de învăţare
Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Metoda de organizare a activităţii de învăţare: prelegere intensificată. 1. Activitatea pregătitoare: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; 2. Partea I a prelegerii; 3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor: La ce v-aţi gândit? Ce aţi constatat? Ce noutăţi aţi aflat?; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.</td></tr>
<tr><td>• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate, să distingă reguli/ patern-uri în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, să prezinte rezultatele;</td><td>• Organizaţi în grupe, prezintă în clasă rapoarte de autoevaluare şi evocă dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.
Din studierea graficului temperaturii în funcție de timp rezultă o creștere liniară a temperaturii în timp. Observația se poate utiliza ca regulă și în alte situații</td></tr>
<tr><td>• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul şi obiectivele lecţiei)(partea I): utilizarea expresiilor căldurii primite (cedate) și a ecuației calorimetrice pentru măsurarea căldurii specifice.</td><td></td></tr>
<tr><td>• Vizează cunoştinţele anterioare ale elevilor, preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);</td><td>• Evocă observaţii, experienţe şi comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete):</td></tr>
<tr><td>• Propune elevilor un experiment pentru măsurarea căldurii specifice (Doina Turcitu ș.a., Manual de fizică pentru clasa a VII-a, Ed. Radical, 2007 pag 89);
• Distribuie elevilor materiale pentru experiment: Pahar Berzelius, spirtieră, termometru, suport, calorimetru, corp metalic, balanță, mase marcate
• Distribuie fișa de lucru care conține principiul experimentului și cerințele</td><td>Efectuează experimentul şi formulează concluzii.
Precizează sursele de erori.</td></tr>
<tr><td>• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul şi obiectivele lecţiei)(partea II): Definirea combustibililor, puterea calorică.
• Solicită elevilor exemple de combustibili
• Solicită o definiție a combustibililor
• Corectează și completează definiția combustibililor</td><td>• Formulează răspunsurile dând exemple de combustibili, în caiet și le comunică în clasă;
• Formulează răspunsurile şi le comunică în clasă;
• Dau definiția combustibilului</td></tr>
<tr><td>• Solicită clasificarea combustibililor după starea de agregare:;
• Clasifică după modul de obținere naturali și artificiali
• Solicită completarea tabelului cu combustibili
<table>
<tr><td>Comb.</td><td>solid</td><td>lichid</td><td>Gazos</td><td>Natur.</td><td>Artif.</td></tr>
<tr><td>Lemn</td><td>*</td><td></td><td></td><td>*</td><td></td></tr>
<tr><td>Alcool</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Benzină</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cărbune</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Gaz metan</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Petrol</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Hidrogen</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Motorină</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td><td>• Completează tabelul privind clasificarea combustibililor</td></tr>
<tr><td>• Propune elevilor realizarea următorului</td><td>•Formulează răspunsurile lor şi le comunică în clasă;</td></tr>
</table>

experiment: ***Pune*** *în două vase identice mase egale de apă, cu aceeaşi temperatură iniţială (t_0). În două spirtiere* ***pune*** *alcool astfel încât $m_1=2m_2$.* ***Încălzeşte*** *apa din cele două vase la flacăra spirtierelor, până la arderea completă a alcoolului şi* ***măsoară*** *temperaturile finale ale apei, t_1 şi t_2.* ***Compară*** *variaţiile de temperatură ale apei din cele două vase.* ***Interpretează*** *rezultatul obţinut şi formulează o concluzie.* ***Repetă experimentul şi pune*** *în spirtieră mase egale de alcool şi petrol lampant.* ***Interpretează*** *rezultatul obţinut şi formulează o concluzie.* ***Notează*** *raportul Q/m=q şi denumeşte* ***q putere calorică.*** ***Formulează*** *definiţia puterii calorice a combustibilului şi precizează unitatea de măsură*	Q ~ m
• **Verifică** prin următoarele probleme dacă elevii au înţeles dependenţele dintre Q, m şi natura combustibilului (prin q) şi **fixează** cunoştinţele acumulate (Doina Turcitu ş.a. Manual clasa aVII-a, Ed. Radical, 2007): *1. În tabelul din manual sunt indicate puterile calorice pentru câţiva combustibili. Calculaţi ce volum de benzină trebuie ars complet pentru a degaja 91960 KJ, ştiind că $\rho_{benzină}$ = 800kg/m^3.* *2. Graficele căldurilor eliberate în timpul arderii, în funcţie de masele de combustibil ars, pentru două tipuri de combustibili, sunt reprezentate în figura (pag 90) Comparaţi puterile calorice ale celor doi combustibili. Justificaţi răspunsul !*	•**Formulează** răspunsurile lor şi le **comunică** în clasă;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: 1.**Informează- te** despre natura combustibililor utilizaţi în zona în care locuieşti, despre modul lor de păstrare şi utilizare. **Întocmeşte** un referat.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 6 Motoare termice

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;

(utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):solicită grupelor de elevi să respecte o succesiune de prezentare a proiectelor, portofoliilor prezentate în fața colectivului clasei prin care să urmărească o succesiune logică a cunoștințelor despre motoare termice: definirea motorului termic, clasificarea motoarelor termice, construcția și funcționarea motoarelor termice, evoluția motoarelor termice, aplicații interesante ale acestora	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă;
• În urma prezentării lucrărilor, proiectelor sintetizează cu ajutorul elevilor următoarele informații pe care le notează și solicită consemnarea lor în caiete: - Definiția motorului termic: - Căldura necesară funcționării unui motor termic se obține din arderea combustibilului; - Clasifică motoarele în motoare cu ardere externă și motoare cu ardere internă - Sintetizează funcționarea motorului cu aprindere prin scânteie; - Definește randamentul motorului termic	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, realizează împreună cu profesorul sintetizarea cunoștințelor esențiale de reținut privind motoarele termice.
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[17];	• Evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competențele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ****Îşi propun să expună*** *produsele realizate în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale, să informeze factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele*.

Bibliografie:

(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.html

[17] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

21. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
22. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
23. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
24. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

(6) Doina Turcitu ş.a., Manual de fizică, clasa a 7-a, Editura Radical, 2007.
(7) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

Unitatea de învăţare:VII.11.2
Fenomene termice, coeficienţi calorici.
„De ce dacă se pune într-un termos ceai fierbinte acesta este păstrat fierbinte multe ore? În schimb dacă se pune supă concentrată, aceasta se răceşte mult mai rapid. De ce?”

Stănculescu Ana şi Stănculescu Sorin

Clasa: a VII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **5**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Fenomene termice. Difuzie. Agitaţie termică. Căldură - temperatură. Calorimetrul. Calculul căldurii specifice a unei substanţe. Exemple de valori numerice de călduri specifice. Determinarea capacităţii calorice a unui corp. (Programa de fizică pentru clasa a VII-a).
Modelul de învăţare asociat: **Investigaţia ştiinţifică**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, şi anume: *„Puse în vase termos identice, ceaiul fierbinte şi supa vâscoasă fierbinte se răcesc diferit”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Cum influenţează relieful tipul climatului din diferitele zone ale Pământului”*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): apelează la exemple de fenomene deja studiate (difuzie, dilatare) pentru a încadra fenomenul într-un concept mai cuprinzător (fenomene termice); • **Evocă** noţiunile de stare de încălzire a corpurilor, temperatura, termometrul, contact termic, echilibru termic, scări de temperatură; • **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind fenomenele termice precizate schimbul de energie termică între corpuri în activitatea zilnică etc.; Difuzia cernelii în apă, a parfumului în aer, a fumului în aer se datorează agitaţiei termice a particulelor constituente ale substanţelor; Agitaţia termică a corpului poate caracteriza energia înmagazinată în „interiorul corpului” datorită mişcărilor particulelor constituente şi poate fi evaluată prin temperatura corpului; • **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu: „probabil că din cauza

clasă): „*De ce dacă se pune ceai fierbinte într-un termos acesta rămâne fierbinte multe ore? În schimb dacă punem în termos supă vâscoasă fierbinte aceasta se răceşte rapid. De ce?* şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat; • **Orientează gândirea elevilor către identificarea** proprietăţilor fizice (masă, volum, substanţe), a caracteristicilor recunoscute ale termosului pentru care disting ipotezele formulate, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* (utilizarea unor instrumente de măsură pentru măsurarea volumului, masei, temperaturii); • **Insistă** asupra faptului că pentru o măsurare corectă termometrul trebuie să aibă masă mult mai mică decât a corpului studiat; • **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; • **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este?”. Poate propune ca temă pentru acasă : Cum putem să ne încălzim mâinile; Ce se întâmplă cu starea de încălzire a laptelui dacă punem sticla cu lapte în frigider?	1.„compoziţiei” diferite supa şi ceaiul se răcesc în timpi diferiţi ; 2.„probabil că nu am pus cantităţi egale din cele două corpuri [în volum]”; 3.„probabil că piatra nu am pus cantităţi egale din cele două corpuri [în masă]”; 4.„probabil că nu a fost suficient de bine închis termosul în cazul când am pus supa”; • **Menţionează** *masa, volumul, materialul* (substanţa) şi **reformulează** ipotezele formulate anterior: „Termosul este un vas izolat termic (prin faptul că are perete dublu şi în spaţiul dintre pereţi este vid) care este utilizat pentru păstrarea corpurilor timp îndelungat la temperatura la care au fost introduse în vas” • **Elimină** ipoteza 4. – cea legată de utilizarea incorectă a termosului. • **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica răcirea diferită a corpurilor din termos (corpuri de mase, respectiv, volume egale, din substanţe diferite); se poate sugera experimentarea cu alte lichide decât cele date iniţial, pornind de la alte temperaturi iniţiale în fiecare experiment; • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe; • **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor; • **Efectuează tema pentru acasă** (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

<table>
<tr><th>Rolul profesorului</th><th>Sarcini de învăţare
Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):</th></tr>
<tr><td>• Stimulează elevii să evalueze informaţiile colectate acasă, la întrebările „Ce este?”. Verifică realizarea temei şi solicită ipotezele propuse de elevi în rezolvarea temei;</td><td>• Evaluează ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
Îşi „cizelează” împreună cu profesorul limbajul fizic utilizat pentru a explica modurile de schimbare a stării de încălzire a corpurilor rezultate din temă efectuată acasă – transfer (schimb) de căldură (ca mărime de proces)</td></tr>
<tr><td>• Oferă elevilor materiale pentru experimentare (vase identice din sticlă termorezistentă, apă, ulei, suporturi pentru vase, termometre ; cronometre, spirtiere cere elevilor să experimenteze (eventual, să verifice situaţiile rezultate din factorii variabili sau constanţi în experiment:
<table>
<tr><th>Factorul care se modifică</th><th>Factorii care nu se modifică</th><th colspan="2">Experimente (conţinutul experimentului)</th></tr>
<tr><td>Căldura primită de corp</td><td>Masa corpului şi Natura substanţei corpului</td><td>200g apă Încălzire timp de 2 minute</td><td>200g apă Încălzire timp de 4 minute</td></tr>
<tr><td>Masa corpului</td><td>Căldura primită de corp şi Natura substanţei corpului</td><td>200g apă Încălzire timp de 2 minute</td><td>100g apă Încălzire timp de 2 minute</td></tr>
<tr><td>Natura substanţei corpului</td><td>Căldura primită de corp şi Masa corpului</td><td>200g apă Încălzire timp de 2 minute</td><td>200g ulei Încălzire timp de 2 minute</td></tr>
</table></td><td>• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii în funcţie de criteriile date de tabel:
- observă comparativ starea de încălzire a lichidelor din vase, structura dispozitivului de încălzire, măsoară şi înregistrează: lichidul folosit, timpul de lucru, temperatura iniţială a lichidului, variaţia de temperatură;</td></tr>
<tr><td>• Cere elevilor să comunice observaţiile;</td><td>• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observaţiile privind încălzirea corpurilor:
-masele de apă egale încălzite timpi diferiţi îşi modifică temperatura diferit;
-masele de apă diferite încălzite timpi egali îşi modifică temperatura diferit;
-masele egale de ulei şi apă încălzite timpi egali îşi modifică temperatura diferit.
• Dacă şi-au încheiat activitatea, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare; se pot repeta experimentele pentru ulei şi apoi pentru alte lichide (neinflamabile)</td></tr>
<tr><td>• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, să conceapă experimente pentru a răspunde la un set de întrebări;</td><td>• Efectuează tema pentru acasă, ca răspunsuri la întrebări: 1.Cum se încălzesc ansambluri de corpuri de naturi diferite? 2.Cum caracterizăcontribuţia fiecărui corp la procesul de încălzire? 3.Putem caracteriza ansamblul printr-o mărime „specifică” ? 4. Cum vor fi timpii de încălzire a două mase egale de ulei şi apă, dacă le producem aceeaşi variaţie de temperatură? Propunere de verificare experimentală.</td></tr>
</table>

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** etapei de explorare şi cere elevilor să realizeze un tabel sumativ al rezultatelor grupelor; • **Invită** elevii să comunici ipotezele privind subiectul 4. din temă (dacă a fost realizat experimentul) •Pune la dispoziţie unei grupe de elevi într-un experiment demonstrativ (la catedră) materialele necesare verificării subiectului4.	• **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **reunesc într-un tabel comun** informaţiile ce caracterizează experimentele (adaugă la tabelul iniţial rubrici suplimentare - variaţia de temperatură pentru fiecare lichid în parte;
• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** cu ajutorul tabelului: - ce înseamnă timpi egali de încălzire în condiţii aproape identice din punct de vedere a transferului de căldură; - ce relaţii de dependenţă se stabilesc între variaţia de temperatură şi mărimile variabile în experimente	• **Constată** următoarele: - variaţia de temperatură este proporţională cu timpul de încălzire deci cu căldura primită pentru aceeaşi masă şi aceeaşi substanţă; - variaţia de temperatură a corpurile de mase diferite dar din aceeaşi substanţă este invers proporţională cu masa dacă sunt încălzite acelaşi timp – deci primesc aceeaşi căldură; - variaţia de temperatură poate fi aceeaşi pentru corpuri de mase egale din substanţe diferite dacă primesc călduri diferite (timpi de încălzire diferiţi)
• **Precizează** elevilor că există mărimi fizice măsurabile care fac legătura dintre căldura schimbată de corp cu corpurile înconjurătoare şi variaţia de temperatură; **denumeşte** aceste mărimi „coeficienţi calorici” şi **defineşte** coeficienţii calorici în general ; apoi **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *în termeni ai raportului dintre căldură şi produsul dintre masă şi variaţia de temperatură, să compare rapoartele pentru experimentele în care intervine apa ; apoi pentru experimentele în care intervine ulei şi între ele;* • **Denumeşte** raportul cerut *căldură specifică*, scrie formula şi precizează unitatea de măsură; • **Prezintă** un tabel cu călduri specifice ale diferitelor substanţe;	• **Reformulează constatările**, în termeni de călduri specifice: - corpurile din aceeaşi substanţă au aceeaşi căldură specifică -substanţele diferite au călduri specifice diferite; -căldura specifică este o caracteristică a substanţei, este o constantă de material şi este trecută într-un tabel de constante de material; • **Constată** că un corp cu masă mare poate avea totuşi o densitate mică; • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: corpurile realizate din amestecuri de substanţe (soluţii, aliaje) pot fi caracterizate prin căldura specifică medie a „substanţei” rezultate din amestec; • **Formulează relaţia** de calcul pentru căldura schimbată de un corp cu alte corpuri $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: „*De ce dacă se pune ceai fierbinte într-un termos acesta rămâne fierbinţi multe ore? În schimb dacă punem în termos supă vâscoasă fierbinte aceasta se răceşte rapid. De ce?* şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: corpurile îşi modifică mai rapid sau mai lent starea de încălzire în aceleaşi condiţii în funcţie de natura (compoziţia) lor dar şi în funcţie de masa lor
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt:	• **Efectuează tema pentru acasă**: 1. De ce ceaiul şi supa puse în termos se răcesc totuşi în timp ? 2. De ce apa , ceaiul şi cafeaua se răcesc cam în acelaşi timp? 3. Ce relaţie poate fi între căldura specifică a unui aliaj şi

	căldurile specifice ale metalelor componente? Etc.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Lecţia 4

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza concluziilor anterioare: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc. Oferă elevilor calorimetre, corpuri de diferite naturi (lichide şi solide) sisteme de încălzire, termometre, etc. pentru determinarea cât mai exactă a căldurilor specifice necunoscute ale corpurilor în funcţie de călduri specifice cunoscute; Precizează că metoda se numeşte calorimetrie	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: r) **observă** construcţia calorimetrului s) **şi optimizează** metodele de măsurare a căldurilor specifice ale unor corpuri din substanţe necunoscute folosind calorimetrul; t) **observă** asemănarea dintre calorimetru şi termos şi rolul calorimetrului de a izola corpurile din interiorul lui în raport cu mediul $Q_{ext}=0$; u) **sesizează** că schimbul de căldură are loc predominant între corpurile din interior - şi că este necesară ajungerea la echilibru termic; v) **Intuiesc** legea care permite descrierea schimbului de căldură între corpurile din calorimetru: $Q_{ced}=Q_{primit}$; w) **Explicitează** relaţia pentru cele două corpuri din calorimetru care interacţionează termic $m_{apă}c_{apă}\Delta t_{apă}= m_{corp}c_{corp}\Delta t_{corp}$ x) **calculează** căldura specifică necunoscută y) **analizează** şi **identifică** imperfecţiunile sistemului în realizarea unei determinări ideale – contribuţia calorimetrului la schimbul de căldură între corpuri
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 5

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Cere elevilor să utilizeze cunoştinţele acumulate** în studiul influenţei reliefului asupra evoluţiei temperaturii zonelor de pe pământ , să **realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) asupra mişcărilor de aer (brize) pe baza ecuaţiei calorimetrice, **să distingă/ clasifice** tipurile de climat în funcţie de relief • **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.; • **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	• Organizaţi în grupurile de lucru, elevii: - **culeg** informaţii privind climatul în diferitele zone de pe Pământ în funcţie de relief/ zonă - **analizează/compară** proprietăţile termice ale corpurilor în interacţiune.; - **justifică** necesitatea utilizării noţiunii de capacitate calorică pentru explicarea fenomenelor - **Definesc** capacitatea calorică $C = Q/\Delta t$ • **Realizează** un produs final **privind influenţele teritoriului/reliefului asupra condiţiilor climatice de pe glob** • **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie:

(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.html
(6) Doina Turcitu ş.a., Manual de fizică, clasa a 7-a, Editura Radical, 2007.
(7) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

GHID METODOLOGIC

PENTRU PREDAREA FIZICII

Clasa a VIII-a

Octombrie 2011

Ghidul a fost realizat in cadrul proiectului *Reforma curriculara a ştiinţelor exacte*, derulat de Societatea Academică din România în parteneriat cu Societatea Română de Fizică şi Romanian-American Foundation. La redactarea unităţilor de învăţare au lucrat profesori fizică din 6 judeţe – Arad, Caraş-Severin, Constanţa, Hunedoara, Iaşi şi Timiş.

Proiectul a fost finanţat de Romanian-American Foundation

.

Planificarea unităţilor de învăţare/ repartizarea conţinuturilor pe unităţi de învăţare la clasa a VIII-a

Nr. crt.	Titlul unităţii de învăţare	Conţinuturi	Nr. ore	Autori
1.	**Fenomene termice. Căldura. Transferul căldurii**	**Introducere** **I. Fenomene termice** **1. Căldura.** Agitaţia termică. Căldura. *Coeficienţi calorici*. *Fenomene de transfer a căldurii* (conducţia, convecţia, radiaţia).	**7**	Carmen Mariana Rus (Sc. Gen. „T.Vladimirescu", Arad)
		Evaluare	**1**	
2.	**Fenomene termice. Schimbarea stării de agregare**	**2. Schimbarea stării de agregare.** Topire, solidificare. Vaporizare, condensare. *Călduri latente.	**5**	Aneta Mihalcsik(Lic.Teologic Baptist „A.Popovici", Arad)
		Evaluare	**1**	
3.	**Echilibrul fluidelor. Presiunea (atmosferică, hidrostatică)**	**II. Mecanica fluidelor.** Presiunea. Presiunea în fluide (presiune atmosferică, hidrostatică). Principiul fundamental al hidrostaticii. Legea lui Pascal. Aplicaţii.	**7**	Carmen Mariana Rus (Sc. Gen. „T.Vladimirescu", Arad)
		Evaluare	**1**	
4.	**Echilibrul fluidelor. Legea lui Arhimede**	**Legea lui Arhimede.** Aplicaţii ale legii lui Arhimede.	**4**	Aneta Mihalcsik(Lic.Teologic Baptist „A.Popovici", Arad)
		Evaluare	**1**	
5.	**Electrizarea corpurilor**	*__Sarcina electrică__. Atomul (calitativ). Explicarea electrizării corpurilor. *Legea lui Coulomb. *Câmpul electric.* F*enomene electrice în atmosferă. Lucrul mecanic al forţelor electrice într-un circuit electric. Tensiunea electrică. Intensitatea curentului. Generatoare electrice.*	**5**	Simona Arsenov (C.N. „Miose Nicoară" Arad) Branco Arsenov (C.N. „Miose Nicoară" Arad)
		Evaluare	**1**	
6.	**Curentul electric. Circuite electrice**	**III. Curentul electric.** **1. Circuite electrice**. *Componentele unui circuit electric.* Tensiunea electrică. *Măsurarea tensiunii şi intensităţii curentului electric*. **Divizor de tensiune*. Intensitatea curentului electric. Tensiunea electromotoare. Rezistenţa electrică. Legea lui Ohm pentru o porţiune de circuit. Legea lui Ohm pentru (extinsă la) întregul circuit. Legile lui Kirchhoff: legea I, **legea a II-a*. **Gruparea rezistorilor*.	**7**	Iulian Leahu(Şcoala „Alexandru cel Bun", Iaşi)
		Evaluare	**1**	
7.	**Efectele curentului electric (termic, chimic)**	**2. Energia şi puterea electrică.** **3. Efectele curentului electric.** Efectul termic. Legea lui Joule. **Efectul chimic al curentului electric. Electroliza*.	**6**	Ioan Stan (I.S.J. Arad)
		Evaluare	**1**	
8.	**Efectele curentului electric (magnetic)**	*Magneţi. Spectrul câmpului magnetic*. Efectul magnetic al curentului electric. *Forţa unui electromagnet. Interacţiunea dintre un magnet şi un curent electric. Forţa electromagnetică*. Aplicaţii.	**5**	Simona Arsenov (C.N. „Miose Nicoară" Arad) Branco Arsenov (C.N. „Miose Nicoară" Arad)
		Evaluare	**1**	
9.	**Inducţia electromagnetică**	**4. Inducţia electromagnetică**. Aplicaţii. Alternatorul.	**5**	Simona Ileana Crâsnic (Col.Tehnic de Constructii şi
		Evaluare	**1**	

				Protecţia Mediului Arad) Rus Carmen(Sc. Gen. „T.Vladimirescu”, Arad)
10.	**Instrumentele optice**	***IV. Instrumentele optice.** Aparatul fotografic. Microscopul.	**4**	Simona Arsenov (C.N. „Miose Nicoară” Arad) Branco Arsenov (C.N. „Miose Nicoară” Arad)
		Evaluare	**1**	
11.	***Fizică nucleară**	***VI. Energetica nucleară.** Centrale nucleare. Armament nuclear. Accidente nucleare. ***V. Radiaţiile şi radioprotecţia.** Radiaţii X şi gama. Radiaţii alfa şi beta. Efecte biologice şi radioprotecţie.	**6**	Simona Ileana Crâsnic (Col.Tehnic de Constructii şi Protecţia Mediului Arad)
		Evaluare	**1**	
Total			**72**	

Unitatea de învăţare VIII.1
Căldura

„Cum funcţionează o centrală solară?
sau
„Care este cauza formării curenţilor oceanici?

Carmen Mariana Rus



Clasa: a VIII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 7
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Fenomene termice. 1. Agitaţia termică. 2. Căldura. 3. Coeficienţi calorici. 4 *Fenomene de transfer a căldurii* (conducţia, convecţia, radiaţia). (Programa de fizică pentru clasa a VIII-a/ 2009).
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA ŞTIINŢIFICĂ
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Competenţe specifice**
I. Evocare - Anticipare **II. Explorare - Experimentare** **III. Reflecţie - Explicare** **IV. Aplicare - Transfer**	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei; 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor; 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii; 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o întrebare: „De ce primăvara, când e soare, aerul se încălzeşte rapid, dar apa mării rămâne rece şi turiştii nu pot face baie?”. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„aerul se încălzeşte mai mult, pentru că are capacitatea calorica mai mică, iar apa se încălzeşte mai încet, pentru ca are capacitatea calorică mai mare”.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează căldura într-un concept mai cuprinzător (fenomene termice, fenomene mecanice, energie, etc.;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind căldura, necesitatea înţelegerii fenomenelor termice în activitatea zilnică etc.;
• **Evocă întrebarea de investigat** din această unitate de învăţare: „De ce primăvara, când e soare, aerul se încălzeşte rapid dar apa mării rămâne rece şi turiştii nu pot face baie? şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare.	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, de exemplu: „*apa are densitate mai mare*”; şi altele.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat: prin metoda SINELG	• **Identifică** simbolul potrivit pentru fiecare enunţ în parte, ţinând cont de modul cum recepţionează noţiunile de fizică
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (vas cu apă , colorant, sticluţă cu parfum şi gheaţă**)** şi **cere elevilor să experimenteze** (să pună în evidenţă difuzia). • **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **realizează** experimentele pe baza indicaţiilor profesorului, **constată** în interiorul apei **existenţa f**iricelelor de colorant, **existenţa** mirosului de parfum în toată clasa şi **existenţa** firicelelor de colorant şi în bucata de gheaţă; • Organizaţi în grupe de lucru stabilite elevii comunică observaţiile.
• **Oferă** elevilor un **portofoliu** de teme propuse spre realizare urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: a. ***Construirea*** *unei mini centrale solare* b. ***Referate*** *ştiinţifice* legate de: Radiaţia solară- efectele ei asupra corpului omenesc c**. *Prezentarea*** *unor documentări pe următoarele teme*: Difuzia în viaţa de zi cu zi, Monitorizarea temperaturii pe perioada a 3 săptămâni în localitatea ta şi compararea ei cu date statistice din ultimii 5 ani. Interpretarea rezultatelor. d. ***Experimente*** *propuse de elevi*	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[1]	• **Identifică produse** pe care ar dori să le realizeze şi evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, convin modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[2]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.

[1] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[2] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să răspundă la întrebări precum:. **Difuzia se petrece în corpul omenesc? Daţi exemple.**	• **Efectuează tema pentru acasă** - lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică** elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă rezultatele obţinute, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat: Temperatura, căldura	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei temperatura, căldura; identifică preconcepţiile elevilor cu privire la tema lecţiei.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (vase, apă la temperaturi diferite şi colorant) şi **cere elevilor să experimenteze** (să pună în evidenţă difuzia, să calculeze timpul în care are loc difuzia pentru cel puţin două vase cu apă aflate la temperaturi diferite), observaţiile vor fi trecute în fişa de lucru;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează** experimentul, **notează** în fişa de lucru timpul la care se toarnă colorantul şi timpul la care s-a colorat toată apa, **calculează** timpul necesar difuziei pentru situaţiile studiate
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii formulează ipoteze: particulele au o mişcare spontană, neîncetată, haotică şi au viteză mai mare la temperatură mai mare.
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (termometre, calorimetru cu 50 ml apa caldă şi , 50 ml apă rece, ulei, spirtieră, trepied, corp metalic, sită de azbest, fişă de lucru) şi **cere elevilor** să experimenteze transferul de căldură (să încălzească mase de apă egale timpi diferiţi, să încălzească mase de apă diferite timpi egali, să încălzească mase egale din substanţe diferite timpi egali), să completeze fişa de lucru; **Cere elevilor** să comunice concluziile:	• **Organizaţi** în grupurile de lucru stabilite, elevii: **observă** că un corp pentru a se încălzi, primeşte căldură**,** n**otează** în fişa de lucru rezultatele măsurătorilor**:** - la masele de apă egale încălzite timpi diferiţi îşi modifică temperatura diferit; - masele de apă diferite încălzite timpi egali îşi modifică temperatura diferit; - masele egale de ulei şi apă încălzite timpi egali îşi modifică temperatura diferit. Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică concluziile** : 1) căldura primită de un corp pentru a se încălzi depinde de: masa corpului; natura substanţei din care este făcut;

	între ce temperaturi se încălzeşte corpul; 2) două corpuri cu stări de încălzire diferite, izolate termic, schimbă căldură până la stabilirea echilibrului termic; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Precizează elevilor** că moleculele de apă caldă au viteză mare şi energia cinetică medie este mai mare decât a corpului rece. Moleculele lui se ciocnesc cu moleculele corpului rece care au energie mai mică, are loc un transfer de energie. Transfer, care încetează atunci când se stabileşte echilibrul termic;	• **Formulează** ideile lor şi comunică răspunsurile în clasă;
• **Cere elevilor** să comunice ipoteza:	• Organizaţi pe grupe de lucru stabilite, elevii **comunică ipoteza** , $Q_{ced}= Q_{prim}$;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), distribuind o fişă de lucru cu tema de casă care conţine întrebări referitoare la căldură: Când două copuri puse în contact termic nu fac schimb de căldură?	• **Efectuează tema pentru acasă** - lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă rezultatele obţinute, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat:).	• **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **reunesc într-un tabel comun** masele, temperaturile măsurate pentru corpurile puse la dispoziţie, şi adaugă o coloană pentru variaţia de temperatură şi natura substanţei
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă)** cu ajutorul tabelului, care să explice de ce căldura primită este diferită pentru situaţiile studiate	• **Formulează ipoteze** privind relaţia dintre căldura primită , masa copului , natura substanţei şi variaţia de temperatură
Defineşte *capacitatea calorică* a unui corp este $C=Q/\Delta T$	**Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă
Defineşte *căldura specifică* $C=Q/ m \Delta T$	**Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), distribuind o fişă de lucru cu tema de casă care conţine probleme	• **Efectuează tema pentru acasă** - lucrând pe grupe/ individual.

referitoare la căldura specifică și capacitatea calorică.	

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă rezultatele obţinute, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la conducţia termică (noţiuni studiate la fizică în clasa a VII-a), utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza condiției de plutire: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc. Ofera elevilor materiale : tije (fier, cupru, lemn, sticla) vas cu apa, spirtiera, suport bobițe de ceara prinse la un capăt al tijelor, cere elevilor -sa introducă , tijele in apa (bobițele de ceara să fie in afara apei). Să încălzească apa şi să observe ce se întamplă - să comunice observațiile făcute	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - **observă şi optimizează** condiţiile în care are loc transmiterea căldurii prin tija de fier, din aproape în aproape fără transport de substanță - **extind studiul condițiilor** de transmitere a căldurii și la corpuri din alte substanțe, transmiterea căldurii prin corpuri depinde de natura substanței din care este făcut corpul - **constată** o relație directă între capacitatea calorică și transferul de căldură printr-un corp; - **clasifică** substanțele în conductoare termice și izolatoare termice (ceea ce îl va ajuta la realizarea mini centralei solare); - **explică** rolul izolatoarelor termice în viața de zi cu zi;
Cere elevilor să formuleze constatările	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile**: conducția căldurii în medii solide depinde de natura materialului; unele corpuri sunt izolatoare termice (nu transmit căldura).
Cere elevilor să răspundă la următoarele întrebări: *-De ce în podul grajdurilor se pune fân?* *- Două bucăți de gheață sunt așezate la soare, pe una din ele este așezat un pulover de lână. Care bucată de gheață se va topi mai repede?*	*Elevii formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă.*

- De ce ferestrele sunt prevăzute cu două rânduri de geamuri?	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) cere elevilor să propună un experiment în care să se evidențieze conducția termică	• **Efectuează tema pentru acasă** - lucrând pe grupe/ individual.

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă rezultatele obținute, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la convecția termică (noțiuni studiate la fizică în clasa a VII-a), utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): căldura, transferul de căldură, convecția termică	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluțiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza trasferului de căldură.Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicație/ soluție mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susținute de probe? Ce soluție mai bună am putea adopta? Etc. **Oferă** elevilor materiale : vas cu apă, suport, spirtieră, morișcă de hârtie, rumeguș **Cere** elevilor să încălzească vasul în care se află apă și rumeguș și să observe ce se întâmplă - să comunice observațiile făcute **Cere** elevilor să așeze morișca deasupra unei surse de căldură și să observe ce se întâmplă, -să comunice observațiile făcute	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - **observă** condițiile în care are loc transmiterea căldurii prin apă și aer, din aproape în aproape cu transport de substanță (curenții de apă și aer) - **constată** o relație directă între capacitatea calorică și transferul de căldură printr-un corp lichid - **explică** formarea curenților, care au o mișcare ascendentă și descendentă, căldura dilată apa iar aceasta devine mai ușoară și se ridică deasupra celei reci (observație care îl va ajuta la amplasarea mini centralei solare) - **extinde** explicația si pentru aer privind formarea curenților de aer - **explică** formarea curenților oceanici și a curenților atmosferici
Cere elevilor să răspundă la următoarele întrebări: *- De ce centrala termică se așează în pivniță?* *- De ce caloriferele se așează la fereastră sau în podea?* *- De ce ferestrele sunt prevăzute cu două rânduri de geamuri?*	*Elevii formulează ideile lor si comunică răspunsurile în clasă.*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) cere elevilor să propună un experiment în care să se evidențieze convecția termică	• **Efectuează tema pentru acasă** - lucrând pe grupe/ individual.

Lecţia 6

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă rezultatele obţinute, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la radiația termică (noţiuni studiate la fizică în clasa a VII-a), utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc. • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): căldura, transferul de căldura, radiația termică, izolare termică • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza transferului de căldură: : Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc. Ofera elevilor vas învelit în staniol, vas învelit în pânză neagră, apă, termometre, bobiţe de ceară, lumânare, agrafe de birou, bec, sticlă şi cere elevilor să experimenteze transferul de căldură prin radiaţie	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. Pentru a se propaga căldura are nevoie de un mediu material. • **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. Organizati în grupe de lucru elevii- - **demonstrează** experimental dependența căldurii absorbite de un receptor, de culoarea lui - **investighează** efectele radiațiilor solare asupra corpului omenesc , limitele între care radiațiile nu sunt periculoase - **formulează ipoteze** despre evoluția temperaturii din localitatea lor, pe baza măsurătorilor efectuate în ultimele săptămâni şi datelor statistice găsite pe internet - **prezintă** efectele negative ale difuziei (poluarea solului de apele reziduale, poluarea aerului cu noxe de la maşini) şi efectele pozitive (mirosul din pădurea de pin, osmoza) - **construiesc** *o mini centrală solară* - ***măsoară*** temperatura inițială şi *temperatura maximă* pe care o pot obține cu centrala proprie, calculează *variația de temperatură obținută* - ***studiază*** *funcționarea ei şi* ***caută*** *soluții de optimizare*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), implicându-i în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. Preambul/ Teoria lucrării (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. Materiale necesare; 3. Modul de lucru (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. Date experimentale (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. Concluzii (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	• Asumă roluri în grupul de lucru, tipul de produs care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin modul de prezentare (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • Negociază în grup conţinutul şi structura raportului final, convin modalitatea de prezentare (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • Întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 7

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[3]; • **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ****Îşi propun să expună produsele realizate** *în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele*.

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.htm
(6) http://en.wikipedia.org/wiki/Lightning_rod
(7) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm
(8) http://www.didactic.ro/materiale-didactice/133845_agitatia-termica

[3] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

1. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
2. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
3. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
4. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:VIII.2
Schimbarea stării de agregare

sau

„De ce musonii când întâlnesc Himalaya dau naştere ploilor?”

sau

„Ce se întâmplă cu lentila aparatului foto când intrăm în *Tropicarium*?”

sau

„De ce se abureşte sticla ochelarilor în timpul scufundărilor?”

Aneta Mihalcsik

Clasa: a VIII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **I. Fenomene termice 2. Schimbarea stării de agregare.** *Topire, solidificare. Vaporizare, condensare. *Călduri latente.* (Programa de fizică pentru clasa a VIII-a/ 2009).
Modelul de învăţare asociat: **EXPERIMENTUL**
Competenţe specifice: derivate din **modelul experimentului**, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Competenţe specifice** (Modelul de predare)
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei, formularea ipotezelor şi planificarea experimentului;
II. Explorare - Experimentare	2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele experimentului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii declanşate de sesizarea unei probleme a cărei soluţie presupune realizarea unui experiment în condiţii de laborator, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului. Procesul cognitiv central este *inducţia sau generalizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza observării unor exemple şi contraexemple ale conceptului de învăţat).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de situaţii-problemă, cum ar fi: *„Curenţii de aer cald şi umed, de exemplu musonii, când întâlnesc munţi înalţi, în cazul nostru Munţii Himalaya, dau naştere la ploi. Ce fenomen este responsabil cu acest fapt?”*. Pe parcurs, gândirea elevilor se va dezvolta către ideea: *„La contactul cu o suprafaţă rece, vaporii de apă se transformă în picături de apă”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Avansarea ipotezelor şi planificarea experimentului;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrarea proceselor de schimbare de stare de agregare într-un concept	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale (în diverse maniere: oral, scris, prin desene, experimente, mimare etc.) privind schimbarea stării de agregare,

mai cuprinzător (fenomene termice, etc.), aspecte istorice ale prelucrării metalelor/maselor ceramice/sticlei şi descoperirii aliajelor etc., produse tehnologice care *ilustrează întrebarea din tema unităţii de învăţare*; **stimulează** atenţia şi interesul elevilor pentru ceea ce urmează să fie învăţat, prin intermediul unor poante, poveşti, imagini captivante, lansarea unei întrebări incitante, unei probleme, studiu de caz (cu soluţie experimentală), pe care focalizează prezentarea, astfel încât elevii să fie atenţi la expunere pentru a afla răspunsul; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	necesitatea cunoaşterii în activitatea zilnică etc.;
• **Cere elevilor** să evoce proprietăţile corpurilor (în funcţie de starea de agregare) şi **prezintă** schimbul de căldură dintre un corp (aflat într-o anumită stare de agregare) şi mediul exterior (realizează schema pe tablă);	• **Evocă** proprietăţile corpurilor în funcţie de starea de agregare, **observă** schimbul de căldură al unui corp la trecerea dintr-o stare de agregare în alta;
• Plecând de la *întrebarea din temă*, **demonstrează experimental** (folosind un bec Bunsen, un vas cu apă, un termometru şi o oglindă/o conservă goală metalică, apă, un termometru, cuburi de gheaţă) că prin încălzirea/răcirea apei din vas, între vas şi oglindă/conserva metalică apar vapori de apă care, în contact cu o suprafaţă rece – oglinda/ conserva metalică, se transformă în picături de apă, **ghidează gândirea** elevilor către observarea interacţiunii dintre vaporii de apă şi oglindă/ conserva metalică;	• **Formulează** ipoteze cu privire la explicarea fenomenelor observate;
• **Oferă grupelor de elevi:** a) un bec Bunsen, un vas cu apă, un termometru şi o oglindă b) o conservă goală metalică, apă, un termometru, cuburi de gheaţă şi **cere elevilor**: - **să realizeze** montajul experimental (pe baza schemei reprezentate pe tablă); - **să respecte** normele de protecţie a muncii în laborator; - **să observe** indicaţia termometrului; - **să observe** ce se întâmplă pe suprafaţa oglinzii/conservei metalice; - **să înregistreze** şi **să comunice** observaţiile realizate şi ipotezele cu privire la interacţiunea dintre oglindă/conserva metalică şi vaporii de apă, la relaţia dintre temperatura apei şi cantitatea vaporilor depuşi pe oglindă/conserva metalică;	• Organizaţi în grupuri de lucru: - **realizează** montajul experimental (pe baza schemei reprezentate pe tablă); • Organizaţi în grupuri de lucru, **constată** că: - la creşterea temperaturii apei din vas, apa se transformă în vapori; - la creşterea temperaturii apei din vas, pe oglindă/ conserva metalică apar mici picături de apă;
• **Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[4]	• **Identifică produse** pe care ar dori să le realizeze şi evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura

[4] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator/muzee tehnice interactive, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe

	portofoliului, convin modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor***; [5]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor să gândească şi să prezinte, după preferinţe, alcătuirea *portofoliului* necesar evaluării finale.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând în grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte ipotezele formulate cu privire la efectele încălzirii apei şi a interacţiunii dintre vaporii de apă şi oglindă;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat;	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **ipoteze** privind relaţia dintre căldură/temperatură şi schimbarea stării de agregare a unei substanţe;	
• **Oferă elevilor** (pe grupe): 3 vase de dimensiuni diferite, apă, cristale de naftalină, termometru, trepied cu sită de azbest, bec Bunsen şi **cere elevilor**: - **să realizeze** schema experimentală respectând etapele din fişa de lucru; - **să măsoare** temperatura naftalinei şi intervalul de timp; - **să înregistreze** într-un tabel temperatura indicată de termometru la intervalele de timp convenite în fişa de lucru; - **să formuleze ipoteze** cu privire la *variaţia*	• Organizaţi în grupuri de lucru, **elevii pot sesiza** o relaţie directă între temperatura substanţei şi starea de agregare a acesteia (prin idealizarea/ abstractizarea rezultatelor obţinute): la temperatura laboratorului, naftalina se află în stare de agregare solidă. Încălzind-o, în primă fază temperatura creşte până când apar primele picături de naftalină, apoi rămâne o perioadă constantă, ca apoi să crească în continuare. La răcire, temperatura indicată de termometru scade până când apar primele cristale de naftalină, apoi rămâne constantă, urmând ca după o perioadă temperatura să-şi continue scăderea.

prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate (circuitul apei în natură, distilarea, încălzirea centrală, umiditatea aerului, calefacţia, zăpada carbonică etc.) etc.

[5] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

temperaturii respectiv modificarea stării de agregare în funcţie de gradul de încălzire;	
• **Oferă elevilor** (pe grupe): vas cu apă distilată, termometru, trepied cu sită de azbest, bec Bunsen şi **cere elevilor**: - **să realizeze** schema experimentală respectând etapele din fişa de lucru; - **să măsoare** temperatura apei distilate şi intervalul de timp; - **să înregistreze** într-un tabel temperatura indicată de termometru la intervalele de timp convenite în fişa de lucru; - **să formuleze ipoteze** cu privire la *variaţia temperaturii respectiv modificarea stării de agregare în funcţie de gradul de încălzire*;	• Organizaţi în grupuri de lucru, **elevii observă că:** - există o relaţie directă între temperatura substanţei şi starea de agregare a acesteia (prin idealizarea/ abstractizarea rezultatelor obţinute); - la temperatura laboratorului, apa distilată se află în stare de agregare lichidă. Încălzind-o, în primă fază temperatura creşte până când apar primii vapori de apă; - la un moment dat, apar bule mici – vapori de apă, care se ridică şi părăsesc suprafaţa apei; - la temperatura de 100^{o}C apar bule de gaz în toată masa lichidului.
• **Oferă elevilor** (pe grupe): naftalină/iod, creuzet, con de hârtie roşie/albă, asparagus, trepied cu sită de azbest, bec Bunsen şi **cere elevilor**: - **să realizeze** schema experimentală respectând etapele din fişa de lucru; - **să monitorizeze** evoluţia cristalelor de naftalină/iod din creuzet şi la apariţia primilor vapori, să acopere creuzetul cu conul de hârtie şi bucata de asparagus; - **să formuleze ipoteze** cu privire la *fenomenele care au loc*;	• Organizaţi în grupuri de lucru, **elevii observă că:** - la încălzire, cristalele de naftalină/ iod se transformă în vapori; - în contact cu conul de hârtie şi asparagus vaporii se transformă în cristale de naftalină/iod.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: 1. să reprezinte grafic relaţia dintre temperatură şi timp pentru seturile de valori înregistrate; 2. să compare graficele obţinute pentru creşterea temperaturii, respectiv pentru scăderea acesteia şi să formuleze ipoteze cu privire la diferenţele/ echivalenţele observate; 3. să conceapă experimente proprii pentru a verifica ipotezele propuse etc.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute, **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă şi **să distingă reguli/ pattern-uri** în datele colectate, pe baza reprezentărilor grafice realizate, prin *idealizarea/ abstractizarea* acestora;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Comunică rezultatele** obţinute prin efectuarea temei pentru acasă şi **observă că**: - temperatura naftalinei creşte/scade uniform în timp, iar pentru un interval de timp, temperatura rămâne

• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	constantă; - atât la încălzire cât şi la răcire, în intervalele de timp cât temperatura s-a păstrat constantă, termometrul indică aceeaşi valoare; - temperatura apei distilate creşte uniform în timp, iar după atingerea unui maxim, temperatura acesteia rămâne constantă; - temperatura maximă înregistrată în cazul apei distilate este 100^{o}C
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Schimbarea stării de agregare;	
• **Cere elevilor**: - **să definească** topirea – solidificarea, sublimarea – desublimarea, vaporizarea, fierberea, evaporarea – condensarea; - **să enunţe** *legile topirii*; - **să identifice** schimbul de căldură pentru fiecare proces în parte; • **Evidenţiază** temperaturile de topire/ solidificare/fierbere pentru mai multe substanţe, la presiune atmosferică normală.	• **Definesc** topirea – solidificarea, sublimarea – desublimarea, vaporizarea, fierberea, evaporarea – condensarea; • **Enunţă** *legile topirii*; • **Identifică** pe baza observaţiilor experimentale realizarea schimbului de căldură pentru fiecare proces în parte;
• **Ghidează elevii** să exemplifice factorii de care depinde evaporarea pe baza unor experimente simple (folosind acetonă, spirt sanitar, apă, recipiente din sticlă, uscător de păr etc.); • **Cere elevilor** să exemplifice în viaţa cotidiană factorii de care depinde evaporarea;	• Organizaţi în grupuri de lucru, **observă** factorii de care depinde evaporarea: natura lichidului, suprafaţa liberă a lichidului, curenţii de aer, temperatura mediului înconjurător; • **Exemplifică** situaţii întâlnite în viaţa de zi cu zi de exemplu: uscarea rufelor, evaporarea rapidă a acetonei/ alcoolului, evaporarea rapidă a apelor „mărilor închise” (Caspică, dezastrul Mării Aral etc.)
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere** elevilor să utilizeze noţiunile însuşite în rezolvarea de probleme practice întâlnite în viaţa de zi cu zi, în natură şi în tehnică.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;

• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Noţiunea de *Căldură latentă*; **revine la întrebările iniţiale**: „De ce musonii când întâlnesc Himalaya dau naştere ploilor?”/ „Ce se întâmplă cu lentila aparatului foto când intrăm în Tropicarium?”/ „De ce se abureşte sticla ochelarilor în timpul scufundărilor?”, cerând elevilor să **prezinte noi argumente** la aceste întrebări;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** aspecte interesante, dificultăţi întâlnite, noi probleme, **argumente** la întrebările iniţiale etc.;
• ******Oferă elevilor** *materiale: cuburi de gheaţă, apă distilată, pahar Berzelius, cilindru gradat, bec Bunsen, termometru, trepied cu sită de azbest, calorimetru cu accesorii, balanţă, mase marcate, o bucată de pânză uscată* • ***Defineşte** căldura latentă ca fiind căldura necesară unităţii de masă dintr-un corp pentru a-şi schimba starea de agregare şi **cere elevilor**:* - ***să măsoare** temperatura amestecului, urmând etapele din fişa de lucru*; - ***să măsoare** masa calorimetrului urmând etapele din fişa de lucru*; - ***să analizeze** schimbul de căldură în sistemul studiat*; - ***să aplice** ecuaţia calorimetrică pentru situaţia dată*; - ***să determine** căldura latentă de topire a gheţii*; - ***să comunice** rezultatele obţinute*;	• * ***Efectuează determinarea experimentală** a căldurii latente de topire a gheţii;* • ***Măsoară** mărimile fizice cerute în fişa de lucru*; • ***Determină** valoarea numerică a căldurii latente de topire a gheţii*; • ***Efectuează** calculul erorilor**;*** • ***Identifică** sursele de erori şi **găsesc** soluţii de reducere a erorilor;*
• **Cere elevilor să explice** următoarea situaţie întâlnită în viaţa de zi cu zi: o bucată mare de gheaţă se topeşte mai greu decât o bucată mică de gheaţă;	• **Formulează ipoteze** privind soluţionarea problemei;
• **Prezintă elevilor** căldura latentă de topire/solidificare, respectiv de vaporizare/ condensare pentru mai multe substanţe şi **cere elevilor** să aplice noţiunile însuşite în rezolvarea de probleme practice din natură şi tehnică;	• **Aplică** cunoştinţele acumulate în rezolvarea problemelor practice propuse de profesor;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să pregătească prezentările lucrărilor proprii pentru evaluarea finală: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator/muzee tehnice interactive, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/plastic pe temele studiate (circuitul apei în natură, distilarea, încălzirea centrală, umiditatea aerului, calefacţia, zăpada carbonică etc.) etc.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, **determinarea* *compoziţiei unui amestec de apă şi gheaţă*;	
• **Oferă elevilor** *materiale: calorimetru, termometru, apă distilată, balanţă, cilindru gradat, amestec de apă şi gheaţă, creuzet sau sticlă de ceas şi* ***cere elevilor*** *în următoarele situaţii:* - ***să aplice*** *ecuaţia calorimetrică situaţiei date;* - ***să identifice*** *necunoscutele din ecuaţia calorimetrică (m_1 şi m_2);* - ***să identifice*** *ecuaţiile necesare determinării necunoscutelor;* - ***să rezolve*** *sistemul de ecuaţii;* - ***să determine*** *(prin măsurare) mărimile fizice necesare;* - ***să înregistreze*** *rezultatele obţinute în tabelul din fişa de lucru şi* ***să calculeze*** *necunoscutele m_1 şi m_2;*	• * ***Analizează*** *schimbul de căldură în sistemul studiat;* • ***Aplică*** *ecuaţia calorimetrică pentru sistemul dat;* • ***Măsoară*** *mărimile fizice cerute în fişa de lucru;* • ***Determină*** *valoarea numerică a căldurii latente de topire a gheţii;* • ***Efectuează*** *calculul erorilor;* • ***Identifică*** *sursele de erori şi* ***găsesc*** *soluţii de reducere a erorilor;*
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**;[6]	• **Prezintă** portofoliile, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte** elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni	• ***Îşi propun*** *să* ***expună produsele realizate*** *în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei*

[6] **Criteriile de evaluare finală** vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.
Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite" corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

5. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
6. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
7. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
8. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

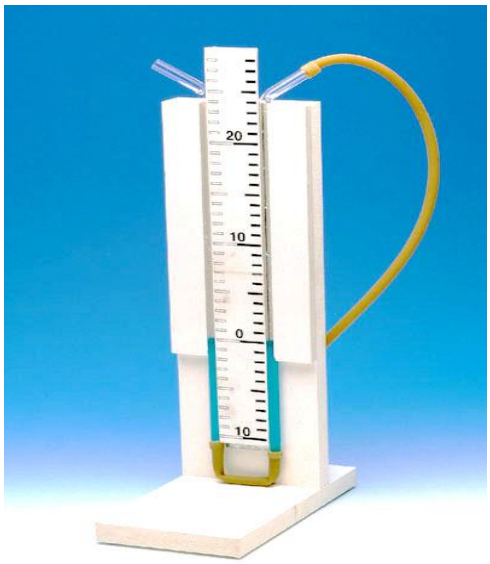
colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	*şcolare/ locale, **să tragă un semnal de alarmă** cu privire la pericolele legate de exploatarea abuzivă a apelor, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele.*

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.htm
(6) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm









Unitatea de învăţare:VIII.3

MECANICA FLUIDELOR

sau

„Un scafandru poate coborî oricât de adânc în ocean? ”

sau

„De ce este apă într-o groapă săpată în nisipul de pe malul mării?”

Carmen Mariana Rus

Clasa: a VIII-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 6

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: 1 Mecanica fluidelor 1.1Presiunea. 1.2Presiunea hidrostatică 1.3 Principiul fundamental al hidrostaticii 1.4 Presiunea atmosferică 1.5Legea lui Pascal. 1.6 Aplicaţii (Programa de fizică pentru clasa a VIII-a).

Modelul de învăţare asociat: **PROIECTUL**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune lecţii focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse („cu finalitate reală", Cerghit, I. ş.a., 2001), însuşirea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este *planificarea sau anticiparea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza îndeplinirii unui plan).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie incitantă, de exemplu: *„ Adâncimea la care coboară un submarin, scaunul stomatologului, pompa de apă"*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *"Presiunea depinde de atât de forţă cât şi de suprafaţa. Presiunea hidrostatică depinde de natura lichidului şi adâncime"*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă): focalizarea prezentării pe încadrarea *temei unităţii de învăţare* într-un concept mai general (echilibru mecanic), pe aspecte istorice etc., prin intermediul unor poante, poveşti, imagini captivante, întrebări incitante, probleme, studiu de caz, produse tehnologice, norme de protecţia muncii etc. ilustrând *tema*;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind plutirea corpurilor, necesitatea cunoaşterii condiţiei de plutire în activitatea zilnică etc.;
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: (efectele acţiunii unor forţe mari pe suprafeţe mici); (2) **construcţii:** *barometru, fântâna curgătoare, machete, jucării*; (3) **referate ştiinţifice,** *prezentări Power Point*: ***"Blaise Pascal** în istoria fizicii"* ***"Cum se stabileşte** prognoza meteo"* (4) **postere, desene, eseuri literare etc.,**	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu ştiinţific, eseu plastic sau literar etc.);

(5) **experimente** *propuse de elevi*; evocând noile cunoştinţe etc.[7])	
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (forţă, suprafaţă, presiune, diferenţă de presiune); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură: *dinamometru* pentru măsurarea forţei, *cilindru gradat* pentru măsurarea volumului, etc.);	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind fenomenele în termeni *presiune, presiunea hidrostatică, presiunea atmosferică, diferenţa de presiune*; • **Evocă/ exersează** determinarea dependenţei presiunii de forţă (greutatea corpului) şi de aria suprafeţei de contact (utilizând burete, minge de ping-pong, sfera metalică din trusa de dilatare, vase cu diametre diferite la extremităţi, etc. **)**
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare)[8];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă informaţii despre rolul presiunii în natură şi tehnică	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, reprezentarea şi realizarea preliminară a produsului („proiectului”);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de parcurs etc.;

[7] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[8] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

(utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind **presiunea**; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează ipoteze** privind *relaţiile studiate*;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (vase cu apă, alcool, sare, manometru cu capsulă, hârtie, barometru şi materiale reciclabile) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către verificarea următoarelor idei) : - dependenţa presiunii hidrostatice de adâncime; - variaţia presiunii hidrostatice într-un plan orizontal; - dependenţa presiunii hidrostatice de natura lichidului; - existenţa presiunii atmosferice;  - - barometrul;	Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **observă** indicaţia manometrului la modificarea adâncimii; - **observă** indicaţia manometrului la modificarea poziţiei capsulei într-un plan orizontal; - **observă** indicaţia manometrului pentru diferite lichide: apă, apă cu sare şi alcool şi compară indicaţiile manometrului pentru fiecare caz; - **observă** prezenţa unei forţe exercitate asupra tuturor corpurilor de către aer (asupra foii de hârtie care acoperă paharul plin cu apă răsturnat); - **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări: 1. Un scafandru poate coborî la orice adâncime? 2. Cum funcţionează un altimetru? 3. De ce intervalul de timp necesar fierberii unui ou este mai mare pe Everest decât la Mamaia? 4. De ce peştii abisali au un craniu mai puternic?	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv*	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;

(scopul şi obiectivele lecţiei);	
• **Invită elevii să distingă un patern** care să explice de ce un corp nu se poate scufunda oricât intr-un lichid	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - presiunea creşte cu creştea adâncimii; - presiunea depinde de natura substanței, creşte cu creşterea densității; - presiunea este aceeaşi într-un lichid la un anumit nivel.
Precizează elevilor că *presiunea hidrostatică* exercitată la un anumit nivel în interiorul unui lichid aflat în echilibru depinde de greutatea coloanei de lichid aflată deasupra acestui nivel şi cere elevilor să deducă formula presiunii hidrostatice	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: -deduc formula presiunii $p= \rho g h$
Cere elevilor să reprezinte forțele care acționează asupra unui corp (cilindru) scufundat într-un lichid, să scrie condiția de echilibru, apoi să înlocuiască în ea forțele F_1 (forța de presiune pe suprafața superioară) și F_2 (F_2 forța de presiune pe suprafața inferioară) în funcție de densitate lichidului ρ, suprafață S, adâncime h	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **-reprezintă** forțele, scriu relația de echilibru: $G=F_1 +F_2$ înlocuiesc expresiile forțelor $G= \rho S g \Delta h,$ $F_1=p_1 S$ $F_2=p_2 S$ Rezultă $\underline{\Delta p= \rho g \Delta h}$
Enunță *principiul fundamental al hidrostaticii*: diferența de presiune din două puncte ale unui lichid aflat în repaus este direct proporțională cu diferența de nivel la care se află cele două corpuri, cere elevilor să formuleze observațiile	**Organizaţi** în grupurile de lucru stabilite, elevii: -propun explicația: diferența presiunilor nu depinde de adâncimile la care se află cele două puncte ci doar de diferența acestor adâncimi.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt 1 Ce este un profundimetru. 2. De ce la bază, barajului de acumulare a unei hidrocentrale este mai lat?	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Distribuie elevilor** materiale (vase comunicante, tub de sticlă în formă de U, apă, ulei) şi **cere elevilor** să observe 1).ce se întâmplă dacă turnăm apă într-un tub al vaselor comunicante 2Î Ce se întâmplă dacă turnăm ulei, peste apa dintr-un braț al tubului	• **Organizaţi** în grupurile de lucru stabilite, elevii: 1) **compară** nivelul apei în vasele comunicante şi **observă** că apa este la *acelaşi nivel* indiferent de forma mărimea vaselor comunicante; 2) **observă** că nivelul apei din tubul liber se ridică şi nivelul apei din tubul cu ulei coboară- apare *o diferență de nivel între apa din cele două brațe*
• **Cere elevilor să distingă un patern** (model,	• **Constată** că:

regulă) care să explice, cele observate	a) în toate vasele comunicante înălțimea coloanei de lichid, nu depinde de forma și dimensiunile vasului; b) presiunea la baza fiecărui vas este aceeași; c) creșterea presiunii de la suprafața lichidului este transmisă în tubul de legătură.
Definește Legea lui Pascal Variația de presiune produsă într-un punct al unui lichid se transmite integral în toată masa lichidului și în toate direcțiile; și **cere elevilor** să transpună observațiile anterioare	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **reformulează constatările:** cele două variații de presiune sunt egale dacă densitatea lichidului rămâne aceeași, adică dacă lichidul nu suferă un proces de comprimare; - **propun explicații** în cazul gazelor: variația de presiune nu se transmite integral deoarece gazele sunt compresibile
Explică principiul de funcționare al presei hidraulice pe baza legii lui Pascal într-o prezentare PP și exemplifică în diverse aplicații această lege (frâna hidraulică, scaunul hidraulic, balotiera, pompa de vid și pompa de apă)	• **Completează** pe baza prezentării PP fișa de lucru corespunzătoare temei.
Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă) pe baza căruia funcționează aceste aplicații	• **Constată** că: -Acționând cu o forță mică putem genera o forță mare; -Acțiunea unei forțe mici, F_1, exercitată asupra unei suprafețe mici, S_1, determină o presiune care se transmite integral în toată masa lichidului, astfel generând o forță mare, F_2, pe o suprafață mare, S_2;
Cere elevilor să deducă formula presei hidraulice pornind de la egalitatea presiunilor în cei doi cilindrii	Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: -deduc formula presei hidraulice $F_1/S_1=F_2/S_2$
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: 1.De ce este apă într-o groapă săpată în nisipul de pe malul mării? 2. Cum funcționează turnul de apă?	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcții, demonstrații etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvența a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) și raportarea rezultatelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului deductiv; de formare a priceperilor și deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: *deductiv*. Elevul observă o definiție a conceptului de însușit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucțiuni de producție, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiția/ regula/ instrucțiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învățare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** și **cere elevilor** să sintetizeze și să evalueze informațiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obținute; • **Vizează** *cunoștințele anterioare* ale elevilor, *preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecția muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul și obiectivele lecției);	• Organizați în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informațiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informațiile colectate etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii:

experimentare, implicându-i în evaluarea produselor realizate, a procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este acest model potrivit pentru tema aleasă? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.	a) **construiește** un barometru, el va indica creșterea sau scăderea presiunii atmosferice; b) **calculează** adâncimea maximă la care poate coborî un scafandru în apă, mări și oceane; c) **calculează** presiunea hidrostatică la diferite adâncimi și în diferite substanțe; d) **demonstrează** cum află oamenii din submarin la ce adâncime se află submarinul: măsoară presiunea hidrostatică cu manometru și apoi h= (p-po) / ρ g; e) **Realizează** schițe de *fântâni curgătoare* formate din mai multe vase care comunică între ele și respectă principiile învățate; f) **Construiește** fântâni curgătoare; g) **Optimizează** funcționarea fântânilor curgătoare construite
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), implicând elevii în conceperea *raportului final*: **cere elevilor** să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produsului final, convin **modalitatea de prezentare** (poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 6

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea proiectului/ **raportului final**, vizând **competenţele cheie**[9];	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru;

[9] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe” şi „abilităţi” (de operare cu cunoştinţele însuşite)

• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme/ proiecte viitoare etc.	• **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale, participarea la diferite concursuri naționale sau internaționale şi altele.

Bibliografie

(9) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(10) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(11) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(12) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(13) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(14) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(15) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(16) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

---

corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

9. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
10. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
11. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
12. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: VIII.4
LEGEA LUI ARHIMEDE

„De ce se ridică baloanele cu aer cald?”
sau
”Oricât de grele ar fi, vapoarele plutesc iar pietrele nu”.

Aneta Mihalcsik

Clasa: a VIII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Forţa arhimedică. Legea lui Arhimede. Plutirea corpurilor – aplicaţii. Întrebări, exerciţii şi probleme (Programa de fizică pentru clasa a VIII-a).
Modelul de învăţare asociat: **Proiectul**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii „cu finalitate reală” (Cerghit, I. ş.a., 2001), focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse finite, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este **planificarea sau anticiparea.** Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie surprinzătoare, şi anume: *„Corpurile grele (vapor, aisberg, submarin, batiscaf, balon cu aer cald, etc.) pot pluti”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *” Corpurile scufundat într-un fluid sunt împinse de jos în sus cu o forţă.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv: planificare sau anticipare. **Scenariul lecţiei: tehnologic**. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă): focalizarea prezentării pe încadrarea *temei unităţii de învăţare* într-un concept mai general (mecanica fluidelor), pe aspecte istorice etc., prin intermediul unor poante, poveşti, imagini captivante, prezentarea unor slide-uri cu mici experimente care pun în evidenţă presiunea hidrostatică, întrebări incitante,	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind presiunea hidrostatică;

probleme, studiu de caz, produse tehnologice, norme de protecţia muncii etc. ilustrând *tema*;	
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: Studiul materialelor aflate la îndemâna elevilor (materiale reciclabile); (2) **construcţii:** balanţa „sensibilă", scafandrul, densimetrul, „încărcătura" vapoarelor, balonul cu aer cald; (3) **eseuri structurate** explicând**:** - De ce un înotător poate face pluta la suprafaţa apei? - Studiul factorilor de care depinde forţa arhimedică. - Explicaţi principiul de măsurare al densităţii unui lichid - Cum putem scufunda o minge de volei în apa mării? - De ce se ridică balonul cu aer cald? - De ce plutesc vapoarele? - Cum funcţionează dirijabilul? - Studiul plutirii corpurilor. - Cât de adânc poate coborî un submarin? - Unde întâlnim flotabilitatea? (4) **postere, desene, eseuri nestructurate etc.**, evocând noile cunoştinţe etc. [10]	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru, evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Fiecare grup alege câte o temă de proiect;** • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, poster, eseuri structurate, prezentare PowerPoint)
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante (presiune, presiune hidrostatică, presiune atmosferică, diferenţă de presiune, forţă arhimedică, densitate, greutate, greutate aparentă, forţă ascensională*); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor materiale reciclabile, cum ar fi: PET de 6L, tijă de lemn vopsită, plăcuţă suport, corpuri cu greutate foarte mică, PET de 0,5L, mostră de parfum)	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind fenomenele în termeni *presiune, presiune hidrostatică, presiune atmosferică, diferenţă de presiune, forţă arhimedică, densitate, greutate, greutate aparentă, forţă ascensională*; • **Evocă/ exersează determinarea dependenţei presiunii hidrostatice de adâncime şi de natura lichidului** (utilizând un vas mare – borcan sau PET de 6L, tijă de lemn vopsită, plăcuţă suport, corpuri cu greutate foarte mică, PET de 0,5L, mostră de parfum, apă, minge de ping – pong)
• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat;	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă informaţii despre rolul presiunii hidrostatice în natură şi tehnică	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual. Caută informaţii pe internet şi în bibliotecă;

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

[10] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental**. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate;	• **Evocă informaţiile culese** cu privire la proiectul ales, **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (vase cu apă, sare, alcool, două prisme din lemn, două ouă, gheaţă, minge de ping-pong, dop de plută, plastilină, două paie pentru suc, balanţă, două baloane, clopot vidat) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către verificarea următoarelor idei: - un lichid exercită asupra corpurilor cu care este în contact forţe de apăsare datorate presiunii hidrostatice; - orientarea forţei; - dependența forţei de adâncime; - dependența forţei de natura lichidului; - dependența forţei de masa corpului scufundat pentru volum constant; - dependența forţei de volumul corpului scufundat;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - realizează experimentele propuse conform fişei de lucru; - **observă** că cele două prisme plutesc diferit; - **observă** că un ou se scufundă iar celălalt pluteşte; - **observă** că barca de gheaţă, dopul de plută şi mingea de ping-pong plutesc; - **observă** nivelul de scufundare al plastilinei (sferă, bărcuţă) - **observă** că, în aer, balanţa (cu cele două baloane umflate diferit) rămâne orizontală iar în vid nu; - **observă** că bulele de gaz introduse în vasul cu apă prin cele două paie urcă vertical;
• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind: - forţa cu care fluidul acţionează asupra corpurilor este orientată vertical în sus; - valoarea forţei nu depinde de adâncimea la care este scufundat corpul; - valoarea forţei depinde de natura lichidului; - valoarea forţei nu depinde de masa corpului scufundat pentru un volum constant; - valoarea forţei creşte cu creşterea volumului corpului scufundat; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite sau individual, să găsească răspunsuri la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, caută răspunsuri la întrebări: - De ce un înotător poate face pluta la suprafaţa apei? - Cum funcţionează aerostatul?

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: inducţie. **Scenariul lecţiei: inductiv**. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă. - De ce un înotător poate face pluta la suprafaţa apei? - Cum funcționează aerostatul?	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă. - Înotătorul este în echilibru pentru că rezultanta forţelor care acţionează asupra lui este zero. Asupra înotătorului acţionează greutatea, vertical în jos, deci pentru a fi în echilibru, asupra lui trebuie să mai acţioneze o forţă având aceeaşi direcţie cu greutatea dar sens opus. - Aerostatul este un obiect (un balon) umplut cu un gaz mai uşor decât aerul care se poate ridica în aer, ascensiunea sa se datorează forţei cu care aerul acţionează asupra balonului.
• **Distribuie elevilor** materiale (vas cu apă, sare, alcool, dinamometru, balanța cu cilindrii lui Arhimede) şi **cere elevilor** să urmeze etapele din fişa de lucru;	• **Efectuează experimentul** şi **înregistrează** într-un tabel valorile măsurate şi calculate;
• **Cere elevilor să distingă un patern** (model, regulă) care să explice; de ce un corp scufundat într-un lichid are o greutate mai mică decât în aer	• **Constată** că: - valoarea forţei depinde de natura lichidului, direct proporţional de densitatea acestuia; - valoarea forţei depinde direct proporţional de volumul corpului scufundat;
• **Precizează** elevilor că: - Forţa cu care lichidul acţionează asupra corpurilor se numeşte forţă arhimedică	• **Reformulează constatările:** - Un corp scufundat într-un lichid este împins de jos în sus cu o forţă verticală numeric egală cu greutatea lichidului dezlocuit corp.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, care vor sta la baza temelor studiate în lecţia următoare;	• **Efectuează tema pentru acasă**: - Cât de adânc poate coborî un submarin? - Unde întâlnim flotabilitatea (atât în lumea vie, cât şi în tehnică)? - De ce se ridică balonul cu aer cald?

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

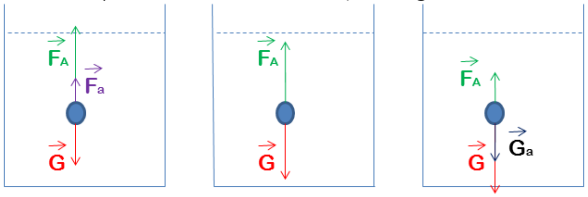
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv: deducţie. **Scenariul lecţiei: deductiv**. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă,	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei

să prezinte rezultatele obţinute; • **Realizează** conexiunile interdisciplinare necesare pentru explicarea temei; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru punerea în evidenţă a forţei arhimedice (vas cu apă, biluțe de metal, flacon de plastic de medicamente); şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** orientând gândirea elevilor către verificarea următoarelor idei: - orientarea greutăţii şi a forţei arhimedice; - compunerea forţelor; - plutirea corpurilor; **Observă şi îndrumă** activitatea elevilor; • **Cere elevilor să distingă un patern/explicaţie** cu ajutorul observaţiilor şi informaţiilor, care să explice plutirea corpurilor	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **realizează** experimentul, şi **observă** că: - forța arhimedică este orientată vertical în sus; - flaconul de medicamente gol plutește la suprafața apei; - biluțele metalice se scufundă; - când în flaconul de medicamente se introduc biluțe, atunci flaconul se scufundă, din ce în ce mai mult în funcție de numărul de biluțe introduse; • **Selectează și sintetizează** observațiile experimentale:  - Dacă greutatea corpului este mai mică decât forţa arhimedică atunci corpul urcă la suprafața lichidului (datorită *forţei ascensionale*) și rămâne în echilibru; - Dacă greutatea corpului este egală cu forţa arhimedică atunci corpul plutește; - Dacă greutatea corpului este mai mare decât forţa arhimedică atunci corpul de scufundă (datorită *greutăţii aparente*).
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): **cere elevilor** să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produsului final, convin **modalitatea de prezentare** (machetă, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.). • **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecţiei: empiric.** Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.;	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru, posterele (turul galeriei) şi prezentările PowerPoint • **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare;
•**Evaluare sumativă finală**, prin verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc. pe baza unor criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	• **Efectuează tema pentru acasă,** caută analogii între aplicaţiile legii lui Arhimede în lumea vie şi tehnică.

Bibliografie

(1) Beer, A-J; Hall, D, *Peştii şi creaturile marine, Ed. Aquila,* Oradea 2007;
(2) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(3) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(4) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(5) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(6) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(7) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(8) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(9) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

Unitatea de învăţare:VIII.5
Electrizarea corpurilor
sau
„Cum se formează fulgerele?”

Simona Arsenov, Branco Arsenov

Clasa: a VIII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 6
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: 1. Electrizarea corpurilor. Sarcina electrică. 2. Interacţiunea corpurilor electrizate. 3. Atomul (calitativ). Explicarea electrizării corpurilor. Legea lui Coulomb. *Câmpul electric. 4. *Lucrul mecanic al forţelor electrice. Tensiunea electrică. Generatoare electrice. 5. Fenomene electrice în atmosferă.
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA ŞTIINŢIFICĂ
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare **II. Explorare - Experimentare** **III. Reflecţie - Explicare** **IV. Aplicare - Transfer**	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei; 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor; 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii; 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o întrebare: *„Cum produce un generator curentul electric?”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Un generator transportă/ separă sarcini electrice respectând legea de conservare a sarcinii electrice”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează electrizarea corpurilor într-un concept mai cuprinzător (fenomene electrice, interacţiuni);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind electrizarea corpurilor, necesitatea înţelegerii fenomenelor electrice în activitatea zilnică etc.;
• **Evocă întrebarea de investigat** din această unitate de învăţare: „*Cum produce un generator curentul electric?*şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare.	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, de exemplu: „*produce energie electrică*”; „*generează electroni*” şi altele.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor,	• **Evocă** definiţia stării de electrizare, a procesului de

preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat: electrizarea corpurilor *(din materia studiată la fizică în clasa a VI-a).*	electrizare, definiţia sarcinii electrice, unitatea ei de măsură
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (baghete de ebonită, rigle din plastic, baghete din sticlă, pendule electrostatice) şi **cere elevilor să experimenteze** (să pună în evidenţă cele trei procedee de electrizare).	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **realizează** experimentele pe baza indicaţiilor profesorului, **constată** posibilitatea electrizării corpurilor prin cele trei procedee.
• **Prezintă** generatorului Van de Graaf şi **ghidează elevii** în realizarea unor experienţe simple de creare a fulgerelor în laborator, de electrizare a corpului uman, clopoţelul electrostatic etc., *pentru clasele avansate. efectul de vârf (un ac legat la generator îndreptat către flacără unei lumânări)	• **Realizează** experimentele propuse, **formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Oferă** elevilor un **portofoliu** de teme propuse spre realizare urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: a. Construirea unui electroscop; b. Referate ştiinţifice legate de: b1. Istoria fizicii *„Benjamin Franklin şi paratrăsnetul";* *„Coulomb şi balanţa de torsiune",* b2. Aplicaţii tehnologice: *Paratrăsnete, Vopsirea electrostatică, Fotocopiatorul, Aprinzătorul piezoelectric, Depunerea electrostatică a insecticidelor pe plante, etc.* b3. Interdisciplinaritate: *„Distrugeri, dar şi beneficii ale fenomenelor electrice din atmosferă"* c. Prezentare de fotografii pe următoarea temă: *„Etapele formării trăsnetelor" ,* d. Eseu literar: *„Dialog între fulger, tunet şi trăsnet";*	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[11]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele pentru evaluarea finală.	• **Efectuează tema pentru acasă** - lucrând pe grupe/ individual.

[11] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie
cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică** elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă rezultatele obţinute, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat: tipuri de electrizare, interacţiunea corpurilor electrizate.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): interacţiunea corpurilor electrizate; identifică preconcepţiile elevilor cu privire la tema lecţiei.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (baghete de ebonită, rigle din plastic, baghete din sticlă, suporţi, sfoară) şi **cere elevilor să experimenteze** (să pună în evidenţă felul în care interacţionează corpurile electrizate).	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **realizează** experimentele pe baza indicaţiilor profesorului, **verifică** existenţa interacţiunilor de atracţie şi de respingere**, constată** existenţa a două stări de electrizare diferite: *pozitivă* şi *negativă*.
• **Oferă elevilor materiale** (electroscoape, bastoane de ebonită şi de sticlă) necesare pentru ca aceştia să investigheze experimental două situaţii problemă şi **cere elevilor**:	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii:
1. - **să electrizeze** electroscopul cu sarcină negativă după care să apropie de acesta un baston electrizat negativ apoi unul electrizat pozitiv.	**1. observă** modificarea unghiului de deviaţie a lamelei electroscopului.
2. - **să apropie** de electroscopul neutru bagheta de ebonită electrizată prin frecare, să atingă discul electroscopului cu degetul pentru un timp scurt după care să retragă bagheta de ebonită.	**2. observă** că electroscopul rămâne electrizat. **Stabilesc** o metodă de determinare a semnului sarcinii electrice a acestuia;
3. - **să stabilească** experimental sarcina electrică cu care rămâne încărcat electroscopul.	**3. formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), distribuind o fişă de lucru cu tema de casă care conţine întrebări referitoare la interacţiunea corpurilor electrizate prin diferite procedee.	• **Efectuează tema pentru acasă** - lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă rezultatele obţinute, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): structura atomului, legea lui Coulomb, câmpul electric, conservarea sarcinii electrice, explicarea electrizării corpurilor.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat: structura atomului *(din materia studiată la chimie în clasa a VII-a).*	• **Evocă** structura atomului, distribuţia masei şi a sarcinii electrice în interiorul atomului, diferenţa dintre conductoare şi izolatoare electrice.
• **Defineşte** sarcina electrică elementară şi **cere elevilor** să explice starea de electrizare a corpurilor din punct de vedere microscopic.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. *- sarcina electrică este cuantificată;* *- corpurile electrizate pozitiv au deficit de electroni iar cele electrizate negativ au surplus de electroni.*
• **Enunţă (operaţional)** legea lui Coulomb $F = k \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$ şi **cere elevilor** să precizeze cum variază valoarea forţei de interacţiune: - la dublarea, respectiv, triplarea distanţei dintre corpurile electrizate. - la înjumătăţirea sarcinii unuia din corpurile electrizate, respectiv a ambelor corpuri.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Cere elevilor** să explice interacţiunea la distanţă a corpurilor electrizate şi să indice o altă forţă din natură care are o comportare asemănătoare.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Defineşte** câmpul electric şi **cere elevilor** ca pe baza acestuia să explice acţiunea reciprocă dintre corpurile electrizate.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. *- fiecare corp electrizat generează propriul câmp electric care acţionează asupra celuilalt corp electrizat.*
• **Cere elevilor** să explice electrizarea corpurilor.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. *- electrizarea prin frecare şi prin contact se explică prin transfer de electroni;* *- electrizarea prin influenţă a conductorilor are loc prin migraţia electronilor.*

• **Stimulează** elevii să stabilească relaţia dintre numărul de electroni pe care îi au corpurile înainte de procesul de electrizare şi după realizarea acestuia.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. - *sarcina electrică totală a unui sistem izolat se conservă.*
• **Stimulează** elevii să explice experimentele realizate în lecţia 1 şi în lecţia 2.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), distribuind o fişă de lucru cu tema de casă care conţine probleme referitoare la legea lui Coulomb, explicarea electrizării corpurilor şi conservarea sarcinii electrice.	• **Efectuează tema pentru acasă** - lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

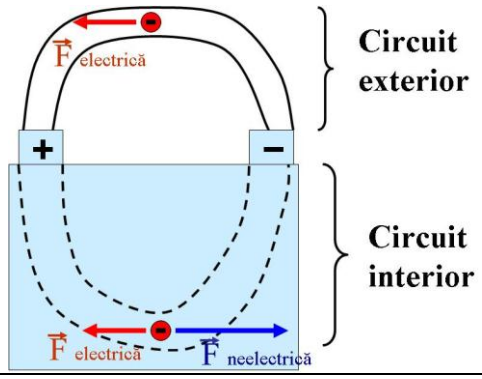
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

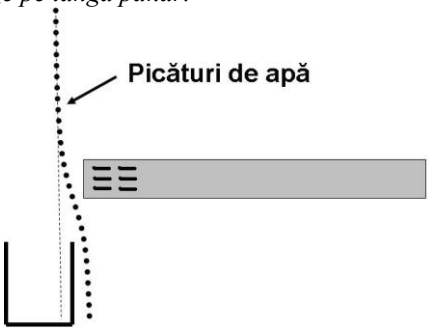
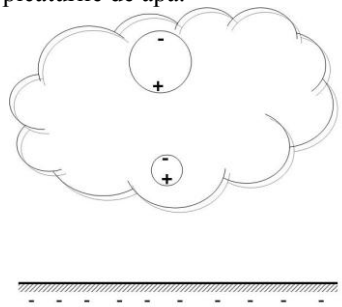
Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă rezultatele obţinute, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la tensiunea şi intensitatea curentului electric (noţiuni studiate la fizică în clasa a VI-a), utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): lucrul mecanic al forţelor electrice, tensiunea electrică, generatoare electrice.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Prezintă** elevilor următoare situaţie: *două corpuri electrizate pozitiv cu sarcinile q respectiv Q se găsesc la distanţa R în stare de repaus. Corpul cu sarcina Q este fixat în timp ce corpul cu sarcina q este eliberat.* **Cere elevilor** să răspundă la următoarele întrebări: *- Cum explicăm faptul că atunci când corpurile se vor găsi la distanţa r sistemul va avea energie cinetică?* *- Putem calcula lucrul mecanic efectuat de forţa electrică cu produsul dintre valoarea forţei şi distanţa parcursă?*	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. *- Forţa electrică efectuează lucru mecanic asupra corpului cu sarcina q ceea ce duce la creşterea energiei lui cinetice.* *-Nu deoarece forţa electrică depinde de distanţa dintre corpuri.*
• **Prezintă** elevilor modul de calcul al lucrului mecanic al forţei electrice cu forţa medie *calculată ca medie geometrică a valorilor iniţială şi finală.*	• **Exprimă** formula lucrului mecanic. *L=q(kQ/R-kQ/r)*

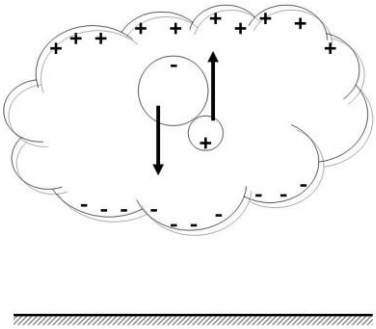
$L = F_{medie} \cdot d = \sqrt{F_{initial} \cdot F_{final}} \cdot d$ **Cere elevilor** să exprime acest lucru mecanic în funcţie de Q,q,R şi r.	
• **Defineşte** pe baza formulei deduse potenţialul electric creat de o sarcină punctiformă *ca fiind o mărime fizică caracteristică câmpului electric*. V=kq/r **Defineşte** tensiunea electrică *ca fiind diferenţa de potenţial dintre două puncte ale unui câmp electric*. **Cere elevilor** să stabilească legătura dintre lucrul mecanic efectuat de câmpul electric şi tensiunea electrică. **Cere elevilor** să definească voltul pe baza relaţiei anterioare.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. $L=q(V_{iniţial}-V_{final})=qU$ $<U>_{SI}=J/C=V$
• **Prezintă elevilor** următoarea situaţie: *Două corpuri metalice electrizate cu sarcini egale şi de semn contrar se unesc cu un fir conductor.* 1. **Cere elevilor** să explice ce se întâmplă atât macroscopic cât şi la nivel microscopic. 2. **Stimulează elevii** să găsească calitativ ce ar trebui făcut pentru ca prin firul conductor să treacă un curent electric continuu. 3. **Stimulează elevii** să definească generatorul electric. **Cere elevilor** să deseneze schema bloc a unui generator, să reprezinte circuitul exterior şi pe cel interior specificând tipurile de forţe care acţionează în fiecare caz (*electrice respectiv neelectrice*) asupra electronilor.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. *1. Electronii migrează (într-un timp foarte scurt) prin firul conductor până la neutralizarea corpurilor.* *2. Ar trebui ca electronii care ajung la corpul electrizat pozitiv să fie transportaţi, împotriva câmpului electric, înapoi la cel negativ.* *3. Generatorul este dispozitivul care menţine la bornele sale o tensiune constantă.* 
• **Cere elevilor** să stabilească o analogie între un circuit electric (baterie, conductoare, bec) şi o instalaţie de încălzire de apartament (centrală termică, calorifere). • **Accentuează** răspunsul la întrebarea de investigat: *Aşa cum pompa de apă nu produce apă ci menţine între punctele ei, de intrare respectiv de ieşire, o diferenţă de presiune aşa şi generatorul nu produce electroni ci îi „pompează” menţinând la bornele sale o diferenţă de potenţial (tensiune) electrică constantă.*	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. *Bec-calorifer, electroni-apă, generator-pompă de apă.*
• **Cere elevilor** să descopere mărimi caracteristice instalaţiei de încălzire care să fie analoage intensităţii şi tensiunii electrice.	*Intensitate-debit, tensiune-diferenţă de presiune, masa-sarcina electrică*
• **Cere elevilor** să dea exemple de generatoare electrice şi să specifice în fiecare caz energia primară care va fi parţial transformată în energie electrică.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) distribuind o fişă de lucru cu tema de casă care conţine probleme	• **Efectuează tema pentru acasă** - lucrând pe grupe/ individual.

referitoare la lucrul mecanic al forţelor electrice şi tensiunea electrică.	

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la intensitatea curentului electric, utilizarea unor instrumente de măsură, „*Cum se formează fulgerele?*” norme de protecţia muncii în laborator etc., (noţiuni studiate la fizică în clasa a VI-a); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): fenomene electrice în atmosferă-fulgere, trăsnete, paratrăsnetul.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă rezultatele obţinute, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc. • **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. • **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebarea „*Cum se formează fulgerele?*”, de exemplu: „*probabil prin ciocnirea norilor*”; „*probabil se produce o electrizare prin frecarea dintre nori şi aer*” şi altele. • **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Prezintă elevilor** un experiment care pune în evidenţă electrizarea apei. *De picăturile de apă care curg dintr-o biuretă într-un pahar (chiar lângă peretele acestuia) apropie un baston de ebonită electrizat prin frecare astfel încât apa va curge pe lângă pahar.*  	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. *Picăturile de apă se electrizează prin influenţă.*
• **Cere elevilor** să explice fenomenul observat.	
• **Prezintă elevilor** faptul că suprafaţa Pământului este electrizată negativ şi **cere elevilor** să deseneze pe tablă suprafaţa Pământului şi două picături de apă dintr-un nor, una mică şi cealaltă mai mare, iar pe desen să reprezinte sarcinile electrice ţinând cont de concluzia stabilită în experimentul anterior.	• **Desenează** pe tablă şi **stabilesc** modul în care se electrizează picăturile de apă. 
• **Evidenţiază** faptul că *în cazul norilor de furtună există curenţi puternici, ascendenţi care antrenează picăturile mici de apă/gheaţă la înălţimi mari. Picăturile mari de apă/gheaţă coboară sub efectul gravitaţiei iar din ciocnirea lor sarcinile în regiunea de contact se compensează şi prin urmare cele mici vor rămâne electrizate pozitiv iar cele mari negativ.* • **Cere elevilor** ca pe baza acestui mecanism de electrizare a norilor să reprezinte sarcina electrică acumulată în regiunile inferioară	• **Desenează** pe tablă şi **stabilesc** modul în care se polarizează picăturile de apă.

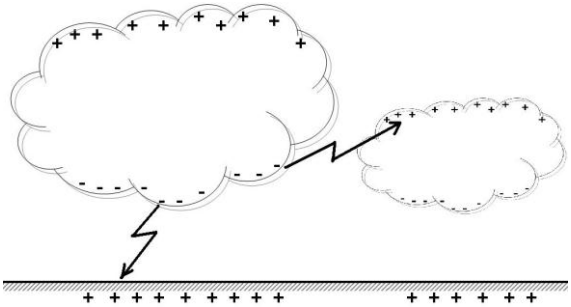
respectiv superioară a norului.



• **Observă** că *„norul şi curenţii de aer ascendenţi” se comportă ca un generator electric care produce o tensiune electrică între regiunile superioară respectiv inferioară a norului.*

• **Evidenţiază** faptul că această acumulare de sarcină este foarte mare şi **cere elevilor** să stabilească sarcina electrică indusă pe suprafaţa Pământului sub nor.
• **Defineşte** fulgerul şi trăsnetul.
• **Cere elevilor** să reprezinte schematic pe un desen cele două fenomene.
• **Cere elevilor** să explice fenomenele din punct de vedere al transferului de electroni.

• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.



• C**ere elevilor** să indice modul în care se protejează clădirile de trăsnete.

• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
Paratrăsnetul este un conductor la care un capăt trebuie să depăşească înălţimea clădirii, celălalt fiind îngropat adânc în pământ. El are rolul de a conduce descărcarea electrică direct în pământ protejând astfel construcţiile.

• *Pentru clasele avansate. **Prezintă elevilor** efectul de vârf:
- deasupra unui electroscop neutru trece un baston electrizat negativ;
- aşează pe discul electroscopului un corp metalic cu un vârf ascuţit şi repetă experimentul.
• **Explică** efectul de vârf şi mecanismul prin care s-a electrizat electroscopul.
• **Menţionează** faptul că: *deşi paratrăsnetele cu vârf ascuţit descarcă norii nu o pot face în mod eficient astfel încât trăsnetele să nu se producă. Deşi s-au fabricat şi vândut dispozitive care folosesc efectul de vârf pentru a descărca total norii s-a constatat (în anul 2003) că acestea nu sunt eficiente. Ultimele cercetări arată chiar că paratrăsnetele cu vârf bont protejează construcţiile mai eficient.*

• Elevii sunt ghidaţi **să observe/ explice:**
- *Electronii de pe tija electroscopului migrează astfel încât la apropierea bastonului lamela deviază iar la îndepărtarea lui revine în poziţia iniţială.*
- *Electroscopul rămâne electrizat. Testează sarcina şi constată că este negativă. Electronii „au trecut” de pe baston pe electroscop.*
- *Stabilesc corespondenţa: baston-nor, electroscop-casă, corp cu vârf ascuţit-paratrăsnet.*

• **Consiliază elevii** care întâmpină dificultăţi la realizarea proiectului pentru evaluarea finală.

• Organizaţi în grupe, **prezintă** profesorului eventualele dificultăţi sau probleme noi întâlnite în efectuarea proiectului aspecte interesante sesizate etc.

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă). Finalizarea proiectelor pentru evaluarea finală.

• **Efectuează tema pentru acasă** - lucrând pe grupe.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 6

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[12]; • **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ****Îşi propun să expună produsele realizate** *în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele*.

Bibliografie

(10) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(11) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(12) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(13) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;

[12] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

13. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
14. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
15. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
16. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

(14) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.htm
(15) http://en.wikipedia.org/wiki/Lightning_rod
(16) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

Unitatea de învăţare:VIII.6
Legea lui Ohm pentru o porţiune de circuit
sau
„Ce fel de bec ar trebui să cumpăr pentru ca lanterna mea să lumineze normal?”

Iulian Leahu

Clasa: a VI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **5**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **III. Curentul electric. 1. Circuite electrice**. *Componentele unui circuit electric.* Tensiunea electrică. *Măsurarea tensiunii şi intensităţii curentului electric*. Intensitatea curentului electric. Tensiunea electromotoare. Rezistenţa electrică. Legea lui Ohm pentru o porţiune de circuit. Legea lui Ohm pentru (extinsă la) întregul circuit. Legile lui Kirchhoff: legea I, **legea a II-a*. **Gruparea rezistorilor*. **Divizor de tensiune* (Programa de fizică pentru clasa a VIII-a/ 2009).
Modelul de învăţare asociat: **EXPERIMENTUL**
Competenţe specifice: derivate din **modelul experimentului**, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Competenţe specifice** (Modelul de predare)
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei, formularea ipotezelor şi planificarea experimentului;
II. Explorare - Experimentare	2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele experimentului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii declanşate de sesizarea unei probleme a cărei soluţie presupune realizarea unui experiment în condiţii de laborator, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului. Procesul cognitiv central este *inducţia sau generalizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza observării unor exemple şi contraexemple ale conceptului de învăţat).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de situaţii-problemă, de exemplu: *„Ca să lumineze normal, la bornele unei baterii ar trebui să conectez un bec pe care să fie înscrisă o tensiune de alimentare (nominală) mai mică decât tensiunea înscrisă pe baterie. Ce fel de bec ar trebui să cumpăr?”*. Pe parcurs, gândirea elevilor se va dezvolta către ideea: *„Generatorul electric însuşi consumă o parte din ceea ce produce”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Avansarea ipotezelor şi planificarea experimentului;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrarea fenomenelor electrice într-un concept mai cuprinzător (fenomene electromagnetice, interacţiuni etc.), aspecte istorice ale descoperirii lui Ohm etc.,	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale (în diverse maniere: oral, scris, prin desene, experimente, mimare etc.) privind curentul electric, necesitatea cunoaşterii în activitatea zilnică etc.;

produse tehnologice care *ilustrează întrebarea din tema unităţii de învăţare*; **stimulează** atenţia şi interesul elevilor pentru ceea ce urmează să fie învăţat, prin intermediul unor poante, poveşti, imagini captivante, lansarea unei întrebări incitante, unei probleme, studiu de caz (cu soluţie experimentală), pe care focalizează prezentarea, astfel încât elevii să fie atenţi la expunere pentru a afla răspunsul; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Cere elevilor** să evoce definiţia circuitului electric (prin enumerarea elementelor care compun un circuit) şi **prezintă** simbolurile utilizate în schemele unor circuite electrice simple (desenate pe tablă);	• **Evocă** elemente de circuit cunoscute, semne convenţionale utilizate în schemele electrice, **observă** *simbolurile* elementelor de circuit electric;
• Plecând de la *întrebarea din temă*, **demonstrează experimental** (folosind un bec, o baterie şi un voltmetru) că tensiunea de la bornele unui bec care funcţionează normal este mai mică decât tensiunea înscrisă pe baterie (pe care o numeşte *tensiune electromotoare*, t.e.m.), **prezintă elevilor** modul de utilizare a voltmetrului şi **ghidează gândirea** elevilor către observarea interacţiunii dintre generator şi consumator;	• **Formulează** ipoteze cu privire la explicarea diferenţelor observate între tensiunile măsurate;
• **Oferă grupelor de elevi** elemente de circuit electric: 4-5 baterii de 1,5 V (dintre care unele uzate); 3-4 becuri diferite (unul ars) cu soclu, de 2,5 V - 6,3 V; conductoare de legătură (unul întrerupt); un întrerupător electric; un voltmetru cu o scală de 5 V şi **cere elevilor**: - **să realizeze** circuite electrice simple (pe baza schemelor desenate pe tablă); - **să verifice** dacă becurile, bateriile, întrerupătorul, conductoarele de legătură sunt în stare de funcţionare (nu sunt îmbătrânite, deteriorate, întrerupte); - **să selecteze** dintre materialele oferite pe cele care au constatat că funcţionează optim; - **să grupeze** generatoarele în serie, pentru a adecva t.e.m. la tipul de bec; - **să observe** diferenţele dintre t.e.m. (menţinută constantă) şi tensiunea de la bornele unui bec, în funcţie de tipul de bec conectat la baterie; - **să înregistreze** şi **să comunice** observaţiile realizate şi ipotezele cu privire la interacţiunea dintre generator şi consumator, la relaţia dintre tensiunea înscrisă pe baterie (tensiune electromotoare) şi tensiunea înscrisă pe bec/ tensiune nominală, de funcţionare normală;	• Organizaţi în grupuri de lucru: - **realizează** circuite electrice simple pe baza schemelor prezentate; - **verifică** starea de funcţionare; - **înregistrează** diferenţele dintre t.e.m. (menţinută constantă) şi diferitele tensiuni la bornele a diferite becuri; • Organizaţi în grupuri de lucru, **constată** că: - mai multe baterii grupate în serie măresc intensitatea luminoasă a unui bec; - prea multe baterii pot „arde” un bec şi pentru a-l proteja trebuie să ţinem cont de tensiunea înscrisă pe bec; - pentru ca un bec să lumineze normal, tensiunea înscrisă pe el trebuie să fie ceva mai mică decât tensiunea înscrisă pe baterie (ori suma tensiunilor înscrise pe baterii când sunt grupate în serie); - unele becuri măresc, altele micşorează diferenţa dintre t.e.m. şi tensiunea la bornele becului în funcţiune;
• **Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare,	• **Identifică produse** pe care ar dori să le realizeze şi evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[13]	• **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, convin modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor***; [14]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor să gândească şi să prezinte, după preferinţe, alcătuirea *portofoliului* necesar evaluării finale.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând în grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute/ ipotezele formulate cu privire la efectele interacţiunii dintre generator şi consumator, la cauzele diferenţelor dintre t.e.m. şi tensiunea de la bornele becului etc.;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **ipoteze** privind relaţia curent-tensiune pentru elemente de circuit;	
• **Demonstrează elevilor** *modul de utilizare a voltmetrului şi ampermetrului*, **oferă elevilor** (pe grupe): 5-6 baterii de 1,5 V; o bobină (conductor bobinat); conductoare de legătură; un întrerupător electric; voltmetru cu o scală de 10 V; un	• Organizaţi în grupuri de lucru, **elevii pot sesiza** o *relaţie de directă proporţionalitate* între tensiuni şi curenţi (prin idealizarea/ abstractizarea rezultatelor obţinute);

[13] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[14] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

ampermetru cu o scală de 1 A şi **cere elevilor**: - **să realizeze** circuitul cu generator şi bobină; - **să măsoare** *tensiunea* aplicata la bornele bobinei şi *intensitatea curentului* care o parcurge; - **să modifice** tensiunea de la bornele bobinei, prin numărul de baterii conectate în serie; - **să înregistreze** într-un tabel tensiunile şi curenţii corespunzători; - **să formuleze ipoteze** cu privire la *relaţia dintre curent şi tensiune*;	
• **Oferă elevilor** elemente de circuit electric: 5-6 baterii de 1,5 V; un bec cu soclu (de 6,0 V - 6,3 V); conductoare de legătură; un întrerupător electric; voltmetru cu o scală de 10 V; un ampermetru cu o scală de 1 A şi **cere elevilor** - **să realizeze** circuitul electric de alimentare a becului; - **să măsoare** tensiunea aplicata la bornele becului şi intensitatea curentului care îl parcurge; - **să modifice** tensiunea de la bornele becului, prin numărul de baterii conectate în serie; - **să înregistreze** într-un tabel tensiunile şi curenţii corespunzători; - **să formuleze ipoteze** cu privire la *relaţia dintre curent şi tensiune*;	• Organizaţi în grupuri de lucru, **observă** că tensiunea şi curentul nu se află într-o relaţie de directă proporţionalitate;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: 1. să reprezinte grafic relaţia dintre curent şi tensiune pentru seturile de valori înregistrate; 2. să compare graficele obţinute pentru bobină şi bec şi să formuleze ipoteze cu privire la diferenţele observate; 3. să conceapă experimente proprii pentru a verifica ipotezele propuse etc.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute, **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă şi **să distingă reguli/ pattern-uri** în datele colectate, pe baza reprezentărilor grafice realizate, prin *idealizarea/ abstractizarea* acestora; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Comunică rezultatele** obţinute prin efectuarea temei pentru acasă şi **observă**: - în cazul bobinei, relaţia liniară dintre curent şi tensiune (graficul este o linie dreaptă care trece prin originea sistemului de coordonate: pentru bobină, curentul şi tensiunea sunt direct proporţionale); în cazul becului, relaţia neliniară dintre curent şi tensiune;

protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): relaţia curent-tensiune pentru diferite elemente de circuit;	
• **Denumeşte** relaţia liniară dintre curent şi tensiune *legea lui Ohm* (pentru o porţiune de circuit) şi **cere elevilor**: - **să definească** elementele de circuit *liniare* (*rezistoare electrice*) şi *neliniare*, în funcţie de diferenţele dintre graficele realizate; - **să enunţe** *legea lui Ohm* şi *să distingă limitele de aplicabilitate* a enunţului obţinut;	• **Caracterizează** elementele de circuit liniare ca fiind acelea pentru care graficul relaţiei curent – tensiune este o linie dreaptă (idealizată) ce trece prin originea sistemului de coordonate; • **Enunţă** *legea lui Ohm* ca relaţie de proporţionalitate între curentul care apare printr-un anumit rezistor şi tensiunea aplicată, respectiv, aplicabilitatea pentru elemente de circuit liniare (precum conductorul bobinat);
• **Cere elevilor** să calculeze pentru fiecare pereche de măsurători înscrise în tabele, în cazurile bobinei şi becului (adăugând în tabele câte o coloană), raportul dintre tensiune şi curent (U/I) şi **să comunice** constatările lor;	• **Calculează** raportul U/I pentru seturile de măsurători şi notează rezultatele şi comunică: *1. raportul dintre tensiune şi curent pentru bobină este aproximativ constant; 2. acelaşi raport pentru bec variază, în sensul creşterii valorii sale odată cu creştere curentului prin bec*;
• **Cere elevilor* *(facultativ) să înscrie în tabelul bobinei (adăugând o coloană) şi* ***să comunice*** *rezultatele lor pentru:* - *valoarea medie a rapoartelor* U/I: $(U/I)_m$ (după eliminarea *erorilor grosolane*); - *erorile absolute asociate măsurătorilor*; $\Delta(U/I)=U/I-(U/I)_m$; - *eroarea absolută medie*: $\Delta(U/I)_m$; - *rezultatul măsurării (rezistenţa electrică a bobinei):* $U/I=(U/I)_m \pm \Delta(U/I)_m$;	• **Efectuează calcule*;
• **Denumeşte** raportul dintre tensiune şi curent *rezistenţă electrică*, prezintă *unităţi de măsură*, instrumentul de măsură, simboluri folosite şi **cere elevilor** să reformuleze *legea lui Ohm* în termeni de *rezistenţă electrică*;	• **Enunţă**: 1. rezistenţa electrică a bobinei nu depinde (semnificativ, sesizabil) de curentul care o străbate, spre deosebire de rezistenţa bobinei care creşte cu creşterea curentului prin bobină; 2. legea lui Ohm exprimată ca $I=U/R$, pentru un anumit conductor, în condiţii date;
• **Ghidează elevii să explice variaţia rezistenţei electrice a becului pe baza teoriei microscopice a substanţei, respectiv, să identifice natura rezistenţei electrice a unui element de circuit (rezistiv);*	• **Organizaţi în grupuri de lucru, elevii* ***observă:*** - *rezistenţa electrică a becului creşte cu creşterea temperaturii filamentului (creşterea intensităţii luminii emise);* - *creşterea temperaturii este reprezentată prin creşterea agitaţiei termice a moleculelor conductorului parcurs de curent;* - *rezistenţa electrică a unui conductor provine din numărul de ciocniri între purtătorii de sarcină electrică ce constituie curentul (electroni, în cazul filamentului) şi atomii/ moleculele corpului parcurs de curent, număr care creşte odată cu creşterea agitaţiei termice;* - *creşterea agitaţiei termice, respectiv, a temperaturii filamentului este determinată de creşterea numărului de electroni care constituie curentul electric (intensitatea curentului), ca urmare, creşterea acestuia înseamnă creşterea energiei cedate de curent către atomii filamentului, manifestate ca încălzire a filamentului;* - *numărul ciocnirilor dintre electroni şi ionii filamentului (reţelei cristaline a conductorului) depinde atât de densitatea („concentraţia”) sarcinii electrice transportate prin filament, cât şi de densitatea ionilor reţelei cristaline a conductorului parcurs de curent;*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să utilizeze legea lui Ohm în calculul rezistenţei electrice, a tensiunii aplicate şi a intensităţii curentului pentru diferite elemente de circuit (culegere de probleme).	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *legea lui Ohm extinsă la întregul circuit*; **revine la întrebarea iniţială**: „Ce fel de bec ar trebui să cumpăr pentru lanterna mea, pentru ca becul să lumineze normal?”, cerând elevilor să **prezinte noi argumente** la întrebare;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** aspecte interesante, dificultăţi întâlnite, noi probleme, **argumente** la întrebarea iniţială etc.;
• ******Oferă elevilor* *materiale: 2 baterii de 1,5 V; un bec cu soclu de 2,5 V; conductoare de legătură; un întrerupător electric; voltmetru cu o scală de 10 V şi un ampermetru cu o scală de 1 A şi* ***cere elevilor****:* - ***să măsoare*** *tensiunea electrică aplicata la bornele bateriei (aceleaşi cu bornele becului), respectiv, intensitatea curentului prin bec, în cazurile când circuitul de alimentare a becului este deschis şi circuitul este închis*; - ***să comunice*** *rezultatele obţinute*;	• ******Măsoară* *tensiunea la bornele bateriei aflate în circuit deschis, apoi în circuit închis (becul luminează) şi observă că la bornele bateriei se regăseşte o tensiune mai mică atunci când produce curent, decât atunci când nu produce*;
• **Defineşte (operaţional)** tensiunea electromotoare (*E*) şi tensiunea la borne (*U*) ca tensiunile măsurate la bornele generatorului aflat în circuit deschis (*I*=0), respectiv, închis (*I*≠0), **denumeşte** diferenţa dintre ele tensiune internă: *u=E-U* şi **cere elevilor** să explice această diferenţă;	• **Formulează ipoteze** privind diferenţa dintre tensiunea electromotoare şi tensiunea la borne, fiind ghidaţi să descopere că: - generatorul electric este parcurs de acelaşi curent care străbate circuitul exterior; - ca urmare, generatorul trebuie să fie capabil să suporte curentul produs, în caz contrar, se poate distruge; - generatorul „consumă” o parte din ceea ce produce, numită tensiune internă; - prin analogie cu rolul rezistorului exterior (filamentul becului), generatorul are propria *rezistenţă internă*; - *tensiunea internă* (sau căderea de tensiune pe circuitul interior al generatorului) este determinată de o „rezistenţă internă” a generatorului; - scriu expresia *tensiunii electromotoare* ca suma dintre tensiunea la borne (căderea de tensiune pe circuitul exterior) şi tensiunea internă (căderea de tensiune pe

	circuitul interior): $E=U+u$;
• **Cere elevilor să deducă** *legea lui Ohm extinsă la întregul circuit*, pe baza relației $u=E-U$, respectiv, analogia dintre căderea de tensiune pe *circuitul exterior* ($U=R\cdot I$) și căderea de tensiune pe *circuitul interior* ($u=r\cdot I$);	• **Calculează (deduc)** *legea lui Ohm extinsă la întregul circuit*: $I=E/(R+r)$;
• **Definește (operațional)** curentul de scurtcircuit ($I_{sc}=E/r$, pentru $R=0$) și cere elevilor **să calculeze**: 1. tensiunea electromotoare, tensiunea la borne, tensiunea internă și rezistența internă pentru un generator aflat în circuit electric; 2. curentul de scurtcircuit (I_{sc}) în cazuri particulare;	• **Calculează** mărimile cerute;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să aplice „legile lui Ohm” pentru: 1. a calcula rezistența, tensiunea și curentul prin diferite elemente de circuit; tensiunea electromotoare, tensiunea la borne, tensiunea internă și rezistența internă pentru un generator aflat în circuit; curentul de scurtcircuit (I_{sc}); 2. a exemplifica întrebarea inițială etc.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Lecția 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învățare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea temelor efectuate acasă și cere elevilor să prezinte rezultatele obținute; • **Vizează** *cunoștințele anterioare* ale elevilor, *preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice*, *nevoile de cunoaștere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Organizați în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* și **evocă** dificultăți/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante etc.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul și obiectivele lecției): *legile (teoremele) lui Kirchhoff*;	
• **Oferă elevilor** materiale: 2-3 baterii de 1,5 V; două becuri cu soclu de 2,5 V – 3,5 V; conductoare de legătură; un întrerupător electric; voltmetru cu o scală de 10 V și un ampermetru cu o scală de 1 A și **cere elevilor**: - **să deseneze** schema unui circuit cu becurile grupate în serie și **să realizeze** practic circuitul (incluzând întrerupătorul electric); - **să măsoare** tensiunea electrică aplicata la bornele bateriei (aceleași cu bornele grupării de becuri), respectiv, tensiunile la bornele becurilor; - **să măsoare** intensitatea curentului în diferite puncte ale circuitului neramificat (I_1, I_2, …); - **să înregistreze** măsurătorile; - **să formuleze** constatări/ concluzii;	• **Formulează** următoarele generalizări, pe baza măsurătorilor înregistrate: - *intensitatea curentului electric este constantă, aceeași în toate punctele unui circuit neramificat*; - *tensiunea electrică de la bornele unei grupări de rezistoare în serie este egală cu suma tensiunilor măsurate la bornele fiecărui rezistor (suma căderilor de tensiune pe elementele grupării)*;
• **Prezintă** elevilor (pe baza conversației cu elevii) schema unui circuit electric cu becurile grupate în paralel, reprezintă orientările curenților prin ramurile circuitului și **cere elevilor să identifice**: - *nodurile de rețea* (puncte în care se întâlnesc cel puțin trei conductoare de legătură); - *ramurile de rețea* (porțiuni de circuit cuprinse între două noduri consecutive);	• **Formulează** răspunsuri;

- *ochiuri de reţea* (circuite închise alcătuite din ramuri de reţea);	
• **Oferă elevilor** materiale: 2-3 baterii de 1,5 V; două becuri cu soclu de 2,5 V – 3,5 V; conductoare de legătură; un întrerupător electric; voltmetru cu o scală de 10 V şi un ampermetru cu o scală de 1 A şi **cere elevilor**: - **să deseneze** schema unui circuit cu becurile grupate în paralel şi să realizeze practic circuitul (incluzând întrerupătorul electric); - **să măsoare** tensiunea electrică aplicata la bornele bateriei, respectiv, tensiunile aplicate la bornele fiecărui bec; - **să măsoare** intensitatea curentului în diferite puncte ale circuitului ramificat: prin generator, respectiv, prin becuri; - **să înregistreze** măsurătorile; - **să formuleze** constatări/ concluzii;	• **Formulează** următoarele generalizări, pe baza măsurătorilor înregistrate, cu sprijinul profesorului: - *intensitatea curentului electric care intră într-un nod de circuit este egală cu suma curenţilor care ies din nodul de reţea*; - *tensiunea electrică măsurată la bornele unei grupări de rezistoare în paralel este egală cu tensiunile măsurate la bornele fiecărui rezistor*;
• **Denumeşte** enunţurile (concluziile) stabilite *legile lui Kirchhoff* şi ghidează elevii **să generalizeze** *legea a doua, pentru un ochi de reţea* (într-o variantă intermediară), plecând de la relaţiile: a) $E=U+u$; b) tensiunea de la bornele grupării de becuri este egală cu suma tensiunilor măsurate la bornele fiecărui bec, $U=U_1+U_2$;	• **Sintetizează** informaţiile şi **formulează** *legile lui Kirchhoff* (într-o variantă intermediară): - *pentru un nod de reţea, intensitatea curentului electric care intră în nod este egală cu suma curenţilor care ies din nodul de reţea*; - *pentru un circuit electric neramificat, tensiunea electromotoare a generatorului este egală cu suma căderilor de tensiune pe elementele circuitului, incluzând căderea de tensiune pe circuitul interior, în forma*: $E=R_1I+R_2I+ \dots +r\cdot I$;
• **Cere elevilor să aplice** *legile lui Kirchhoff* circuitului ramificat (cu becuri în paralel) şi **ghidează elevii să observe** că semnele termenilor din enunţul privind ochiuri de reţea depinde de sensul curenţilor prin elementele ochiului de reţea, relativ la sensul (arbitrar) de parcurgere;	• **Sintetizează** informaţiile şi **formulează** *legea a doua a lui Kirchhoff în a doua variantă intermediară (pentru un circuit cu un singur generator)*;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să aplice legile (teoremele) lui Kirchhoff în cazuri particulare (oferite/ la alegere).	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Lecţia 6

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor** efectuate acasă şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante etc.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): noţiunea de *rezistenţă echivalentă*;	
• **Defineşte** *rezistenţa echivalentă* a unei grupări de rezistoare şi cere elevilor **să calculeze** *rezistenţa echivalentă* pentru mai rezistoare grupate în serie, respectiv, în paralel, aplicând legile (teoremele) studiate;	• **Elevii sunt ghidaţi** de profesor: - **să deseneze** schemele rezistoarelor grupate în serie, în paralel şi **să noteze** pe scheme rezistenţe, tensiuni şi curenţi; - **să aplice** legile lui Ohm/ Kirchhoff pentru a obţine expresia *rezistenţei echivalente* a unei grupări de rezistoare în serie, în paralel;

• **Implică elevii* *în aplicarea relaţiilor obţinute pentru calculul şi construcţia unui divizor de tensiune (potenţiometru), extinderea scalelor unor instrumente de măsură etc.*;	• **Rezolvă probleme/ întrebări* *implicând relaţiile obţinute*;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor **să pregătească** prezentările lucrărilor proprii pentru evaluarea finală: *referate bibliografice (prezentări PowerPoint); „Jurnal de observaţii”; experimente şi construcţii de dispozitive; colecţii de probleme rezolvate; filmări proprii sau filme de montaj* etc.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 7

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, **noţiunea de rezistivitate electrică*;	
• **Oferă elevilor materiale: 2-3 baterii de 1,5 V; un fir de sârmă de nichelină (de la reşoul electric); conductoare de legătură; un întrerupător electric; voltmetru cu o scală de 10 V şi un ampermetru cu o scală de 100 mA şi* **cere elevilor** *în următoarele situaţii:* - ***să măsoare*** *rezistenţa electrică a firului între un capăt şi puncte reprezentând 1/6, 1/5, 1/4, 1/3, 1/2 etc. din lungimea firului;* - ***să măsoare*** *rezistenţa electrică între capetele firului pliat în două, trei, patru, cinci etc. părţi egale;* - ***să înregistreze*** *şi să reprezinte grafic rezultatele obţinute şi* ***să formuleze*** *constatări/ concluzii pe baza datelor înregistrate*;	• **Pe baza măsurătorilor înregistrate,* ***comunică*** *în clasă următoarele observaţii, respectiv, generalizări*: - *rezistenţa electrică a firului de sârmă (conductor liniar) creşte proporţional cu lungimea firului*; - *rezistenţa electrică a firului variază invers proporţional cu aria secţiunii transversale*; - *formulează enunţul*: R~l/S;
• **Defineşte noţiunea de rezistivitate electrică (constanta de proporţionalitate a relaţiei dintre rezistenţa electrică şi dimensiunile unui conductor) şi cere elevilor* ***să determine***	• **Efectuează determinarea experimentală a rezistivităţii, evidenţiind semnificaţia fizică a noţiunii*;

experimental *rezistivitatea unui conductor dat*;	
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**;[15]	• **Prezintă** portofoliile, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte** elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• *****Îşi propun*** *să* ***expună produsele realizate*** *în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale,* ***să informeze*** *factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele*.

Bibliografie:

(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.htm
(6) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

[15] **Criteriile de evaluare finală** vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.
Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite" corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

17. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
18. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
19. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
20. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:VIII.7

Energia şi puterea electrică. Efectele curentului electric.

sau

„Câtă energie se degajă într-un fulger şi ce putere electrică dezvoltă un fulger? ”

sau

„Cum ar putea fi determinate caracteristicile unei descărcări electrice?”

Cum ar putea oamenii utiliza energia electrică a fulgerelor?

Ioan Stan

Clasa: a VIII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 6
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: 1.Energia şi puterea electrică. 2. Legea lui Joule. 3. Efectul termic al curentului electric. 4. Efectul chimic al curentului electric. Electroliza. (Programa de fizică pentru clasa a VI-a).
Modelul de învăţare asociat: **REZOLVARE DE PROBLEME**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei şi avansarea strategiilor de rezolvare;
II. Explorare - Experimentare	2. Generarea soluţiilor alternative;
III. Reflecţie - Explicare	3. Evaluarea şi alegerea soluţiei adecvate;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea soluţiei şi a predicţiilor bazate pe ea şi raportarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea soluţiei.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele rezolvării de probleme** (definind competenţe specifice), ca o succesiune lecţii declanşate de „sesizarea unei probleme autentice, din viaţa reală” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor rezolvării problemei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea mijloacelor* (elevii dezvoltă noile cunoştinţe, analizând reuşitele parţiale ale acţiunilor lor, prin analogie cu modele deja exersate).

Interesul elevilor pentru studiul temei este declanşat de o propunere incitantă, de exemplu: „*Atmosfera Pământului poate fi comparată cu un enorm generator Van der Graaf cufundat într-un mediu conductor. Tensiunea „bornelor” generatorului este de 400000 V iar curentul de 1800 A, astfel puterea acestuia este de 700MW. Aceasta se datorează faptului că Pământul este bombardat de raze cosmice şi ionizările produse fac ca atmosfera să devină conductoare.*”. Pe parcurs, gândirea elevilor este dirijată spre a analiza şi înţelege ce caracteristici au descărcările electrice din atmosferă.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul rezolvării de probleme): 1. Sesizarea problemei şi avansarea strategiilor de rezolvare;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare sau anticipare;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face diferite încercări de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (prelegere introductivă): focalizarea prezentării pe încadrarea *temei unităţii de învăţare* într-un concept mai general (experimentele ne ajută să rezolvăm probleme din viaţa de zi cu zi), pe aspecte istorice etc., prin intermediul unor poante, poveşti, imagini captivante, întrebări incitante, probleme, studiu de caz, produse tehnologice, etc. ilustrând *tema*; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (electrizarea, interacţiunea sarcinilor electrice, U, circuitul electric, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind explorarea *fenomenelor electrice* (q, electrizare, circuit electric, I, U, R, legile circuitului electric) prin utilizarea unor materiale şi aparate specifice, în conflict cu rezultatele explorării *vizuale*, *auditive*, *tactile* produse de organele de simţ; • **Argumentează** necesitatea cunoaşterii fenomenelor electrice în activitatea de zi cu zi;
• **Transmite elevilor mesajul**: Fizica întemeiază (demonstrează, descoperă) noţiunile într-un mod *experimental*, prin observaţie, măsurare, *controlul variabilelor*, descoperind *mărimi fizice* şi *legi experimentale*, în natură sau în laborator. Matematica întemeiază noţiunile într-un mod *teoretic*, prin *demonstraţie* sau *raţionament*. Dar multe dintre teoremele matematicii au esenţă *experimentală*. • **Transmite elevilor *problema de rezolvat*** (pe o fişă)în următoarele lecţii: obţinerea unor relaţii matematice, utile în viaţa de zi cu zi, prin interpretarea unor fenomene electrice, cu aplicaţii în tehnică şi realizarea unor conexiuni interdisciplinare: *„În timpul unei furtuni au avut loc descărcări electrice. Într-o staţie meteorologică au fost efectuate măsurători printre care au fost măsurate caracteristicile unui fulger şi s-a constatat că acesta a avut lungimea de 800 m şi o secţiune medie a canalului de scurgere de 50 cm^2 iar durata medie de 0,05 ms, pe de altă parte energia fulgerului a fost echivalentă cu energia necesară pentru a ţine aprins un bec de 100 W la U = 220 V timp de 90 zile. Se presupune în prima aproximaţie că toată energia descărcării se transformă în căldură.* *În condiţiile acestei măsurători se formulează următoarele întrebări privind acel fulger:* - *Cum se poate estima valoarea energiei electrice a fulgerului?* - *Ce putere dezvoltă?* - *Cum se pot stabili formulele de calcul şi unităţile de măsură pentru energia şi puterea descărcării?* - *Aţi putea pune în evidenţă experimental şi modela matematic alte fenomene/ efecte care*	• **Studiază** problema propusă

însoţesc descărcarea electrică descrisă? - *Presupunând că toată energia electrică a descărcării se transformă în căldură, evidenţiaţi mărimile fizice de care depinde căldura degajată, formulaţi în acest sens o lege şi stabiliţi relaţia ei matematică (Legea lui Joule)* - *La descărcarea electrică, pe lângă căldura degajată apare lumina, au loc ionizări (transformarea oxigenului în ozon), apar sunete (tunete).Aţi putea propune un experiment de laborator pentru a modela efectul curentului electric în lichide/electroliţi?"*	
• **Cere elevilor** să analizeze problema propusă din perspectiva găsirii de răspunsuri/realizării de experimente/formulării de concluzii şi demonstraţii/aplicării fenomenelor evidenţiate în tehnologii, în practică şi în viaţa de zi cu zi;	• **Analizează** problema şi încearcă formularea unor răspunsuri în baza experienţelor personale şi a unei documentări realizate prin mijloace multimedia;
• **Cere elevilor**: - **să evoce** experienţe personale legate de descărcările electrice;	• **Evocă** experienţe personale privind descărcările electrice;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale,** cum ar fi: - experimente, concluzii şi demonstraţii legate de energia şi puterea dezvoltată la descărcările electrice (presupunând că energia preluată de alte procese în timpul descărcării este neglijabilă) - realizarea unor referate/materiale intuitive cu privire la efectele ce însoţesc fulgerul - realizarea de fotografii cu etapele producerii fulgerului - realizarea unor eseuri literare pe tema descărcărilor electrice (*ex. Dialogul între fulger, tunet şi trăsnet*) - realizarea unor materiale legate de aplicaţiile în tehnologie a efectelor curentului electric	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor, de exemplu, *la alegere*: 1. să realizeze experimente care pun în evidenţă descărcările electrice; 2. să realizeze filmuleţe ale desfăşurării evenimentelor 3. să realizeze albume cu aplicaţiile practice ale fenomenelor	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Generarea soluţiilor alternative;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze,

experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Formulează *definiţii operaţionale*** pentru *sarcină electrică, intensitatea curentului, tensiunea electrică, lucrul mecanic ca formă de energie, legătura între lucrul mecanic în câmpul electric şi tensiune, noţiunea de putere mecanică/ electrică*
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze cu privire la **relaţia dintre energie şi putere** şi a unor efecte ale curentului electric;	• **Formulează ideile lor** şi comunică răspunsurile în clasă;
• **Oferă** elevilor materiale pentru experimente: elemente de circuit (cordoane, generatoare, întrerupătoare, rezistenţe electrice, instrumente de măsură etc.) necesare realizării de investigaţii experimentale pentru a rezolva situaţiile problemă cerute a fi verificate şi **cere** elevilor: - să verifice experimental cum depinde energia electrică de tensiune, intensitate şi durată - să verifice viteza de transformare a energiei electrice în căldură	• **Realizează** circuitele electrice conform unor scheme experimentale propuse de ei; • **Înregistrează** rezultatele măsurătorilor; • **Elimină** eventualele valori eronate; • **Propun** modalităţi de eficientizare a transferului de energie;
• **Stimulează elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, pe grupe şi **să distingă eventuale reguli**, prin *idealizarea/ abstractizarea* rezultatelor obţinute.	• **Sistematizează** rezultatele măsurătorilor în vederea formulării unor concluzii şi stabilirea unor relaţii între mărimile determinate;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), distribuie fişe de lucru ce conţin întrebări privind modalităţile de măsurare a energiei şi puterii curentului electric şi de citire a contorului din propria locuinţă, respectiv, a notaţiilor de pe aparatele electrocasnice	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual;

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Formulează definiţii operaţionale** *privind formele de energie şi procesele de transformare dintr-o formă de energie în alta*;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): - ipoteze privind *relaţia dintre căldura degajată*	• **Formulează ipoteze** privind - *dependenţa căldurii degajate la trecerea curentului electric într-un circuit de intensitate, tensiune, rezistenţă*

la trecerea curentului electric într-un circuit şi intensitate, tensiune, rezistenţă şi intervalul de timp; - ipoteze cu privire la *fenomenele ce apar la trecerea curentului electric într-un circuit care conţine şi un pahar Berzelius cu electroliţi*	*şi intervalul de timp, în urma experimentelor efectuate şi din experienţa cotidiană prin utilizarea aparatelor electrocasnice*; *- fenomenele ce apar la trecerea curentului electric într-un circuit care conţine şi un pahar Berzelius cu electroliţi*;
• **Distribuie** grupelor de elevi materiale (electrocalorimetru, cilindru gradat cu apă, termometru, conductoare, întrerupătoare, ampermetru, voltmetru, alimentator didactic, cronometru etc.) • **Cere** elevilor - să realizeze circuitul electric după o schemă dată - să efectueze mai multe măsurători modificând diferiţi parametri (tensiune, cantitate de apă, durată etc.)	• **Propun** procedee de realizare a experimentelor; • **Propun** modalităţi de creştere a *preciziei* măsurărilor;
• **Stimulează elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate înscrise în tabel, pe grupe şi *să distingă reguli/ pattern-uri*, prin *idealizarea/ abstractizarea* rezultatelor obţinute: - să înregistreze valorile măsurătorilor într-un tabel, respectiv în caietele elevilor - să prelucreze valorile experimentale obţinute; - să elimine dintre acestea *erorile grosolane*;	• **Înregistrează, prelucrează, elimină** erorile**, calculează** eventualele valori medii
• **Distribuie** grupelor de elevi materiale (pahar Berzelius cu electrolit, electrozi, conductoare, întrerupătoare, ampermetru, voltmetru, alimentator didactic/baterii electrice, cronometru, balanţă electronică etc.) • **Cere** elevilor - să realizeze circuitul electric după o schemă dată - să efectueze mai multe măsurători modificând diferiţi parametri (tensiune, concentraţia electrolitului, durată etc.)	• **Propun** procedee de realizare a experimentelor; • **Propun** modalităţi de creştere a *preciziei* măsurărilor;
• **Stimulează elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate înscrise în tabel, pe grupe şi *să distingă reguli/ pattern-uri*, prin *idealizarea/ abstractizarea* rezultatelor obţinute: - să înregistreze valorile măsurătorilor într-un tabel, respectiv în caietele elevilor - să prelucreze valorile experimentale obţinute; - să elimine dintre acestea *erorile grosolane*;	• **Înregistrează, prelucrează, elimină** erorile**, calculează** eventualele valori medii
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor, la alegere, de exemplu: 1. Să înregistreze consumul energetic al unor aparate electrocasnice; 2. Să se documenteze privind modalităţile de reducere a consumului energetic exemplificând marii consumatori energetici din industrie; 3. Să se informeze cu privire la tehnicile de protejare a instalaţiilor electrice de joasă şi de înaltă tensiune etc.; 4. Să se documenteze privind tehnologiile de rafinare electrolitică, de galvanoplastie, galvanostegie etc.;	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual;

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Sesizarea problemei şi avansarea strategiilor de rezolvare; 2. Generarea soluţiilor alternative; 3. Evaluarea şi alegerea soluţiei adecvate;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul observă exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Energia şi puterea curentului electric, efectul termic al curentului electric/efectul Joule, efectul chimic al curentului electric/electroliza	• **Formulează ideile lor** şi comunică răspunsurile în clasă
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat: sarcină electrică, câmp electric, lucrul mecanic în câmpul electric, potenţial electric/tensiune electrică, circuit electric, mărimi caracteristice circuitului electric etc. (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** noţiunile de: sarcină electrică, câmp electric, lucrul mecanic în câmpul electric, potenţial electric/tensiune electrică pentru o porţiune de câmp şi legea lui Ohm;
• **Defineşte** diferenţa de potenţial electric între 2 puncte ale unui câmp electric/ale unui circuit electric şi cere elevilor să stabilească legătura lucrul mecanic – energie în forme diferite şi în situaţii concrete • **Deduce** formula energiei electrice disipate pentru o porţiune de circuit: $U = \frac{L}{q} \Rightarrow L = U \cdot q$ din $I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = I \cdot t$ } $\Rightarrow L = U \cdot I \cdot t$ Dar $L \equiv W$ (energia electrică disipată pe porţiunea de circuit de rezistenţă R) sau $I = \frac{U}{R} \Rightarrow U = I \cdot R \Rightarrow W = R \cdot I^2 \cdot t$ • **Cere elevilor** să explice ce se întâmplă cu această energie în cazul unui consumator, în ce formă de energie se transformă şi să exprime unitatea de măsură pentru energie în Sistemul Internaţional.	• **Formulează ideile lor** şi comunică răspunsurile în clasă: diferenţa de potenţial/tensiunea electrică între 2 puncte reprezintă raportul dintre lucrul mecanic necesar pentru a transporta unitatea de sarcină electrică între cele 2 puncte; • **Formulează ideile lor** şi comunică răspunsurile în clasă;
• **Cere elevilor** să descrie modul cum am pune în evidenţă experimental faptul că nu toţi consumatorii au aceeaşi viteză de transformare a energiei în căldură;	• **Formulează ideile lor** şi comunică răspunsurile în clasă: - dau exemple de consumatori alimentaţi la aceeaşi tensiune dar care degajă căldură diferită; - deduc relaţia dintre puterea electrică şi tensiunea

• **Defineşte** puterea electrică $P=\frac{W}{t}$ şi **cere elevilor** să deducă: - relaţia dintre puterea electrică şi tensiunea electrică/rezistenţa electrică/intensitatea curentului; - unitatea de măsură pentru putere în Sistemul Internaţional;	electrică/rezistenţa electrică/intensitatea curentului; $P=U\cdot I=R\cdot I^2=\frac{U}{R}$ - deduc unitatea de măsură pentru putere în Sistemul Internaţional; $\triangleleft P\triangleright_{SI}=\frac{\triangleleft W\triangleright_{SI}}{\triangleleft t\triangleright_{SI}}=W(Watt)$
• **Deduce** relaţia pentru Legea lui Joule pornind de la rezultatele măsurătorilor efectuate cu electrocalorimetrul: $Q=m\cdot c\cdot\Delta\theta$ (intervalul de temperatură se determină experimental) $\left.\begin{array}{l}Q\sim R\\Q\sim t\\Q\sim I^2\end{array}\right\}\Rightarrow Q=W=R\cdot I^2\cdot t$ • **Cere elevilor** să exprime legea lui Joule în funcţie de alte mărimi caracteristice curentului electric; • **Stimulează elevii** să interpreteze fenomene legate de efectul electrotermic/electrochimic şi să îl definească; • ***Scrie** legile electrolizei* • **Stimulează elevii** să interpreteze şi să explice experimentele realizate în lecţiile anterioare;	• **Formulează ideile lor** şi deduc alte relaţii pentru legea lui Joule: $Q=U\cdot I\cdot t=\frac{U}{R}\cdot t;\qquad \triangleleft Q\triangleright_{SI}=J(Joule)$ • **Formulează ideile lor** şi comunică răspunsurile în clasă: - efectul electrotermic reprezintă încălzirea (degajarea de căldură) a unui mediu la trecerea curentului electric prin acesta; - descompunerea substanţei în ioni urmată de deplasarea ionilor spre electrozi şi neutralizarea acestora la trecerea curentului electric prin substanţă reprezintă efectul electrochimic al curentului electric; - masa depusă la electrozi este direct proporţională cu sarcina electrică ce trece prin soluţie; - masa depusă la electrozi depinde de natura substanţei electrolitice • **Formulează opinii** în legătură cu experimentele şi **comunică** răspunsurile în clasă;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), distribuind o fişă de lucru cu tema de acasă care conţine probleme referitoare la energia curentului electric, puterea curentului electric, legea lui Joule şi aplicaţiile efectului electrochimic în tehnică (galvanostegie, galvanoplastie, electropurificarea apei, obţinerea metalelor pure etc.).	• **Efectuează tema pentru acasă** – lucrând pe grupe/individual;

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 5

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** în baza fişelor de lucru distribuite privind energia şi puterea curentului electric şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat;	• Organizaţi în grupe/individual, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (scopul şi obiectivele lecţiei): energia şi puterea electrică, efectul electrotermic şi efectul chimic al curentului electric, aspecte legate de aplicaţii ale acestor fenomene în practică, în tehnologie şi aplicaţii în rezolvări de probleme;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** aspecte interesante, dificultăţi întâlnite, noi probleme, **argumente** la întrebarea iniţială etc.;
• **Cere elevilor** să aplice relaţiile stabilite la energia şi puterea curentului electric şi la legea lui Joule pentru a rezolva următoarele probleme: 1. Un electrocalorimentru cu puterea de 1100 W, alimentat la tensiunea de 220 V este folosit pentru a încălzi un litru de apă cu temperatura iniţială de 15°C până la temperatura de 90°C. Să se calculeze: a) în cât timp are loc acest proces? b) cât costă energia electrică consumată în cazul în care costul unui kWh este 1,5 lei iar căldura specifică a apei este $c = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}$?	• Organizaţi în grupuri/ individual, **elevii calculează** şi **explică** fenomenele ce apar în problemă;
2. Pe o lampă electrică este marcat 12 V şi 36 W. a) calculaţi rezistenţa electrică a lămpii; b) ce energie disipă această lampă în timp de un minut?	• Organizaţi în grupuri/ individual, **elevii calculează** şi **explică** fenomenele ce apar în problemă;
3. Printr-un rezistor, un curent electric de 0,5 A disipă o energie de 21 J în o,5 min. a) care este valoarea rezistenţei electrice a acestui rezistor? b) ce tensiune electrică a fost aplicată la bornele acestuia?	• Organizaţi în grupuri/ individual, **elevii calculează** şi **explică** fenomenele ce apar în problemă;
• **Cere elevilor** ca pe baza noţiunilor cunoscute şi cu materialele din laboratorul de fizică şi chimie să propună şi să realizeze o instalaţie cu ajutorul căreia să obţină straturi subţiri anticorozive pe suprafaţa unor obiecte pentru a le proteja şi pentru a le da strălucire;	• Organizaţi în grupuri de lucru **se documentează, proiectează** instalaţia, **o realizează, pun în evidenţă** fenomenul şi **îl explică**;
• **Ridică** următoarele probleme: 1. „Puteţi estima numărul de electroni care trec prin contorul electric din locuinţa voastră în timp de un an? Dacă da, cum? Dacă nu, de ce?”; 2. „Când un motor electric produce lucru mecanic sau un prăjitor de pâine este pus în funcţiune, în aceste aparate intră mai mulţi coulombi decât ies.”; 3. „De câte ori scade puterea unui bec dacă se reduce la jumătate tensiunea electrică de alimentare?”; 4. „De ce se recomandă ca la apropierea de un copac în timpul unei furtuni cu descărcări electrice să ţinem călcâiele lipite sau, în orice caz, să nu facem paşi mari?”;	• Organizaţi în grupuri de lucru/ individual **întocmesc** scurte rapoarte ce explică ipoteza propusă;

5. „Când un curent electric trece printr-o sârmă, o aduce la incandescenţă. De ce dacă cufundăm o parte din sârmă în apă rece, cealaltă parte se înroşeşte mai puternic sau chiar se topeşte?” 6. „Când consumă mai multă energie electrică un fierbător electric, când se introduce în apă sau când este în aer?”	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă)	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 6

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, **noţiunea de rezistivitate electrică;*	
• **Cere elevilor** să propună un procedeu simplu de a recunoaşte polaritatea unei baterii electrice, având la dispoziţie doar un pahar cu apă, două bucăţi de sârmă şi puţină sare de bucătărie; • **Cere elevilor** să descrie pe ce fenomen se bazează următorul mod de verificare a unei baterii de 4,5 V (de buzunar): pentru a verifica dacă o astfel de baterie mai produce curent electric, se ating, cu limba, simultan cei doi poli iar o uşoară înţepătură ne semnalizează trecerea unui curent electric • **Cere elevilor** să explice fenomenele care împiedică ruginirea tablei de fier zincate aflate în mediul umed;	• **Propun** un procedeu simplu de a recunoaşte polaritatea unei baterii electrice; • **Descriu** fenomenul care are loc; • **Explică** fenomenele care împiedică ruginirea tablei de fier zincate aflate în mediul umed;
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**;[16]	• **Prezintă** portofoliile, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;

[16] **Criteriile de evaluare finală** vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.
Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe” şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite” corespunzătoare **competenţei**

• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte** elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ******Îşi propun* *să* ***expună produsele realizate*** *în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale,* ***să informeze*** *factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele.*

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.htm
(6) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

---

cognitive/ de rezolvare de probleme), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

21. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
22. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
23. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
24. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:VIII.8
Efectul magnetic al curentului electric
sau
„Cum funcţionează motorul electric de curent continuu?”
sau
„Ce se întâmplă când rotim cheia pentru a porni motorul unui autoturism?”

Simona Arsenov, Branco Arsenov

Clasa: a VI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **5**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: 1. Magneţi. Spectrul câmpului magnetic. Efectul magnetic al curentului electric. 2. Forţa unui electromagnet. Interacţiunea dintre un magnet şi un curent electric. 3. Forţa electromagnetică. 4. Aplicaţii.
Modelul de învăţare asociat: **EXPERIMENTUL**
Competenţe specifice: derivate din **modelul experimentului**, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Competenţe specifice** (Modelul de predare)
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei, formularea ipotezelor şi planificarea experimentului;
II. Explorare - Experimentare	2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele experimentului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii declanşate de sesizarea unei probleme a cărei soluţie presupune realizarea unui experiment în condiţii de laborator, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului. Procesul cognitiv central este *inducţia sau generalizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza observării unor exemple şi contraexemple ale conceptului de învăţat).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o întrebare incitată, de exemplu: *„Cum funcţionează motorul electric de curent continuu?”* sau *„Ce se întâmplă când rotim cheia pentru a porni motorul unui autoturism?”*. Pe parcurs, gândirea elevilor se va dezvolta către ideea: *„Fenomenele electrice şi magnetice sunt strâns legate între ele ambele făcând parte dintr-o teorie mai cuprinzătoare, a fenomenelor electromagnetice.”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Avansarea ipotezelor şi planificarea experimentului;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): magneţi, efectul	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale (în diverse maniere: oral, scris, prin desene, experimente,

magnetic al curentului electric, aspecte istorice ale descoperirii lui Oersted etc., aplicaţii tehnologice.	mimare etc.) privind magnetismul, cunoaşterea folosirii magneţilor în activitatea zilnică (în uşa frigiderului, difuzoare/căşti, microfoane, motoare electrice, scrierea informaţiilor digitale pe hard disk etc.).
• **Evocă întrebarea de investigat** din această unitate de învăţare: „*Cum funcţionează motorul electric de curent continuu?* şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare.	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, de exemplu: „*transformă energia electrică în energie mecanică*”; „*se învârte datorită curentului electric*” şi altele.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat: magneţi , electromagneţi *(din materia studiată la fizică în clasa a VI-a).*	• **Evocă** definiţia magneţilor, a polilor magnetici, **indică** modul în care aceştia interacţionează şi **explică** denumirea polilor magnetici, **definesc** electromagneţii.
• **Cere elevilor** să răspundă la următoarele întrebări: „*Ce se întâmplă dacă tăiem un magnet în două bucăţi?*”, „*Ce se întâmplă dacă un corp din fier/oţel este pus în contact cu un magnet?*”, *„În ce constă efectul magnetic al curentului electric?”*	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Oferă grupelor de elevi** baterii, bobine, conductoare de legătură, întrerupătoare, miezuri din fier (U şi I), ace magnetice şi **cere elevilor**: - **să realizeze** circuitul electric (pe baza schemei desenate pe tablă); - **să pună în evidenţă** efectul magnetic al curentului electric; - **să asocieze** poli magnetici bobinei parcurse de curent electric; - **să observe** inversarea lor odată cu inversarea sensului curentului electric prin bobină; - **să pună în evidenţă** forţa de atracţie a unui electromagnet.	• Organizaţi în grupuri de lucru: - **realizează** circuitul electric pe baza schemei prezentate; - **observă** acţiunea curentului electric asupra acului magnetic; - **indică** poziţia şi denumirea polilor magnetici ai bobinei parcursă de curent în funcţie de orientarea acului magnetic; - **constată** că „*polii magnetici ai bobinei se inversează odată cu inversarea sensului curentului electric*”; - **pun în evidenţă** forţa de atracţie a unui electromagnet închizând miezul din fier.
• **Realizează următorul experiment**: presară pilitură de fier pe o placă transparentă (*în cazul vizualizării cu un retroproiector*) dispusă corespunzător pentru un magnet bară, un conductor rectiliniu şi un solenoid. **Cere elevilor** să aşeze ace magnetice în puncte diferite de pe placă şi să observe orientarea polului nord al acestora.	• **Desenează** pe tablă şi pe caiete, în fiecare caz, distribuţia piliturii de fier şi poziţia acelor magnetice indicând polul nord al acestora. **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă: „*Pilitura de fier se distribuie pe linii curbe închise.*” „*Acul magnetic se orientează tangent la aceste linii*.” „*Distribuţia piliturii de fier pentru solenoid este asemănătoare cu cea pentru magnetul bară.*”
• **Oferă** elevilor un **portofoliu** de teme propuse spre realizare urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: a. *Construirea unui motor electric simplu* (6), (7), (8); b. Referate ştiinţifice legate de aplicaţii ale electromagneţilor şi a motoarelor electrice: b1. în medicină –*„RMN, magnetoforeza, magnetoencelografia, magnetocardiografia”* ; b2. în transporturi – *„Motoare electrice în tramvaie, metrouri, troleibuze”*, *„Trenuri cu levitaţie magnetică – MAGLEV”*; b3. în industrie - *„Releul electromagnetic”, „Macaraua electromagnetică”, „Sortarea metalelor”*; b4. în casa noastră - *„Soneria electrică”, „Difuzorul”,* etc.	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare***	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini

a rezultatelor finale ale elevilor; [17]	personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor să gândească şi să prezinte, după preferinţe, alcătuirea *portofoliului* necesar evaluării finale.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând în grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

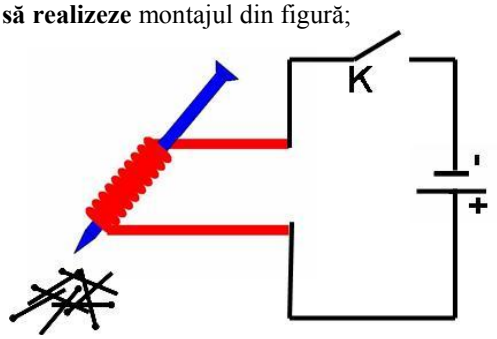
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat: electromagneţii (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **ipoteze** privind factorii de care depinde forţa de atracţie a electromagneţilor; forţa electromagnetică. **Distribuie elevilor** o foaie de lucru, care conţine o descriere a experimentelor care urmează a fi efectuate, în care elevii vor trece rezultatele măsurătorilor şi concluziile experimentelor efectuate în această oră.	• **Formulează ipoteze** privind dependenţa forţei de atracţie a electromagneţilor de diferiţi factori.
• **Oferă elevilor** următoarele materiale: cui cu lungimea de minim 7cm, sârmă de cupru emailată (de la un transformator), conductoare de legătură, crocodili, ace cu gămălie din fier, hârtie abrazivă necesare pentru a studia *dependenţa forţei de atracţie a electromagneţilor de numărul de spire*. C**ere elevilor**: - **să înlăture** izolaţia pe distanţa de 1cm de la capetele sârmei de cupru; - **să înfăşoare** 10 spire de sârmă pe cui (spiră	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - **realizează** experimentul propus; - **completează** tabelul 1 de pe foaia de lucru cu datele experimentale. Tabelul 1 Număr de / Număr de ace ridicate / Numărul mediu

[17] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

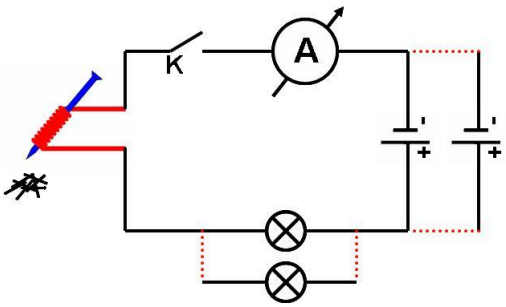
lângă spiră);
- **să realizeze** montajul din figură;



- **să determine** numărul maxim de ace care poate fi ridicat după închiderea întrerupătorului (prin media a trei măsurători);
- **să repete** măsurătorile pentru 20, 30, 40 şi 50 de spire.
- **să înregistreze** rezultatele obţinute în tabelul 1 de pe foaia de lucru.
- **să formuleze ipoteze** cu privire la *relaţia dintre forţa de atracţie a electromagneţilor şi numărul de spire*.

• **Comunică elevilor** *să nu ţină întrerupătorul închis mai mult de 10s ; în cazul unei magnetizări remanente a cuiului acesta poate fi demagnetizat prin lovirea lui de o suprafaţă dură.*

• **Oferă elevilor** următoarele materiale, în plus faţă de cele distribuite anterior: 4 becuri pe suport, o baterie, un multimetru care va fi folosit pe scala de 10A, conductoare, necesare pentru a studia *dependenţa forţei de atracţie a electromagneţilor de intensitatea curentului electric*. C**ere elevilor**:
- **să realizeze** montajul din figură cu o baterie şi un bec;



- **să măsoare** I şi numărul maxim de ace ce poate fi ridicat.
- **să modifice** intensitatea curentului electric legând becuri în paralel, iar apoi să elimine becurile şi să folosească o singură baterie iar apoi ambele baterii în paralel.
- **să înregistreze** în tabelul 2 de pe foaia de lucru rezultatele obţinute.
- **să formuleze ipoteze** cu privire la *relaţia dintre forţa de atracţie a electromagneţilor şi intensitatea curentului electric*.

• **Oferă elevilor** următoarele materiale necesare pentru a studia *orientarea forţei cu care un magnet acţionează asupra unui conductor parcurs de curent electric*: Suport, conductor mobil, magnet disc, baterie, conductori de legătură, întrerupător, crocodili.
C**ere elevilor**:

spire (n)	N_1	N_2	N_3	de ace (N)
10				
20				
30				
40				
50				

- **sesizează** *creşterea forţei de atracţie a electromagneţilor odată cu creşterea numărului de spire*.

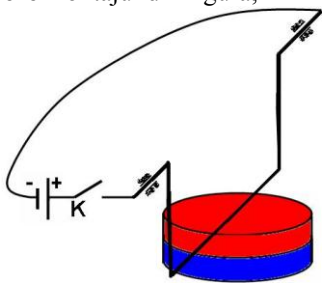
• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii:
- **realizează** experimentul propus;
- **completează** tabelul 2 de pe foaia de lucru cu datele experimentale.

Tabelul 2					
	I (A)	Număr de ace ridicate			Numărul mediu de ace (N)
		N_1	N_2	N_3	
1 bec					
2 becuri în paralel					
3 becuri în paralel					
4 becuri în paralel					
O baterie					
Două baterii în paralel					

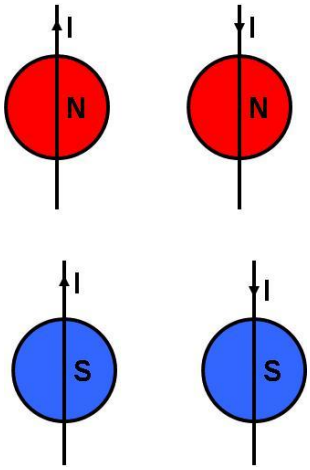
- **sesizează** *creşterea forţei de atracţie a electromagneţilor odată cu creşterea intensităţii curentului electric.*

• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii:
- **realizează** experimentul propus;
- **completează** desenele de pe foaia de lucru cu orientarea forţei cu care magnetul acţionează asupra conductorului parcurs de curent electric.

- **să realizeze** montajul din figură;

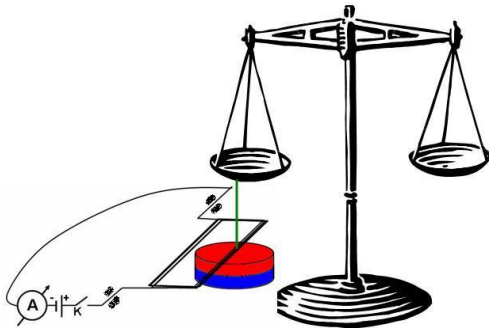


- **să determine** experimental orientarea forţei pentru sensuri diferite ale curentului electric şi pentru poziţii diferite ale magnetului.
- **să reprezinte** pe schiţa de pe foaia de lucru forţa în fiecare situaţie.
- **să observe** ce se întâmplă cu unghiul de deviere al conductorului atunci când magnetul se introduce treptat sub acesta



- **precizează** faptul că forţa cu care magnetul acţionează asupra conductorului creşte odată cu creşterea lungimii conductorului aflată deasupra magnetului

• **Prezintă elevilor** următorul dispozitiv cu care se poate studia *dependenţa forţei cu care magnetul acţionează asupra unui conductor de intensitatea curentului electric care străbate conductorul*:



Cu ajutorul a doi elevi **realizează** experimentul demonstrativ reechilibrând balanţă cu ajutorul maselor marcate. Pentru modificarea intensităţii curentului electric leagă bateriile în paralel.
Cere elevilor să completeze tabelul 3 de pe foaia de lucru.

• Elevii:
- **descriu** dispozitivul experimental;
- **completează** tabelul 3 de pe foaia de lucru.

Tabelul 3

	I (A)	m (g)	F (N)
O baterie			
Două baterii în paralel			
Trei baterii în paralel			

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor:
1. să reprezinte grafic relaţia dintre forţa de atracţie a electromagneţilor şi numărul de spire pentru seturile de valori înregistrate în tabelul 1;
2. să reprezinte grafic relaţia dintre forţa de atracţie a electromagneţilor şi intensitatea curentului electric pentru seturile de valori înregistrate în tabelul 2;
3. să reprezinte grafic relaţia dintre forţa F cu care magneţii acţionează asupra conductorilor parcurşi de curent electric şi intensitatea curentului electric pentru seturile de valori înregistrate în tabelul 3;
3. să conceapă experimente proprii pentru a verifica ipotezele propuse etc.

• **Efectuează tema pentru acasă.**

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute, **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă şi **să distingă reguli/ pattern-uri** în datele colectate, pe baza reprezentărilor grafice realizate, prin *idealizarea/ abstractizarea* acestora; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Comunică rezultatele** obţinute prin efectuarea temei pentru acasă şi **observă**: *- în cazul electromagnetului, relaţia de directă proporţionalitate dintre forţa de atracţie şi numărul de spire, respectiv forţa de atracţie şi intensitatea curentului (graficele sunt linii drepte care trec prin originea sistemului de coordonate);* *- în cazul conductorului rectiliniu, relaţia de directă proporţionalitate dintre forţa electromagnetică şi intensitatea curentului electric (graficul este o linie dreaptă care trece prin originea sistemului de coordonate).*
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):forţa de atracţie a electromagneţilor; forţa electromagnetică.	
• **Cere elevilor** să explice interacţiunea la distanţă a magneţilor şi să indice alte forţe din natură care are o comportare asemănătoare.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă: *greutatea, forţa de interacţiune electrostatică.*
• **Defineşte** câmpul magnetic şi **cere elevilor** ca pe baza acestuia să explice acţiunea reciprocă dintre magneţi, respectiv un conductor parcurs de curent electric. **Defineşte** linia de câmp magnetic, orientarea acesteia şi spectrul câmpului magnetic. **Cere elevilor** să stabilească, pe desenele avute pe caiet din lecţia 1, sensul liniilor de câmp pentru cazurile analizate	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. *- fiecare magnet (conductor parcurs de curent) generează propriul câmp magnetic care acţionează asupra celuilalt magnet.* *- sensul liniei de câmp este dat de polul nord al acului magnetic*
• **Denumeşte** elevilor forţa de interacţiune dintre un magnet şi un conductor străbătut de curent electric ca fiind **forţa electromagnetică.**	• **Notează** definiţia.
• **Defineşte** inducţia magnetică $\vec{B}$, ca fiind o mărime fizică vectorială care descrie câmpul magnetic din punct de vedere al interacţiunii sale cu un conductor străbătut de curent. **Precizează** orientarea vectorului $\vec{B}$: *- direcţia este tangentă liniei de câmp;* *- sensul este acelaşi cu cel al liniei de câmp.* **Cere elevilor** să stabilească, pe desenele avute pe caiet din lecţia 1, orientarea vectorului $\vec{B}$ pentru cazurile analizate.	• **Notează** definiţia. **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă; **reprezintă** orientarea vectorului inducţie magnetică.
• **Cere elevilor** să stabilească, pe baza graficului de la experimentul 4 din tema de casă,	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă:

dependenţa forţei electromagnetice de intensitatea curentului electric.	- *forţa electromagnetică depinde direct proporţional de intensitatea curentului electric: F~I.*
Precizează elevilor că forţa electromagnetică depinde direct proporţional de lungimea l a conductorului aflat în câmpul magnetic şi de inducţia B a câmpului magnetic.	- *F~l*
Stimulează elevii să scrie expresia matematică (modulul) a forţei electromagnetice.	- *F= B·I·l*
Precizează elevilor că această expresie e valabilă numai în cazul în care conductorul este orientat perpendicular pe liniile de câmp	- *T= N/A·m*
Stimulează elevii să găsească şi să definească unitatea de măsură a inducţiei magnetice	- *Un tesla reprezintă inducţia magnetică a unui câmp magnetic care acţionează cu o forţă de un newton, asupra unui conductor cu lungimea de 1m, aşezat perpendicular pe liniile de câmp magnetic, parcurs de un curent de un amper.*
•**Stimulează** elevii să indice, pe baza experimentului 3 din lecţia 2, factorii de care depinde orientarea forţei electromagnetice.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă: *orientarea forţei electromagnetice depinde atât de sensul curentului cât şi de sensul inducţiei magnetice.*
Enunţă elevilor regula mâinii stângi pentru stabilirea orientării forţei electromagnetice.	**Aplică** regula mâinii stângi pentru a verifica orientarea forţelor electromagnetice stabilite în ora precedentă (pe fişa de lucru).
Cere elevilor să verifice orientare forţei stabilită experimental ora trecută.	
•**Stimulează** elevii să indice, pe baza experimentelor 1 şi2 din lecţia 2, factorii de care depinde valoarea forţei electromagneţilor.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă:
Precizează faptul că „*această formulă este valabilă numai pentru electromagneţi cu miez deschis (când lungimea liniilor de câmp magnetic în aer este mai mare decât lungimea lor în miezul de fier) şi numai până la o anumită valoare a intensităţii curentului*.”	„*Forţa de atracţie a unui electromagnet depinde direct proporţional de numărul de spire al electromagnetului şi de intensitatea curentului electric care îl străbate.*”
Cere elevilor să răspundă la următoarea întrebare: „*Un electromagnet cu 10 spire este parcurs de un curent cu intensitatea de 20A. Ce intensitate trebuie să străbată un electromagnet asemănător care are 1000 de spire pentru a produce aceeaşi forţă de atracţie?*”.	*F~NI*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să utilizeze formula forţei electromagnetice în calculul forţei, inducţiei magnetice, intensităţii curentului electric, să reprezinte forţa în diferite cazuri, etc. (culegere de probleme).	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

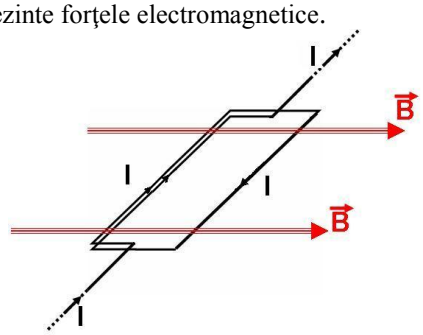
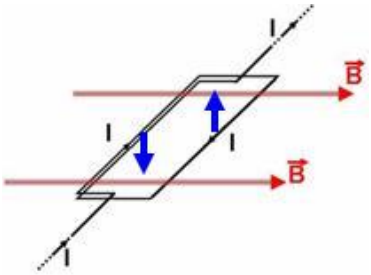
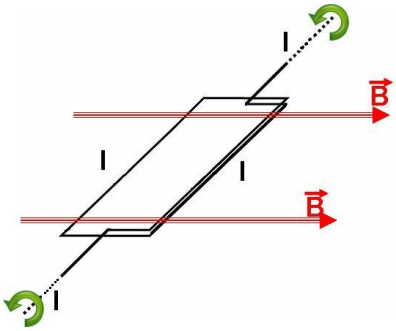
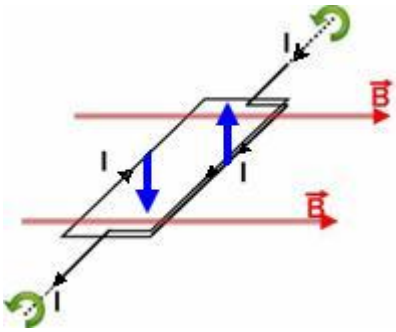
Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.). • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *Motorul electric de curent continuu, funcţionarea ampermetrului şi voltmetrului de curent continuu*.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.
• **Defineşte** motorul electric; revine la întrebarea iniţială: „*Cum funcţionează motorul electric de curent continuu?*”, **cerând elevilor** să prezinte noi argumente la întrebare. • **Desenează** pe tablă o spiră parcursă de curent electric în câmp magnetic şi **cere elevilor** să reprezinte forţele electromagnetice.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. *- datorită interacţiunii magnet-curent electric;* *- pe baza forţei electromagnetice.* • **Reprezintă** cuplul de forţe electromagnetice şi **observă** că acesta pune spira în mişcare de rotaţie**.**
	
• **Desenează** următoarea schemă:  şi **cere elevilor** să reprezinte sensul curentului electric prin spiră după o jumătate de rotaţie astfel încât cuplul de forţe electromagnetice să rotească spira în acelaşi sens**.**	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.  *- Pentru ca spira să se rotească în continuare trebuie ca sensul curentului electric să se inverseze.*
• **Distribuie elevilor** motoare electrice din trusa de fizică, **comunică** denumirile părţilor componente ale acestora şi **cere elevilor** precizeze rolul lor şi să explice inversarea sensului curentului electric prin rotor. **Demonstrează** practic funcţionarea motorului electric.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă în urma studierii construcţiei motorului: *- statorul este un magnet/electromagnet fix;* *- rotorul este o bobină care se poate roti;* *- colectorul este constituit din doi semicilindri şi două perii;* *- inversarea curentului se produce atunci când planul bobinei este perpendicular pe liniile câmpului magnetic, moment în care fiecare perie va schimba semicilindrul pe care apasă;* *- cuplul forţelor electromagnetice antrenează rotorul într-o mişcare de rotaţie continuă.*
• **Revine** la întrebarea iniţială: „*Ce se întâmplă*	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în

când rotim cheia pentru a porni motorul unui autoturism?", **cerând elevilor** să prezinte noi argumente la întrebare. **Precizează** faptul că *în ultimul timp maşinile sunt dotate cu sistemul „i-stop" care în intersecţii opreşte motorul maşinii într-o poziţie convenabilă pentru pornirea lui fără a mai avea nevoie de motorul electric, realizându-se astfel economie de combustibil, reducerea poluării mediului, etc. (10).*	clasă: - *începe să funcţioneze un motor electric care pune în mişcare pistoanele în cilindri până în momentul în care porneşte motorul termic.*
• **Stimulează** elevii să stabilească bilanţul energetic al motoarelor electrice şi să scrie formula randamentului acestora. **Cere elevilor** să rezolve o problemă legată de randamentul motoarelor electrice.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. $W_{electrică\ absorbită} = L_{efectuat} + Q_{degajată\ prin\ efect\ Joule,\ frecare.\ etc.}$ $\eta = L/W$
• **Prezintă elevilor** construcţia ampermetrelor şi al voltmetrelor analogice de curent continuu. **Cere elevilor** să explice funcţionarea acestora. **Precizează** faptul că: *ambele instrumente măsoară intensitatea curentului electric, diferenţa dintre ele constând în rezistenţa internă şi scala gradată.*	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. - *la trecerea curentului electric bobina se roteşte;* - *bobina antrenează acul indicator;* - *mişcarea de rotaţie a bobinei este limitată de resorturile spiralate;* - *unghiul de rotaţie al bobinei creşte odată cu creşterea intensităţii curentului electric.*
• **Consiliază elevii** care întâmpină dificultăţi la realizarea proiectului pentru evaluarea finală.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** profesorului eventualele dificultăţi sau probleme noi întâlnite în efectuarea proiectului aspecte interesante sesizate etc.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să rezolve exerciţii din manual/culegere şi să finalizeze proiectele pentru evaluarea finală.	• **Efectuează tema pentru acasă** - lucrând pe grupe.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de

raportului final (portofoliului) pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[18];

lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;

- **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme.
- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.

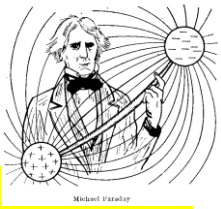
- ****Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele*.

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.youtube.com/watch?v=it_Z7NdKgmY;
(6) http://www.youtube.com/watch?v=VhaYLnjkf1E;
(7) http://www.youtube.com/watch?v=g2CSV1ibmwc;
(8) http://scitoys.com/scitoys/scitoys/electro/electro.html;
(9) www.hometrainingtools.com/electromagnetism-science-project/a/1337/;
(10) http://www.youtube.com/watch?v=KrZGaS4Cr_Y.

[18] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

25. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
26. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
27. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
28. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.



Unitatea de învăţare:VIII.9
Inducţia electromagnetică. Aplicații
sau
„Putem „aprinde” de la distanţă un bec fără a-l conecta
sau
„De ce funcţionează/luminează becul de la bicicletă doar când pedalez?”

Simona Ileana Crâsnic şi Carmen Rus

Clasa: a VIII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **4**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: III.4 Inducţia electromagnetică. Aplicații (Programa de fizică pentru clasa a VIII-a/ 2009).
Modelul de învăţare asociat: **EXPERIMENTUL**
Competenţe specifice: derivate din **modelul experimentului**, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Competenţe specifice** (Modelul de predare)
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei, formularea ipotezelor şi planificarea experimentului;
II. Explorare - Experimentare	2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele experimentului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii declanşate de sesizarea unei probleme a cărei soluţie presupune realizarea unui experiment în condiţii de laborator, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului. Procesul cognitiv central este *inducţia sau generalizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza observării unor exemple şi contraexemple ale conceptului de învăţat).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de situaţii-problemă, de exemplu: *„Dacă un curent electric produce câmp magnetic,înseamnă că şi un magnet poate genera curent electric?”*. Pe parcurs, gândirea elevilor se va dezvolta către ideea:*” Lumea de astăzi ar fi de neconceput fără aplicaţiile inducţiei electromagnetice-am fi trăit într-o lume fără iluminat electric, fără telefon, fără calculator, fără televizor, fără motoare electrice etc.”* .

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Avansarea ipotezelor şi planificarea experimentului;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrarea fenomenelor electrice într-un concept mai cuprinzător (fenomene electromagnetice, interacţiuni etc.), aspecte istorice ale descoperirii lui Faraday etc.,; **stimulează** atenţia şi interesul elevilor pentru ceea ce urmează să fie învăţat, prin intermediul unor	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale (în diverse maniere: oral, scris, prin desene, experimente, mimare etc.) privind producerea energiei electrice, tipuri de centrale electrice, necesitatea cunoaşterii tipului de curent electric utilizat în activitatea zilnică

imagini captivante(*pe bancnota de 20 lire apare chipul lui M. Faraday şi imaginea unuia dintre celebrele sale experimente*), lansarea unei întrebări incitante(*Dacă un curent electric produce câmp magnetic,înseamnă că şi un magnet poate genera curent electric?*), pe care focalizează prezentarea, astfel încât elevii să fie atenţi la expunere pentru a afla răspunsul; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	etc.; • **Formulează ipoteze(răspunsuri)** la întrebarea profesorului (exemplu – „*Dacă o bobină străbătută de curent electric se comportă ce un magnet, probabil că şi un magnet poate produce curent electric*" sau „*Este posibil, se pot produce transformări de energie*" etc.)
• **Cere elevilor** să evoce definiţia efectului magnetic al curentului electric („*Cum se comportă o bobină parcursă de curent electric?", „Ce efect are curentul electric asupra acului magnetic al busolei? De ce ?" , „Cum puteţi afla care este polul N al electromagnetului?*");	• **Evocă** definiţia efectului magnetic şi **formulează** răspunsuri la întrebările profesorului;
• **Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse:[19] *-Construirea unui transformator;* *- Realizarea unui poster ilustrativ pentru versurile:* *„ Eu,curentul cel indus, /Totdeauna m-am opus/Cauzei ce m-a produs";* *-Referate,prezentări Power Point:* *„Michael Faraday în istoria fizicii"* *„Fenomenul de autoinducţie"* *„Aparate electrice de măsură"* *„Rolul alternatorului în funcţionarea unui autovehicul"* *-Eseu literar: " Dialog între inductor şi indus"* *-Montaj fotografic: „ Generatorul în structura unei centrale electrice (hidrocentrală*, termocentrală, centrală nucleară, eoliană etc.)"	• **Identifică produse** pe care ar dori să le realizeze şi evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, convin modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor***;[20]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor să gândească şi să prezinte, după preferinţe, alcătuirea *portofoliului* necesar evaluării finale.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând în grupe/ individual.

[19] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[20] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

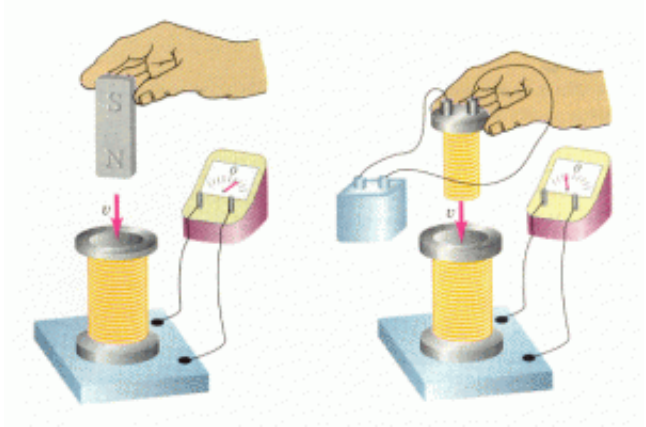
Generic: Cum se potriveşte această informaţie
cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute/ ipotezele formulate cu privire la efectele interacţiunii dintre generator şi consumator, la cauzele diferenţelor dintre t.e.m. şi tensiunea de la bornele becului etc.;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **ipoteze** privind efectul acţiunii magnetului asupra unui conductor parcurs de curent electric	
• ***Oferă elevilor*** *materiale:sursă de curent (9V), electromagnet (din trusa de laborator), ampermetru, conductori de legătură şi cere elevilor* ***să observe*** *indicaţia ampermetrului când bobina se roteşte;* *- să formuleze constatările pe baza celor constatate.*	• *Pe baza observaţiilor elevii formulează următoarele constatări :* - în circuitul închis al bobinei, se induce un curent electric; - sensul curentului este alternativ ca sens.
• **Oferă grupelor de elevi** câte un magnet permanent,o bobină fără miez(cu priză mediană), un ampermetru(galvanometru), conductoare de legătură şi **cere elevilor**: - **să realizeze** circuitul din figură:  - **să observe** diferenţele dintre situaţiile în care: 1.magnetul este nemişcat,la fel şi bobina; 2. mişcă magnetul introducându-l şi apoi scoţându-l din bobină; 3.magnetul este nemişcat , mişcă bobina;	Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - **realizează** circuitul pe baza schemei prezentate; - **observă** diferenţele dintre situaţiile studiate: *-dacă magnetul şi bobina sunt în repaus, indiferent de poziţia lor, în circuit nu apare curent;* *-dacă magnetul se află în mişcare faţă de bobină sau dacă bobina se află în mişcare faţă de magnet, în circuitul format din bobină şi ampermetru, apare curent electric(deşi acest circuit nu conţine nici un generator electric);* *-sensul curentului se inversează dacă se inversează orientarea magnetului sau sensul mişcării;* - **evidenţiază** dependenţa intensităţii curentului produs de viteza de mişcare a magnetului/bobinei şi de numărul de spire ale bobinei: *-intensitatea curentului creşte dacă viteza de mişcare a magnetului/bobinei creşte;* *-intensitatea curentului creşte dacă sunt incluse în circuit toate spirele bobinei.* Organizaţi în grupuri de lucru, elevii **constată**

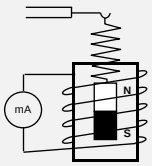
- **să evidenţieze calitativ** cum deviază acul ampermetrului dacă se modifică:
  - viteza de mişcare a magnetului şi, respectiv, bobinei;
  - numărul de spire al bobinei;
- **să înregistreze** şi **să comunice** observaţiile.

că:

-într-un circuit electric închis, aflat în apropierea unui magnet, apare un curent electric, atât timp cât poziţia relativă a magnetului faţă de bobină se modifică;

-intensitatea curentului electric produs depinde de viteza cu care se modifică poziţia relativă a magnetului faţă de circuit şi de numărul de spire al bobinei.

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să formuleze un răspuns la următoarea situație: Într-o bobină conectată la un miliampermetru, se introduce o bară magnetizată suspendată de un resort elastic. Se trage uşor de magnet în jos şi apoi se lasă liber. Descrieţi comportarea magnetului şi a miliampermetrului după eliberarea magnetului.



• **Efectuează tema pentru acasă.**

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute, **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă şi **să distingă reguli/ pattern-uri** în datele colectate, pe baza reprezentărilor grafice realizate, prin *idealizarea/ abstractizarea* acestora; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Comunică rezultatele** obţinute prin efectuarea temei pentru acasă şi **observă**: - magnetul oscilează şi acul miliampermetrului, indică apariţia unui curent care îşi schimbă periodic sensul
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):producerea tensiunii electromotoare într-un circuit; • Denumeşte mărimea fizică strâns legată de **inducția magnetică** și **aria secțiunii normale** intersectate de liniile de câmp magnetic *fluxul magnetic, notați, unități de măsură și* cere elevilor să definească *fluxul magnetic,*	• **Definesc** *fluxul magnetic* $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$ $\Phi = T\,m^2 = Wb$

•**Denumește** fenomenul de producere a unei tensiuni electromotoare într-un circuit prin suprafața căruia fluxul magnetic variază *inducție magnetică și cere* elevilor *să:* - *enunțe* regula ce stabilește sensul curentului indus *regula lui Lenz*, pe baza *observațiilor experimentale* din lecțiile anterioare	• Enunță regula lui Lenz
• ****Definește*** *noțiunea* de ***curent alternativ*** și *enunță* regula care determină sensul curentului indus ***regula mâinii drepte***	• **Reprezintă** pe caiet: - regula mâinii drepte 
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să explice funcționarea dinamului pe baza noțiunilor învățate și a experimentelor efectuate	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvența a IV-a. Aplicare - Transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?
Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.**;** Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: 1. *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile; 2. *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **revine la întrebarea iniţială**: ***„Putem aprinde de la distanţă un bec fără a-l conecta la baterie?”***, cerând elevilor să **prezinte noi argumente** la întrebare;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** aspecte interesante, dificultăţi întâlnite, noi probleme, **argumente** la întrebarea iniţială etc.;
• ****Oferă elevilor*** *materiale: bateri, un bec, conductoare de legătură, un întrerupător, două bobine,i un miez de fier şi* ***cere elevilor****:* - **să realizeze** montajul (pe baza schemei desenate pe tablă); - **să explice***: de ce dacă întrerupătorul este închis tot timpul becul nu luminează***?** - **să explice***: de ce dacă înlocuim bateria cu o*	•* Formulează următoarele observaţii: - fluxul magnetic nu este variabil, în cazul bateriei; - fluxul magnetic este variabil şi becul luminează tot timpul în cazul sursei de curent alternativ

***sursă de curent alternativ**, becul luminează tot timpul?* *- **să comunice** rezultatele obţinute.*	
• **Prezintă** elevilor (pe baza conversaţiei cu elevii) schema unui *alternator* şi **cere elevilor:** *- **să descrie** funcţionarea alternatorului;* *- **să explice** rolul alternatorului în funcţionarea unui autovehicul*	• **Formulează** răspunsuri;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, transformatorul	
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**;[21] • **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte** elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	• **Prezintă** portofoliile, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• *****Îşi propun** să **expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale, **să informeze** factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele.*

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.htm
(6) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

[21] **Criteriile de evaluare finală** vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.
Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite" corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

1. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
2. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
3. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
4. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:VIII.10
Instrumentele optice.

sau

„Ce semnificaţie au mărimile pe care le afişează camera mea fotografică digitală?”

Simona Arsenov, Branco Arsenov

Clasa: a VIII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **5**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: ***IV. Instrumentele optice.** Aparatul fotografic. Microscopul.
Modelul de învăţare asociat: **PROIECTUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare – Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare – Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie – Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare – Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune lecţii focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse („cu finalitate reală”, Cerghit, I. ş.a., 2001), însuşirea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este *planificarea sau anticiparea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza îndeplinirii unui plan).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie incitantă, de exemplu: *„Aparatul meu fotografic este automat şi se reglează singur!”*. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Reglând manual aparatul fotografic pot obţine fotografii mai spectaculoase! ”*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă): focalizarea prezentării pe încadrarea *temei unităţii de învăţare* într-un concept mai general (fenomene optice), pe aspecte istorice etc., prin intermediul unor poante, poveşti, imagini captivante, întrebări incitante,	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind realizarea fotografiilor şi folosirea microscopului, necesitatea cunoaşterii parametrilor acestor instrumente etc.;

probleme, studiu de caz, produse tehnologice, norme de protecţia muncii etc. ilustrând *tema*;	
• **Oferă elevilor** câteva aparate fotografice clasice, **cere elevilor** să desfacă capacul şi **stimulează elevii** să descrie părţile componente.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **descriu** părţile componente ale aparatului fotografic şi **formulează ipoteze** privind funcţionarea acestuia.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat: *rolul pe care îl au reglajele aparatului fotografic*.	
• **Cere elevilor** să evoce definiţia imaginilor reale/virtuale, a focarelor lentilelor, să specifice razele de lumină folosite în construcţia imaginilor prin lentile, să scrie formulele lentilelor, să construiască la scară imagini prin lentile convergente şi divergente pentru obiecte aflate la diferite distanţe faţă de lentilă şi să verifice rezultatele obţinute grafic cu cele obţinute în urma aplicării formulelor.	• **Evocă** definiţiile şi formulele cerute, **construiesc** grafic imaginea obiectelor prin lentile în situaţiile date de profesor, **verifică** coincidenţa dintre valorile obţinute prin calcule cu cele obţinute prin metoda grafică şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: **1. construcţii:** *lunetă astronomică*; **2. referate ştiinţifice** cu următoarele teme: - *„Înregistrarea imaginilor color pe filmul fotografic şi de către camera digitală”;* - *„ Anton van Leeuwenhoek şi microscopul său”;* - *„Stabilizatorul optic de imagine”;* - *„Funcţionarea autofocus-ului”;* - *„Când apar ochii roşii în fotografii şi cum putem preveni acest lucru”;* **3. realizarea de fotografii** pe următoarele teme: - *„Oraşul meu noaptea”;* - *„Mişcarea diurnă a Pământului”* (dacă au aparate cu film şi $\tau = \infty$); - *„Clasa mea în 3D (anaglife)”* (5),(6).	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu ştiinţific, eseu plastic sau literar etc.);
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (realizarea fotografiilor pe timp de noapte, fotografierea stelelor, înregistrarea imaginilor de către camera digitală a cărui senzor CCD este sensibil numai la intensitate nu şi la culoare, etc.);	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale. • **Evocă/ exersează utilizarea aparatului fotografic** - modificarea diafragmei (F) şi a timpului de expunere cu aparatul deschis pentru a putea observa modificarea acestora);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare)[22];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele şi să evalueze resursele. **Cere elevilor** ca ora următoare să aducă la şcoală cutii de carton (cutii pentru pantofi sau de dimensiunea acestora).	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

[22] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

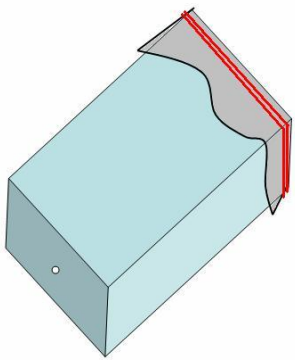
Generic: Cum se potriveşte această informaţie
cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, reprezentarea şi realizarea preliminară a produsului („proiectului”);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): formarea imaginilor în cazul aparatului de fotografiat şi în cazul microscopului norme de protecţia muncii în laborator;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de parcurs etc.; • **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Oferă elevilor** următoarele materiale: *foarfece, lipici, sfoară sau inele din cauciuc, ace, hârtie de calc* şi în cazul în care cartonul cutiei este prea gros pentru a fi găurit *folie din aluminiu* (în acest caz se decupează un cerc cu diametrul de 4cm în partea din faţă peste care se lipeşte această folie). • **Cere elevilor** să taie transversal cutia adusă astfel încât lungimea ei să fie cu câţiva centimetri mai mare decât distanţă focală a lentilei pe care o să o folosească mai târziu (de exemplu pentru o lentilă cu f=20cm cutia ar trebui să aibă o lungime de aproximativ 25cm). • **Cere elevilor** să acopere partea tăiată cu hârtia de calc iar în partea opusă, la mijloc să realizeze un orificiu circular cu diametru mic.	• **Confecţionează** camera obscură**.** 
• **Cere elevilor** să îndrepte, pe rând, cutia cu orificiul către diferite surse de lumină din clasă (corpurile de iluminat, ferestre) şi către un bec cu filament de 200W pe care îl aprinde în mijlocul clasei.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **observă imaginile** obţinute pe hârtia de calc.
• **Cere elevilor** să se apropie/depărteze de bec şi să urmărească claritatea şi mărimea imaginii filamentului becului. • **Cere elevilor** să realizeze un al doilea orificiu, identic cu primul, lângă acesta şi să îndrepte cutia către becul de 200W. • **Cere elevilor** să mărească diametrul celui de-al doilea orificiu şi să compare cele două imagini.	• Organizaţi în grupuri de lucru, **constată** că: *micşorarea distanţei dintre sursa de lumină şi cutie duce la creşterea mărimii imaginii dar nu afectează claritatea ei.* • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **observă** prezenţa a două imagini ale filamentului becului pe hârtia de calc. • Organizaţi în grupuri de lucru, **constată** că: *mărirea orificiului cutiei are ca efect creşterea luminozităţii imaginii dar scăderea clarităţii ei.*

• **Oferă elevilor** câte o lentilă convergentă ($f \geq 12cm$) şi bandă adezivă.

• **Cere elevilor** să decupeze un cerc cu diametrul de 4cm în mijlocul părţii din faţă (unde au fost orificiile) şi peste acesta să lipească lentila.

• **Cere elevilor** să îndrepte cutia cu lentila către bec şi să obţină imaginea clară a filamentului.

• **Oferă elevilor** un aparat foto digital, un trepied, o mină (9) sau o foaie de hârtie tipărită, un pendul şi **îndrumă elevii** în realizarea unor fotografii modificând (se lucrează fără zoom deci menţinând distanţa focală f constantă):

a. *sensibilitatea (ISO):*

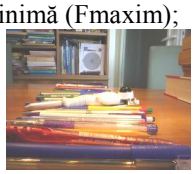
a.1. fotografiază un obiect cu aceeaşi diafragmă şi timp de expunere, o dată cu ISO maxim şi a doua oară cu ISO minim;

a.2. fotografiază mira la 1,5m - diafragma fixă şi timpul de expunere automat, o dată cu ISO minim şi a doua oară cu ISO maxim;

b. *deschiderea diafragmei:*

b.1. acelaşi ISO şi timp de expunere – o dată cu diafragma minimă (Fmaxim) şi a doua oară cu diafragma deschisă la maxim (Fminim);

b.2. focalizează pe un obiect aflat în mijlocul altor obiecte - de exemplu pe mâna cosmonautului (acelaşi ISO, timpul de expunere automat o dată cu diafragma deschisă la maxim (Fminim) şi a doua oară cu diafragma minimă (Fmaxim);



c. *timpul de expunere* - fotografiază pendulul (ISO şi diafragma pe automat, 2 timpi de expunere diferiţi).

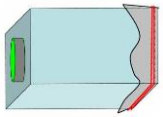
Sensibilitatea se schimbă uşor din meniu iar diafragma (aperture) respectiv timpul de expunere (shutter speed) se pot modifica dacă aparatul este în modul de lucru A/S/M.

• **Trimite elevilor** fotografiile realizate (email, memory stick, CD) pentru a le compara.

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) cere elevilor:

- pe baza măsurătorilor efectuate la oră să calculeze distanţa focală a lentilei care a fost lipită de cutie;
- să compare fotografiile realizate cu aparatul digital; pentru sensibilitate trebuie să decupeze din fotografiile primite o porţiune din mină şi să salveze rezultatul; tot pentru sensibilitatea să compare dimensiunea fişierelor.

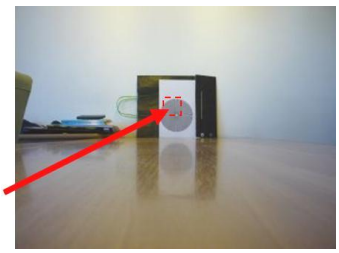
• **Confecţionează** camera obscură cu lentilă.



• Organizaţi în grupuri de lucru, **constată** că *există o singură poziţie pentru care se obţine o imagine clară a filamentului şi că această imagine este mult mai luminoasă în cazul folosirii lentile;* **măsoară** distanţa dintre lentilă şi bec**.**

• **Fotografiază** obiectele indicate reglând aparatul fotografic conform indicaţiilor profesorului. **Notează** pe caiete pentru fiecare fotografie cele trei mărimi caracteristice.

• **Efectuează tema pentru acasă** - lucrând pe grupe/ individual.



- să rezolve câteva probleme cu lentile din manual/culegere.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

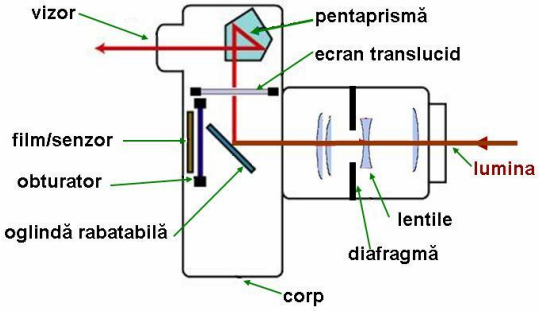
Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): aparatul fotografic.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Prezintă elevilor** un istoric al a aparatului fotografic (7). • **Evocă şi indică** părţile componente ale unui aparat fotografic cu film de 35mm (*camera obscură, obiectivul, diafragma, obturatorul, sistemul de vizualizare şi pelicula fotografică*).  	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. • **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• **Stimulează elevii** să descrie rolul lor. • **Cere elevilor** să precizeze condiţiile care trebuie îndeplinite pentru a obţine o fotografie bună.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. *- imaginea să se formeze pe filmul fotografic/senzor CCD şi să fie clară.* *- pe filmul fotografic/senzor CCD trebuie să ajungă o anumită cantitate de lumină.*

• **Cere elevilor** să compare calitatea fotografiilor realizate ora precedentă cu aparatul digital în funcţie de valorile alese ale parametrilor acestuia.

• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă:

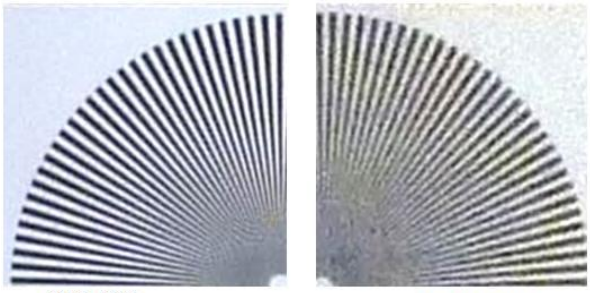
a.1. Sensibilitatea mare conduce la fotografii luminoase:



ISO 1600 ISO 100

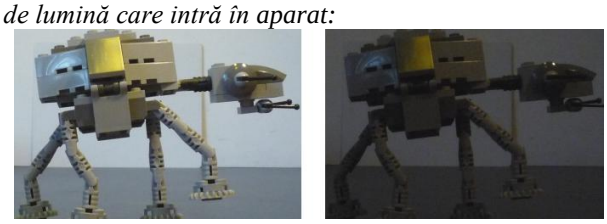
Ambele cu F4,5 şi τ =1/30s

a.2. mărirea sensibilităţii camerei scade claritatea imaginii şi dimensiunea fişierului (Mb);



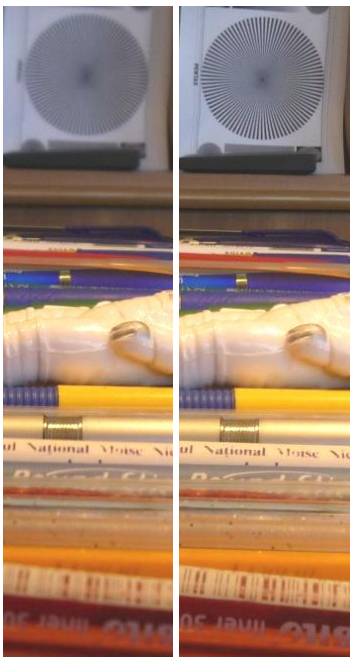
ISO 100 **ISO 1600**

b.1. deschiderea diafragmei duce la creşterea cantităţii de lumină care intră în aparat:



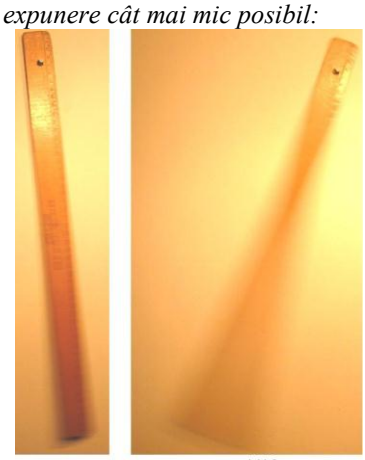
Ambele decupaje din fotografii realizate
în interior cu ISO400 şi
timp de expunere de 1/80s dar
cea din stânga cu F3,3 iar cea din dreapta cu F8.

b.2. imaginile clare în tot câmpul vizual atunci când deschiderea diafragmei este mică; pentru diafragmă deschisă va fi clară numai regiunea din jurul obiectului pe care s-a realizat focalizarea (mâna astronautului):



în stânga F3,3 (diafragma deschisă), t=1/60s
în dreapta F8 (diafragmă minimă), t=1/13s
(ambele fotografii cu ISO100)

c. *pentru a fotografia corpurile în mişcare trebuie folosit un timp de expunere cât mai mic posibil:*



• **Stimulează elevii** să precizeze modul în care se reglajele aparatului fotografic afectează calitatea imaginii:
- *distanţa*;
- *sensibilitatea (ISO)*: **precizează** faptul că *o sensibilitate mare duce la o rezoluţie mai mică a imaginii datorită unei granulaţii mai mari a filmului/grupării mai multor pixeli ai CCD;*
- *diafragma* : **precizează** faptul *că o diafragmă cu deschidere mică duce la o claritate mare de la obiectele apropiate până la cele mai îndepărtate dar conduce la creşterea timpului de expunere; raportul focal F este raportul dintre distanţa focală a aparatului şi diametrul diafragmei F=f/d (f şi prin urmare şi F se modifică în funcţie de zoom).*
- *timpul de expunere*.
• **Precizează** următoarele lucruri:
- *fotografiile realizate ţinând aparatul în mână cu timpi de expunere mai lungi de 1/60s vor fi foarte probabil mişcate şi se impune folosirea unui trepied;*

• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.

Odată cu micşorarea diametrului diafragmei timpul de expunere trebuie să crească pentru ca pe film/senzor să ajungă aceeaşi cantitate de lumină.

Odată cu micşorarea sensibilităţii timpul de expunere trebuie să crească pentru ca imaginea să aibă o luminozitate acceptabilă.

Un timp de expunere lung poate să conducă la fotografii „mişcate”.

Între sensibilitate, deschiderea diafragmei şi timpul de expunere există o strânsă legătură.

- distanţa maximă la care lampa blitz este eficientă la aparatele la care aceasta este încorporată este de 3-4,5m; *- un aparat digital care să fie capabil să realizeze fotografii de calitatea celora obţinute pe aparate cu film de 35mm ar trebui să aibă 20Mpixeli.*	
• **Cere elevilor** să răspundă la următoarea întrebare: *„În câte moduri putem fotografia o cascadă?”*	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă: *- dacă dorim să obţinem în imagine picăturile de apă (corpuri în mişcare) trebuie să utilizăm timpi de expunere mici motiv pentru care deschidem diafragma şi creştem sensibilitatea.* *- dacă dorim să obţinem „fuioare” de apă trebuie să avem timpi de expunere lungi: pentru aceasta reducem sensibilitatea , micşorăm diafragma şi folosim un trepied.*
• **Cere elevilor** să stabilească o analogie între aparatul de fotografiat şi ochiul uman.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă: *obiectiv ⇔ cristalin,* *diafragmă ⇔ iris,* *film/ccd ⇔ retină,* *aparat de proiecţie/calculator ⇔ creier.*
• **Cere elevilor** să rezolve probleme din manual/culegere legate de aparatul fotografic. • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să utilizeze formulele lentilelor şi construcţiile grafice pentru a rezolva exerciţii din manual/culegerea de probleme.	• **Rezolvă** problemele şi **comunică răspunsurile** în clasă. • **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

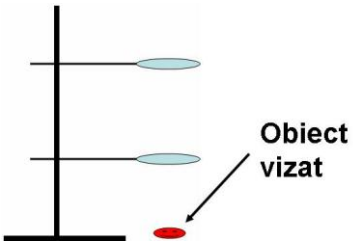
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): microscopul.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Oferă elevilor** două lentile convergente cu distanţă focală mică şi un suport universal care să permită montarea lentilelor conform desenului:	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **experimentează** modificând distanţa de la obiectul vizat (de exemplu scrisul dintr-o carte) respectiv distanţa dintre lentile până când reuşesc obţinerea unei imagini virtuale mărite.



şi **cere elevilor** să experimenteze dispunerea lor pentru ca sistemul de două lentile să se comporte ca un microscop.

• **Cere elevilor** să traseze mersul razelor de lumină printr-o lentilă convergentă astfel încât imaginea să fie reală şi mai mare decât obiectul.

• **Cere elevilor** să încerce să poziţioneze pe desen o a doua lentilă convergentă care să ia ca obiect imaginea dată de prima lentilă iar imaginea finală să fie virtuală şi mai mare. **Urmăreşte** desenele realizate de grupele de elevi şi **cere elevilor** care au obţinut imagini virtuale sau reale mărite să deseneze situaţiile corespunzătoare pe tablă.

• **Defineşte** microscopul, obiectivul şi ocularul.

• **Oferă elevilor** un microscop şi **cere elevilor** să descrie alcătuirea lui şi modul de funcţionare.

• **Cere elevilor** să rezolve o problemă cu un microscop.

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), implicând elevii în conceperea *raportului final*: **cere elevilor** să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.

• **Reprezintă** pe tablă şi pe caiete situaţia cerută.

• **Desenează** pe caiete, **formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă:
A doua lentilă se comportă ca o lupă care are ca obiect imaginea dată de prima lentilă.
Sistemul de două lentile convergente poate să proiecteze pe un film fotografic/ecran imaginea mărită a obiectului.

• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.

• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. **Utilizează** microscopul pentru a vizualiza corpurile oferite de profesor.

• **Rezolvă** problema aplicând formulele lentilelor şi **comunică răspunsurile** în clasă.

• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produsului final, convin **modalitatea de prezentare** (poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.);

• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile*	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;

de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea proiectului/ **raportului final**, vizând **competenţele cheie**[23]; • **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme/ proiecte viitoare etc.	• **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.videojug.com/film/how-to-make-3d-pictures-with-a-digital-camera
(6) http://stereo.jpn.org/eng/
(7) http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_camera
(8) http://www.facebook.com/note.php?note_id=163699613683502
(9) http://www.falklumo.com/lumolabs/articles/sharpness/index.html
(10) http://inventors.about.com/gi/dynamic/offsite.htm?site=http://www.ucmp.berkeley.edu/history/leeuwenhoek.html

[23] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

5. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
6. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
7. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
8. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:VIII.11
Radiaţiile şi radioprotecţia. Energetica nucleară

sau

„Energia nucleară este o sursă de energie prietenoasă cu mediul şi disponibilă în cantităţi mari?”

Simona Ileana Crâsnic

Clasa: a VIII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: V.1Radiaţii X şi γ.V.2 Radiaţii α şi β. V.3 Efecte biologice şi radioprotecţia. VI.1 Centrale nucleare. VI.2 Armament nuclear. VI.3 Accidente nucleare (Programa de fizică pentru clasa a VIII-a).
Modelul de învăţare asociat: **PROIECTUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune lecţii focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse („cu finalitate reală”, Cerghit, I. ş.a., 2001), însuşirea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este *planificarea sau anticiparea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza îndeplinirii unui plan).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie incitantă, de exemplu: *„Corpuri voluminoase şi grele (vapor, submarin, aisberg, balon cu aer cald etc.) pot pluti pe corpuri „uşoare”, apă, aer etc.!”*. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Corpurile cu masă mare pot avea totuşi o densitate mică!”* sau „*Condiţia de plutire se formulează, nu în termeni de mase sau volume, ci in termeni de densitate, adică raportul dintre masă şi volum*”.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă): focalizarea prezentării pe încadrarea *temei unităţii de învăţare* într-un concept mai general (fizică nucleară), pe aspecte	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind situaţiile în care au utilizat serviciile unui cabinet de radiologie şi măsurile de protecţie observate, modul de a evita iradierea excesivă a unei persoane şi a

istorice., prin intermediul unor, poveşti(„Enola Gay"), imagini captivante(comparaţie între fotografia şi radiografia aceluiaşi obiect), întrebări incitante(este omenirea în pericol de a se autodistruge?), probleme, studiu de caz, produse tehnologice etc. ilustrând *tema*;	mediului etc.;
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **modelări experimentale/ construcţii:** *Macheta unei centrale nucleare;* (1) **referate ştiinţifice** explicând**:** *Construcţia şi funcţionarea centralelor CANDU(prezentare PPT), Aplicaţii ale radiaţiilor X, ά, β şi γ în medicină şi tehnologie;* *(3)* **dicţionar:** *Mărimi fizice şi unităţi de măsură în domeniul radioactivităţii;* *(4)* **dezbatere:** *Energia nucleară- soluţia pentru criza energetică a omenirii?;* *(5)* ***scenariu SF:***(conţinând cuvinte „cheie" impuse) -*Războiul atomic şi posibilele sale consecinţe;* *(6)* **mini-piesă de teatru/dramatizare:** *(incursiune în istoria fizicii/dialog între personalităţi din fizica nucleară)- Au creat " istorie"....;* *(7)* **interviu şi sondaj de opinie** *prin vizita la Serviciul pentru măsurători radioactive din cadrul Agenţiei judeţene de protecţie a mediului referitor la Efecte biologice şi radioprotecţie;* (8) **postere, desene, eseuri** *referitoare la accidente nucleare(exemplu: Hiroshima vs. Fukushima);* evocând noile cunoştinţe etc.[24];	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii, referat, sondaj de opinie, interviu, dezbatere, eseu ştiinţific, eseu plastic sau literar etc.);
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (atom, nucleu, radiaţii, energie nucleară,radioprotecţie); • **Explică elevilor** caracteristicile forţelor nucleare şi solicită compararea forţelor nucleare cu cele electrostatice din atom;	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind fenomenele în termeni de atom, nucleu, radiaţii, energie nucleară,radioprotecţie; •**Compară** forţele nucleare cu forţele electrostatice care se manifestă în interiorul atomului, structura nucleului şi a atomului, **estimează** ordinul de mărime al energiilor pentru cele două tipuri de particule, raportându-le la exemple din viaţa cotidiană;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (modul de realizare a unui interviu şi sondaj de opinie, dicţionar, dezbatere academică, prezentare Power Point, selecţia şi consultarea surselor de pe Internet, alte surse bibliografice pentru tema proiectului, etc.); • **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul	• **Evocă/ exersează** selecţia şi consultarea surselor de pe Internet, alte surse bibliografice pentru tema proiectului, estimarea structurii unui interviu şi sondaj de opinie, a design-ului dicţionarului şi dezbaterii academice, prezentare Power Point etc.; • **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor

[24] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

parcurgerii unităţii de învăţare)[25];	pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă informaţii din diferitele surse indicate.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să integreze în diverse forme rezultatele (eseu, poster, construcţii, referate, dicţionare,dezbatere, scenariu, dramatizare, sondaj de opinie etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, reprezentarea şi realizarea preliminară a produsului („proiectului");

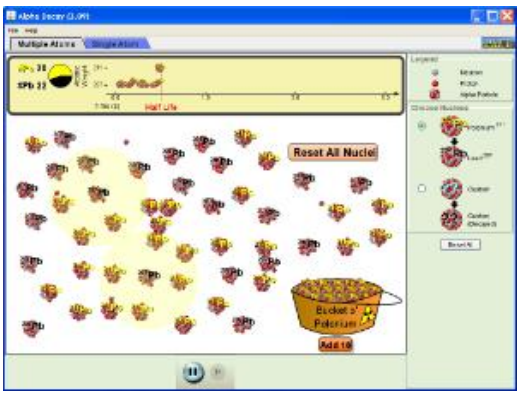
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

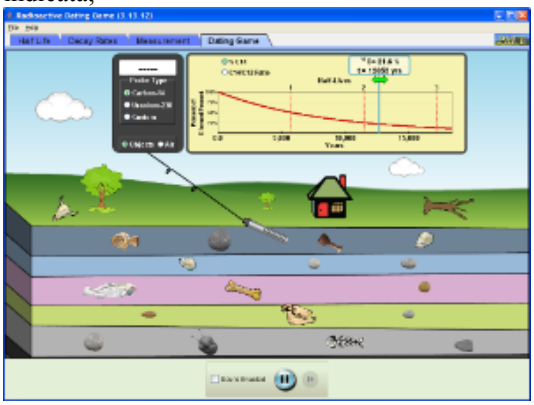
Lecţia 2

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (consultarea surselor de pe Internet, alte surse bibliografice pentru tema proiectului etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de parcurs etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind mecanismul de emisie al radiaţiilor X, ά, β şi γ şi proprietăţi ale acestora; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează ipoteze** utilizând conceptele studiate(atom, electron, nucleu,proton,neutron,forţe nucleare, forţe electrostatice, energie);
• **Facilitează elevilor materiale** pentru studiu/experiment virtual (prin accesarea site-ului http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics şi vizionarea videoclipurilor Cathode Ray Tube, 1940 X Ray Physics Documentary by W. Coolidge, X Ray Physics Characteristics) şi **cere elevilor** (*prin fişe de lucru şi urmând instrucţiunile din simulările didactice menţionate*) **să analizeze şi să descrie** reacţiile nucleare exemplificate, mecanismul de emisie, caracteristicile şi aplicaţiile radiaţiilor X, ά, β şi γ;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **identifică** părţile componente ale unui tub Roentgen; - **observă** mecanismul de emisie, tipurile de radiaţii X şi aplicaţiile acestora; **compară** producerea radiaţiei X de frânare şi respectiv radiaţiei X caracteristice; Exemplu: - **observă şi caracterizează** dezintegrarea ά, β şi respectiv γ; - **calculează** Z şi A şi **identifică** produşii de reacţie; Exemplu:

[25] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).



- **compară** proprietăţile radiaţiilor X şi γ (natură, viteză, putere de penetrare, efecte asupra ţesuturilor biologice, aplicaţii);
- **compară** caracteristicile particulelor ά şi β;
- **identifică** aplicaţii ale radiaţiilor X şi nucleare şi **exersează** metoda cosmocronologiei din simularea indicată;



• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**

• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** obţinute prin rezolvarea sarcinilor din fişele de lucru:

• **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă argumentări** pentru a răspunde la un set de întrebări: 1. Se pot realiza radiografii color? 2. Toate corpurile transparente pentru lumină sunt transparente şi pentru radiaţii X? 3. Prin ce se deosebeşte o reacţie nucleară de o reacţie chimică 4. Compară efectele interacţiunii diferitelor radiaţii nucleare cu substanţa.

• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să integreze rezultatele sub diverse forme de prezentare(eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (valorizarea rezultatelor experimentelor virtuale , norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Invită elevii să distingă un patern** care să explice de ce se produc reacţii nucleare şi corpurile emit radiaţii, de ce radiaţiile nucleare produc modificări în mediul pe care îl traversează;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează** şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - tendinţa de evoluţie a nucleelor spre stări stabile; - conservarea sarcinii electrice(Z) şi a numărului de nucleoni (A) într-o reacţie nucleară; - în timpul propagării, energia radiaţiilor este transferată atomilor mediului;
• **Defineşte fenomenul de radioactivitate şi cere elevilor** accesarea site-ului www.walter-fendt.de/ph14e pentru evidenţierea legii dezintegrării radioactive şi a diferite serii radioactive;	• **Înregistrează** raportul N/N la diferite momente de timp respectând indicaţiile din simulare; • **Reprezintă grafic** prin puncte cu perechile de valori înregistrate; • **Identifică** tipurile de dezintegrări şi radiaţiile emise pentru a se ajunge la un nucleu stabil în cazul a două serii radioactive respectând indicaţiile din simulare;
• **Cere elevilor să distingă un patern** (model, regulă) cu ajutorul tabelului/ graficului;	• **Constată** că: d) punctele obţinute se distribuie pe o curbă, care doar se apropie de axa absciselor, fără să atingă valoarea zero ; e) timpul după care numărul de nuclee radioactive scade la jumătate este acelaşi indiferent de numărul de nuclee iniţial considerate pentru o anumită substanţă;
• **Defineşte** activitatea unei surse radioactive şi unitatea de măsură, timpul de înjumătăţire şi **cere elevilor** să formuleze concluzii;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **formulează constatări** referitoare la emisia radiaţiilor de către substanţe radioactive ; - **propun explicaţii** referitoare la legătura dintre „nocivitatea” şi timpul de înjumătăţire al sursei radioactive; - **formulează enunţul** conform căruia activitatea unei surse nu poate să scadă la valoarea zero, chiar dacă timpul de dezintegrare este foarte mare;
• **Argumentează elevilor** informaţia referitoare la timpul necesar pentru ca un mediu contaminat radioactiv să devină nepoluat şi liber de radiaţii;	• **Enumeră şi argumentează** măsuri de decontaminare radioactivă;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **organizează vizita** la Staţia de supraveghere a radioactivităţii mediului din cadrul Agenţiei pentru Protecţia Mediului unde elevii realizează completarea proiectelor prin clarificări referitoare la detectoare de radiaţii, efecte biologice şi radioprotecţie.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

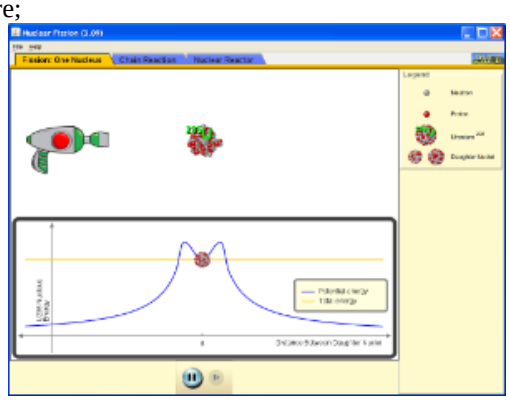
Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (radioactivitate, radiaţii nucleare, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Indică elevilor** site-ul http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics pentru studiul cazurilor particulare de reacţii de fisiune şi fuziune nucleară şi al reactorului nuclear;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **aplică** conservarea sarcinii electrice(Z) şi a numărului de nucleoni (A) pentru reacţia de fisiune stimulată a uraniului şi fuziune deuteriu cu tritiu; - **explicitează** condiţiile de producere a reacţiei în lanţ; - **disting** alcătuirea, combustibilul utilizat, agentul de răcire, sistemul de protecţie şi rolul moderatorului şi barelor de control în funcţionarea reactorului conform indicaţiilor din simulare; 
• **Cere elevilor să realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) referitoare la legătura dintre un reactor nuclear şi o bombă nucleară; ce se întâmplă cu deşeurile radioactive;ce accidente ar putea avea loc într-o centrală nucleară etc.; • **Implică** elevii în evaluarea a produselor realizate, a procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este acest model potrivit pentru tema aleasă? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă	- **argumentează** de ce este imposibil ca o centrală nuclearo-electrică civilă să explodeze ca o bombă atomică; justifică modul de gospodărire a deşeurilor nucleare; **descriu** posibile accidente nucleare din punct de vedere al cauzelor, evoluţiei şi urmărilor lor etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **optimizează** produsele elaborate: (1) **modelări experimentale/ construcţii:** *Macheta unei centrale nucleare;* (1) **referate ştiinţifice** explicând**:** *Construcţia şi funcţionarea centralelor CANDU(prezentare PPT), Aplicaţii ale radiaţiilor X, á, β şi γ în medicină şi tehnologie;*

susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta?	*(3)* **dicţionar:** *Mărimi fizice şi unităţi de măsură în domeniul radioactivităţii;* *(4)* **dezbatere:** *Energia nucleară- soluţia pentru criza energetică a omenirii?;* *(5)* ***scenariu SF:***(conţinând cuvinte „cheie" impuse)/- *Războiul atomic şi posibilele sale consecinţe;* *(6)* **mini-piesă de teatru/dramatizare:** *(incursiune în istoria fizicii/dialog între personalităţi din fizica nucleară)- Au creat " istorie"....;* *(7)* **interviu, sondaj de opinie** *prin vizita la Staţia de supraveghere a radioactivităţii mediului din cadrul Agenţiei pentru Protecţia Mediului, referitor la Efecte biologice şi radioprotecţie;* (8) **postere, desene, eseuri** *referitoare la accidente nucleare(exemplu: Hiroshima vs. Fukushima);*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), implicând elevii în finalizarea proiectelor.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse, lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat , norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea proiectului/ **raportului final**, vizând **competenţele cheie**[26];	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru;

[26] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

9. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
10. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
11. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);

• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme/ proiecte viitoare etc.	• **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie

(17) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(18) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(19) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(20) http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics
(21) www.walter-fendt.de/ph14e

12. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

GHID METODOLOGIC

PENTRU PREDAREA FIZICII

Clasa a IX-a

Octombrie 2011

Ghidul a fost realizat in cadrul proiectului *Reforma curriculara a ştiinţelor exacte*, derulat de Societatea Academică din România în parteneriat cu Societatea Română de Fizică şi Romanian-American Foundation. La redactarea unităţilor de învăţare au lucrat profesori fizică din 6 judeţe – Arad, Caraş-Severin, Constanţa, Hunedoara, Iaşi şi Timiş.

Proiectul a fost finanţat de Romanian-American Foundation.

Planificarea unităţilor de învăţare/ repartizarea conţinuturilor pe unităţi de învăţare Cf. programei de fizică pentru clasa a IX-a

Nr. crt.	Titlul unităţii de învăţare	Conţinuturi	Nr. ore	Autori
1	**OPTICA GEOMETRICĂ**	*Introducere în optică. Principiile opticii geometrice*	**1**	**Ion Băraru** (C.N „Mircea cel Bătrân”, Constanţa)
		Reflexia luminii (Condiţii de producere. Legile reflexiei. Formarea imaginilor în oglinzi)	**3**	
		Refracţia luminii(Condiţii de producere. Indice de refracţie. Legile refracţiei. Formarea imaginilor. Prisma optică. Reflexia totală)	**5**	
		Evaluare	**1**	
		Lentile subţiri (Tipuri de lentile. Elemente definitorii. Mersul razelor de lumină prin lentile. Formarea imaginilor. Mărimi fizice utilizate. Formulele lentilelor). **Sisteme de lentile**.(Lentile acolate. *Sisteme afocale*)	**7**	
		Ochiul (Funcţionarea ca sistem optic. Defecte de vedere şi corectarea lor)	**2**	
		Instrumente optice (*Mărimi caracteristice cu exemplificare la lupă*. Mersul razelor de lumină în aparatul fotografic simplificat. Mersul razelor de lumină în microscopul clasic)	**3**	
		Evaluare	**1**	
2	**PRINCIPII ŞI LEGI ÎN MECANICA CLASICĂ**	**Mişcare şi repaus** (Punct material. Sistem de referinţă. Vector de poziţie. Vector deplasare. Viteză, acceleraţie. Compunerea mişcărilor)	**3**	**Filis Oprea**, (Liceul Teoretic” Decebal”, Constanţa)
		Principiul I (masa, măsură a inerţiei)	**1**	**Filis Oprea** (Liceul Teoretic” Decebal”, Constanţa)
		Principiul al II-lea (Forţa – măsură a interacţiunii. Legea forţei. *Sisteme neinerţiale. Forţa de inerţie.)*	**4**	
		Evaluare	**1**	
		Principiul al III-lea (Forţe interne şi forţe externe)	**2**	
		Legea lui Hooke (Tipuri de deformaţii. Deformaţia elastică. Forţa deformatoare şi forţa elastică. Legea forţei elastice şi legea lui Hooke. Diagrama efort unitar – alungire relativă.). **Tensiunea în fire** *şi în tije*.	**5**	
		Evaluare	**1**	
		Legile frecării la alunecare (forţe de contact, tipuri de frecare, legi experimentale, frecarea în tehnică, *diminuarea frecării*)	**3**	
		Evaluare	**1**	
		Legea atracţiei universale (Câmp fizic. Sistemul Solar. Legea lui Newton. Greutatea ca forţă de atracţie universală.	**3**	

		Imponderabilitatea. Acceleraţia gravitaţională şi intensitatea câmpului gravitaţional. *Sateliţi*.)		
		Evaluare	**1**	
3	**CINEMATICA PUNCTULUI MATERIAL**	**Mişcarea rectilinie uniformă** (*Legile mişcării. Reprezentări grafice.*)	**3**	**Ion Băraru** (C.N „Mircea cel Bătrân”, Constanţa)
		Evaluare	**1**	
		Mişcarea rectilinie uniform variată (*Legile mişcării. Reprezentări grafice. Mişcarea sub acţiunea greutăţii.*)	**6**	
		Evaluare	**1**	
		Mişcarea circulară uniformă (*Unghiul plan – radianul. Viteza unghiulară, perioada, frecvenţa. Forţa centripetă, forţa centrifugă, forţa centrifugă de inerţie*)	**5**	
		Evaluare	**1**	
	TEOREME DE VARIAŢIE ŞI LEGI DE CONSERVARE	**Lucrul mecanic** (*Produsul scalar a doi vectori*. Lucrul mecanic al forţelor conservative şi neconservative – *o mărime de proces*. Interpretarea geometrică a lucrului mecanic.) **Puterea** *mecanică*.	**4**	**Daniela Ilie (**Grup Şcolar «Gh. Duca» Constanţa**)**
		Evaluare	**1**	
		Teorema variaţiei energiei cinetice a punctului material (Conceptul de energie cinetică – mărime de stare)	**4**	
		Energia potenţială gravitaţională şi *elastică	**3**	
		Legea conservării energiei mecanice (*Teorema de variaţie a energiei totale a unui sistem de puncte materiale. Legea conservării energiei totale mecanice pentru un sistem izolat de puncte materiale în care nu există forţe disipative.)*	**8**	
		Evaluare	**1**	**Ion Băraru** (C.N „Mircea cel Bătrân”, Constanţa)
		***Teorema variaţiei impulsului *Legea conservării impulsului** (Conceptul de impuls al unui punct material şi al unui sistem de puncte materiale. Variaţia impulsului total. Conservarea impulsului total la sisteme izolate. Principiul fundamental scris cu ajutorul variaţiei impulsului. *Centrul de masă al unui sistem de puncte materiale*) ***Ciocniri. Ciocnirea perfect elastică** (*Interacţiuni pe masa de biliard. Moleculele dintr-un gaz.)* ***Ciocnirea perfect plastică** (*Spargerea unui nucleu. Principiul reacţiei*)	**6**	
		Evaluare	**1**	
5	**ELEMENTE DE STATICĂ**	**Echilibrul de translaţie** (Conceptul de solid rigid. *Compunerea forţelor concurente şi paralele.* Condiţii de echilibru de translaţie. *Centrul de greutate.)*	**4**	**Filis Oprea** (Liceul Teoretic” Decebal”, Constanţa
		Evaluare	**1**	
		Echilibrul de rotaţie (*Momentul forţei. Cuplu de forţe.* Condiţii de echilibru de	**4**	

		rotaţie) Echilibrul corpurilor sprijinite şi suspendate. Echilibrul şi energia potenţială.		
		Evaluare	**1**	
Ore la dispoziţia profesorului			**2**	
Total			**105**	

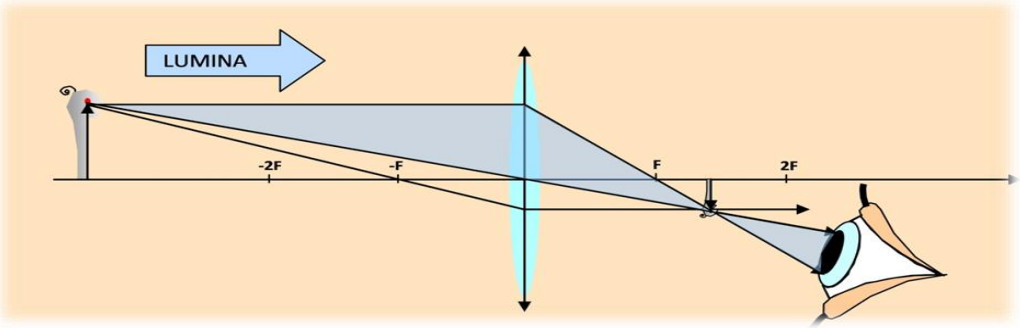
Unitatea de învăţare: IX.1

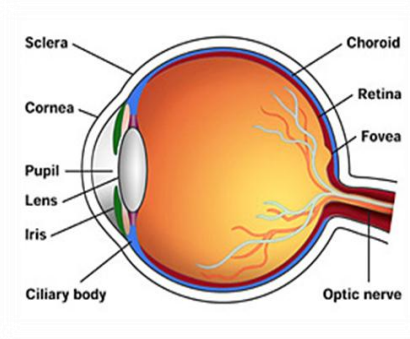
Lentile subţiri

sau

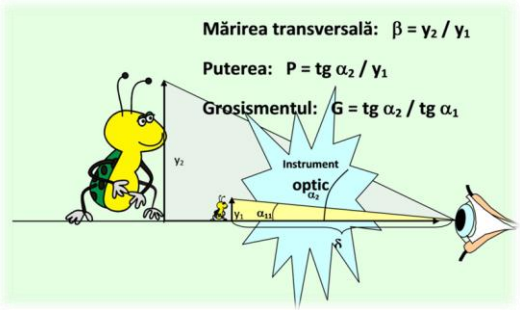
„De ce printr-o lentilă obiectele se văd uneori drepte iar alteori răsturnate?”

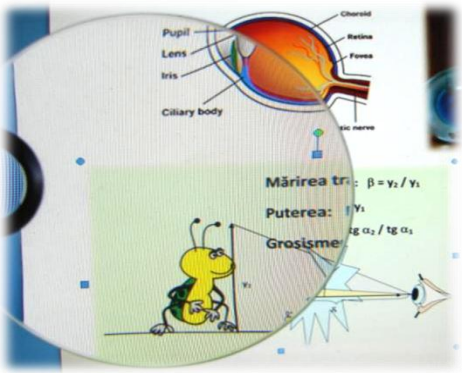
Băraru Ion











Clasa: a IX-a

Numărul orelor repartizate: **13**

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **1. OPTICA GEOMETRICĂ. Introducere (**modele, axiome, principii, convenţii**)**[1] **. Lentile subţiri** (Tipuri de lentile. Elemente definitorii. Mersul razelor de lumină prin lentile. Formarea imaginilor. Mărimi fizice utilizate. Formulele lentilelor). **Sisteme de lentile.**(Lentile acolate. *Sisteme afocale*). **Ochiul** (Funcţionarea ca sistem optic. Defecte de vedere şi corectarea lor). **Instrumente optice** (*Mărimi caracteristice cu exemplificare la lupă*. Mersul razelor de lumină în aparatul fotografic simplificat. Mersul razelor de lumină în microscopul clasic) (Programa de fizică pentru clasa a IX-a/ 2011).

Modelul de învăţare asociat: **EXPERIMENTUL**

Competenţe specifice: derivate din **modelul experimentului**, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Competenţe specifice** (Modelul de predare)
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei, formularea ipotezelor şi planificarea experimentului;
II. Explorare - Experimentare	2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele experimentului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii declanşate de sesizarea unei probleme a cărei soluţie presupune realizarea unui experiment în condiţii de laborator, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului. Procesul cognitiv central este *inducţia sau generalizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza observării unor exemple şi contraexemple ale conceptului de învăţat).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de situaţii-problemă, de exemplu: *„Ca să văd mai bine unele obiecte mici trebuie să folosesc o lupă. Dar am văzut că printr-o lupă uneori se văd obiecte drepte, alteori răsturnate!”*. Pe parcurs, gândirea elevilor se va dezvolta către ideea: *„Imaginea unui obiect într-o lentilă depinde de poziţiile relative dintre obiect, lentilă şi observator”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Avansarea ipotezelor şi planificarea experimentului;

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

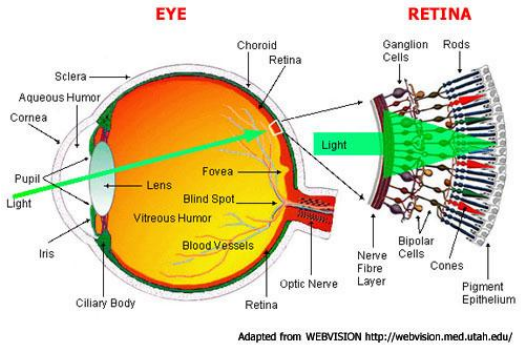
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1 - (1 oră).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrarea optica geometrică electrice într-un concept mai cuprinzător (alături de optica fizică - ondulatorie / fotonică, fotometrie, optică electronică etc.),	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale (în diverse maniere: oral, scris, prin desene, experimente, mimare etc.) privind utilizarea lentilelor, necesitatea cunoaşterii lor în activitatea zilnică etc.;

[1] Aceste aspecte sunt tratate restrâns (în special principiile), dar sunt necesare pentru a disciplina gândirea celor care studiază optica. Constituie un element de respect ştiinţific faţă de ţinuta demersului pedagogic dar şi un îndreptar pentru harababura din manuale din acest domeniu . Nu vor fi subiect de evaluare în integralitatea lor (Nota B.I.).

aspecte istorice ale studiului luminii etc., produse tehnologice care *ilustrează întrebarea din tema unităţii de învăţare*; **stimulează** atenţia şi interesul elevilor pentru ceea ce urmează să fie învăţat, prin intermediul unor poante, poveşti, imagini captivante, lansarea unei întrebări incitante, unei probleme, studiu de caz (cu soluţie experimentală), pe care focalizează prezentarea, astfel încât elevii să fie atenţi la expunere pentru a afla răspunsul;



• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);

• **Oferă elevilor** laser pointere prisme transparente şi diferite tipuri de lentile şi le **cere** să le utilizeze pentru a justifica experimental modelele opticii.

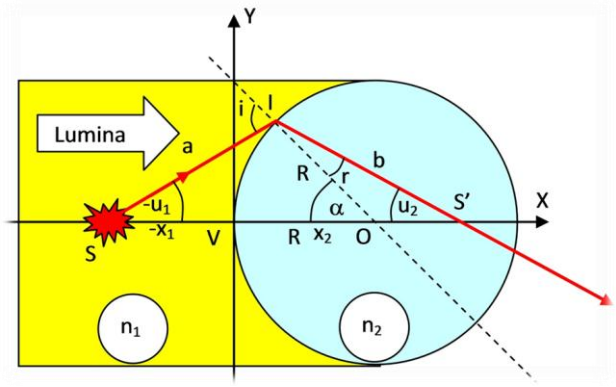
• **Prezintă elevilor** * principiile opticii (principiul lui Fermat, al lui Malus şi principiul Huygens – Fresnel);

• **Realizează** experimente simple sugerate de profesor şi **notează** observaţiile esenţiale; ***elaborează modelele opticii geometrice:** Rază, Fascicul, Stigmatism, Aproximaţia Gauss, Drum optic;

• **Realizează** experimente simple din orele anterioare şi **elaborează** *axiomele opticii geometrice: 1. În medii omogene lumina se propagă în linie dreaptă; 2. La interfaţa n_1 / n_2 se respectă legile reflexiei şi refracţiei; 3. Reversibilitatea razelor de lumină; 4. Independenţa fasciculelor luminoase;

• **Defineşte** *dioptrul, **prezintă elevilor** convenţiile opticii geometrice şi le solicită să ilustreze grafic aceste convenţii: 1. Sensul de propagare a luminii prin sistemul optic este de la stânga spre dreapta. 2. Lungimile orientate în sensul propagării luminii au sens pozitiv. 3. originea sistemului de coordonate este în vârful V al dioptrului. 4. Raza suprafeţei de refracţie se măsoară de la aceasta către centrul său de curbură. 5. Înălţimile de incidenţă sunt pozitive în sensul lui Oy. 6. Obiectul şi imaginea sunt pozitive deasupra axei Ox. 7. Semnele unghiurilor sunt determinate de mărimile de mai sus. 8. În punctele de incidenţă / refracţie unghiurile sunt pozitive dacă rotirea razei spre normală are loc în sensul acelor de ceasornic.

• **Realizează** schema de mai jos şi **notează** elementele sugerate de convenţii în cazuri concrete;



• **Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[2]

• **Identifică produse** pe care ar dori să le realizeze şi evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

• **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, convin modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);

• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor***; [3]

• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor

[2] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[3] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele

	pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor să gândească şi să prezinte, după preferinţe, alcătuirea *portofoliului* necesar evaluării finale. **Solicită** elevilor **să caute** în gospodăria proprie elemente / care pot constitui dioptrii şi **să le descrie** sumar, în scris.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând în grupe/ individual.

Lecţia 2 - (1 oră).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): produse tehnologice care *ilustrează întrebarea din tema unităţii de învăţare*; **stimulează** atenţia şi interesul elevilor pentru ceea ce urmează să fie învăţat, prin intermediul unor poante, poveşti, imagini captivante, lansarea unei întrebări incitante, unei probleme, studiu de caz (cu soluţie experimentală), pe care focalizează prezentarea, astfel încât elevii să fie atenţi la expunere pentru a afla răspunsul; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale (în diverse maniere: oral, scris, prin desene, experimente, mimare etc.) privind utilizarea lentilelor, necesitatea cunoaşterii lor în activitatea zilnică etc.;
• **Oferă elevilor** elementele constitutive ale unui banc optic (riglă - suport gradată, sursă de lumină – bec electric şi alimentator, fante, paravane, panou pentru lentile şi fante şi suporturi pentru acestea) şi le **solicită** să verifice funcţionarea corectă, le **sugerează** să realizeze un montaj optic raţional, să măsoare unii parametri şi să îi noteze pe o schemă a montajului;	• **Verifică** funcţionarea corectă a elementelor bancului optic; **realizează** un montaj simplu (sursă de lumină, obiect optic – litera **F** decupată într-un carton, lentilă convergentă, paravan) , **desenează** în caiet schema experimentului, **măsoară** coordonate şi le **notează** în caiet **aplicând** convenţiile opticii nou introduse.
• Plecând de la *întrebarea din temă*, **demonstrează experimental** (folosind o lentilă convergentă şi un obiect oarecare) că obiectul poate fi văzut drept şi mărit sau răsturnat.	• **Formulează** ipoteze cu privire la explicarea diferenţelor observate între imaginile obiectului;
• **Oferă grupelor de elevi** lentile convergente identice şi **cere elevilor**: - **să realizeze** montaje optice simple (pe baza schemelor desenate pe tablă); - **să obţină** imagini clare ale obiectului (litera **F** decupată în carton şi plasată pe geam mat) modificând în mod potrivit poziţiile relative dintre obiect şi lentilă, respectiv dintre lentilă şi paravan (ecran); • **Cere** elevilor **să utilizeze** o lentilă convergentă şi **să vizeze** un obiect îndepărtat (de exemplu o fereastră), **să obţină imaginea** obiectului pe un paravan şi **să măsoare** distanţa dintre lentilă şi paravan când imaginea este foarte clară.	• Organizaţi în grupuri de lucru: - **realizează m**ontajele optice simple pe baza schemelor prezentate; - **reprezintă** schema montajului optic în caiet; - **verifică** starea de funcţionare a montajului optic; - **poziţionează** elementele montajului prin încercări succesive şi **obţin** imagini clare ale obiectului; - **constată** că toate imaginile prinse pe paravan sunt răsturnate!; • **Realizează** experimentul cerut; **observă** şi **notează** rezultatul în caiet; **constată** că distanţa este aceeaşi, indiferent care este obiectul îndepărtat şi cât de îndepărtat este;

specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

• **Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[4]	• **Identifică produse** pe care ar dori să le realizeze şi evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, convin modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor***; [5]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor să gândească şi să prezinte, după preferinţe, alcătuirea *portofoliului* necesar evaluării finale.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând în grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3 – (1 oră).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute/ ipotezele formulate cu privire la formarea imaginilor.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **ipoteze** privind parcursul razelor de lumină prin lentile;	
• **Prezintă** mai multe tipuri de lentile şi cere elevilor să le denumească; **oferă** o schemă şi **cere** să se definească elementele unei lentile; **descrie**	• Organizaţi în grupuri de lucru, **elevii demonstrează** formulele lentilelor pentru o schemă care conţine o lentilă convergentă :

[4] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[5] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

cele trei raze principale care vor ajuta la construcţia imaginilor în lentile;solicită elevilor să găsească relaţii între mărimile esenţiale: coordonatele şi dimensiunile obiectului şi imaginii, respectiv distanţa focală; • **Cere elevilor** să utilizeze bancul optic pentru determinarea distanţei focale a unei lentile convergente;	$\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f}$ $\beta=\frac{y_2}{y_1}=\frac{x_2}{x_1}$ • Organizaţi în grupuri de lucru, **elevii realizează un montaj optic, măsoară** coordonata obiectului, **măsoară** coordonata imaginii după ce **reglează** obiectele experimentului încât **să obţină** o imagine clară a obiectului pe ecran; **măsoară** dimensiunile obiectului şi imaginii; **înscriu** rezultatele într-un tabel de **date experimentale, calculează** distanţa focală; **calculează** mărirea liniară.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere** elevilor **să reprezinte grafic** relaţia dintre x_2 şi x_1 **utilizând** mediul Excel, şi să **extragă informaţii** din acest grafic.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Lecţia 4 – (1 oră).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute/ ipotezele formulate cu privire la formarea imaginilor.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **ipoteze** privind parcursul razelor de lumină prin lentile;	
• **Prezintă** mai multe tipuri de lentile şi cere elevilor să le denumească; **oferă** o schemă şi **cere** să se definească elementele unei lentile; cere elevilor să **descrie** cele trei raze principale care vor ajuta la construcţia imaginilor în lentile; • **Cere elevilor** să utilizeze bancul optic pentru determinarea distanţei focale a unei lentile convergente, pentru 10 măsurători, în condiţiile în care imaginea este mai mare decât obiectul;	• Organizaţi în grupuri de lucru, **elevii realizează un montaj optic, măsoară** coordonata obiectului, **măsoară** coordonata imaginii după ce **reglează** obiectele experimentului încât **să obţină** o imagine clară a obiectului pe ecran; **înscriu** rezultatele într-un tabel de **date experimentale, calculează** distanţa focală în fiecare din cele 10 experimente, **calculează** distanţa focală medie şi eroarea absolută medie, **prezintă rezultatul** sub formă ştiinţifică.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să determine distanţa focală a aceleiaşi lentile utilizând obiecte aflate foarte departe; să identifice pe graficul realizat anterior punctele reprezentative corespunzătoare experimentul realizat.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Lecţia 5 – (1 oră).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute/ ipotezele formulate cu privire la formarea imaginilor.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **ipoteze** privind parcursul razelor de lumină prin lentile;	
• **Prezintă** mai multe tipuri de lentile şi cere elevilor să le denumească; **oferă** o schemă şi **cere să definească** elementele unei lentile; **cere** elevilor **să descrie** cele trei raze principale care vor ajuta la construcţia imaginilor în lentile. • **Cere elevilor** să utilizeze bancul optic pentru determinarea distanţei focale a unei lentile convergente în condiţiile în care imaginea poate fi mai mare, mai mică sau egală cu obiectul;	• Organizaţi în grupuri de lucru, **elevii realizează un montaj optic, măsoară** coordonata obiectului, **măsoară** coordonata imaginii după ce **reglează** obiectele experimentului încât **să obţină** o imagine clară a obiectului pe ecran; **înscriu** rezultatele într-un tabel de **date experimentale, calculează** distanţa focală în fiecare din cele 10 experimente, **calculează** distanţa focală medie şi eroarea absolută medie, **prezintă rezultatul** sub formă ştiinţifică.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să construiască grafic câteva imagini utilizând cele trei raze pentru poziţii „strategice” ale obiectului, inclusiv pentru cazul în care obiectul se află între focar şi lentilă.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 6 – (1 oră)

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute, **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă şi **să distingă reguli/ pattern-uri** în datele colectate, pe baza reprezentărilor grafice realizate, prin *idealizarea/ abstractizarea* acestora; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Comunică rezultatele** obţinute prin efectuarea temei pentru acasă şi **observă**: - Imaginile au dimensiunile şi orientarea în funcţie de mărimea şi de poziţia obiectului; - Uneori imaginea nu poate fi prinsă pe un ecran;

protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): explicarea formării imaginilor şi caracterizarea lor; • **Cere elevilor :** - **să explice** formarea imaginilor în lentile convergente urmărind parcursul razelor sau prelungilor lor până la ochi; - **să caracterizeze** imaginilor utilizând dimensiunea verticală (mai mare / mai mic), poziţia faţă de obiect (dreaptă / răsturnată), şi natura (reală / virtuală); - **să explice** dilema din titlul lecţiei	• **Construiesc *la scară*** pe caiete imagini ale unor obiecte având ca elemente de intrare distanţa focală a lentilei convergente coordonata obiectului şi înălţimea lui; **determină** prin calcul coordonata imaginii şi înălţimea ei; **compară** valorile calculate cu cele măsurate pe desenul efectuat la scară. • **Realizează** corespondenţe între realităţile construite şi punctele semnificative din graficul $x_2 = f(x_1)$ şi **caracterizează** imaginea conform cerinţelor. • **Explică** problema imaginilor reale create de o lentilă convergentă.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să utilizeze formulele lentilelor la rezolvarea unor probleme (culegere de probleme).	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Lecţia 7 – (1 oră)

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute, **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă şi **să distingă reguli/ pattern-uri** în datele colectate, pe baza reprezentărilor grafice realizate, prin *idealizarea/ abstractizarea* acestora; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): explicarea formării imaginilor şi caracterizarea lor; • **Cere elevilor :** - **să explice** formarea imaginilor în lentile convergente pentru obiecte reale şi / sau virtuale urmărind parcursul razelor sau prelungilor lor până la ochi; - **să caracterizeze** imaginilor utilizând dimensiunea verticală (mai mare / mai mic), poziţia faţă de obiect (dreaptă / răsturnată), şi natura (reală / virtuală); - **să explice** dilema din titlul lecţiei	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Comunică rezultatele** obţinute prin efectuarea temei pentru acasă şi **observă**: - Imaginile au dimensiunile şi orientarea în funcţie de mărimea şi de poziţia obiectului; - Uneori imaginea nu poate fi prinsă pe un ecran; • **Construiesc *la scară*** pe caiete imagini ale unor obiecte având ca elemente de intrare distanţa focală a lentilei (convergentă sau divergentă), coordonata obiectului şi înălţimea lui; **determină** prin calcul coordonata imaginii şi înălţimea ei; **compară** valorile calculate cu cele măsurate pe desenul efectuat la scară. • **Realizează** corespondenţe între realităţile construite şi punctele semnificative din graficul $x_2 = f(x_1)$ şi **caracterizează** imaginea conform cerinţelor. • **Explică** problema imaginilor reale şi virtuale create de o lentilă convergentă.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să utilizeze formulele lentilelor la rezolvarea unor probleme (culegere de probleme).	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Lecţia 8 – (1 oră)

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute, **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă şi **să distingă reguli/ pattern-uri** în datele colectate, pe baza reprezentărilor grafice realizate, prin *idealizarea/ abstractizarea* acestora; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Comunică rezultatele** obţinute prin efectuarea temei pentru acasă şi **observă**: - Imaginile au dimensiunile şi orientarea în funcţie de mărimea şi de poziţia obiectului; - Uneori imaginea nu poate fi prinsă pe un ecran;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): explicarea formării imaginilor şi caracterizarea lor; • **Cere elevilor :** - **să explice** formarea imaginilor în lentile sau divergente pentru obiecte reale şi / sau virtuale urmărind parcursul razelor sau prelungilor lor până la ochi; - **să caracterizeze** imaginilor utilizând dimensiunea verticală (mai mare / mai mic), poziţia faţă de obiect (dreaptă / răsturnată), şi natura (reală / virtuală); - **să explice** dilema din titlul lecţiei	• **Construiesc** ***la scară*** pe caiete imagini ale unor obiecte având ca elemente de intrare distanţa focală a lentilei (convergentă sau divergentă), coordonata obiectului şi înălţimea lui; **determină** prin calcul coordonata imaginii şi înălţimea ei; **compară** valorile calculate cu cele măsurate pe desenul efectuat la scară. • **Realizează** corespondenţe între realităţile construite şi punctele semnificative din graficul $x_2 = f(x_1)$ şi **caracterizează** imaginea conform cerinţelor. • **Explică** problema imaginilor reale şi virtuale create de o lentilă convergentă.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să utilizeze formulele lentilelor la rezolvarea unor probleme (culegere de probleme).	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

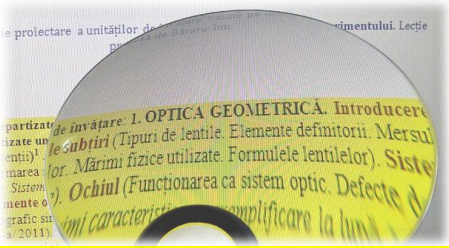
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 9 (1 oră)

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;

(utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *Formulele lentilelor aplicate la sisteme de lentile; instrumente optice.*	
• **Oferă elevilor** materialele uzuale: bancul optic cu ***două lentile*** şi **cere elevilor**: - **să măsoare** coordonate şi dimensiunile obiectelor şi imaginilor când sunt utilizate două lentile convergente (nu alipite!); - **să realizeze** un montaj optic cu două lentile acolate (lipite) şi să stabilească relaţii matematice corespunzătoare; - **să realizeze** un montaj optic afocal cu două lentile şi să construiască mersul razelor în sistem; - **să comunice** rezultatele obţinute;	• **Construiesc** un montaj optic în succesiunea: obiect, lentilă 1, lentilă 2, paravan; **măsoară** coordonate şi distanţe ale elementelor figurative de interes şi le **notează** în caiet; **aplică** formulele lentilelor pentru **a calcula** caracteristicile imaginii intermediare şi a celei finale; • **Construiesc** un montaj optic cu două lentile subţiri acolate; **măsoară** coordonate şi **determină** experimental convergenţa sistemului; **deduc** pe cale teoretică expresia convergenţei sistemului: $C_{sistem} = C_1 + C_2$ şi **constată** coincidenţa cu determinările experimentale.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor **să utilizeze** formulele cunoscute la **rezolvarea** unor probleme (culegere de probleme)..	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Lecţia 10 (1 oră)

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *Formulele de bază ale instrumentelor optice;* • **Oferă elevilor** materialele uzuale: bancul optic cu ***o lentilă convergentă***.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Defineşte** mărimile caracteristice unui instrument optic: mărirea liniară, puterea şi grosismentul. **Cere** elevilor să calculeze aceste mărimi în cazul concret al unei lentile convergente utilizate ca lupă.  	• **Determină experimental** pentru o lupă (ca instrument optic) distanţa focală şi **calculează**: Puterea optică: $P = \frac{1}{f} = C$ Grosismentul: $G = \frac{1}{4f} = \frac{P}{4}$ Mărirea liniară: $\beta = 1 + \frac{C}{4}$
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere** elevilor **să aplice** noile cunoştinţe pentru a justifica de ce pe	• **Efectuează tema pentru acasă**.

unele lupe din comerţ se află inscripţionată o cifră urmată de litera X (de ex 4 X). **Cere** ca la ora următoare **să prezinte** la şcoală lupele proprii pentru a fi marcate cu n X.

Secvenţa a V-a. Transfer

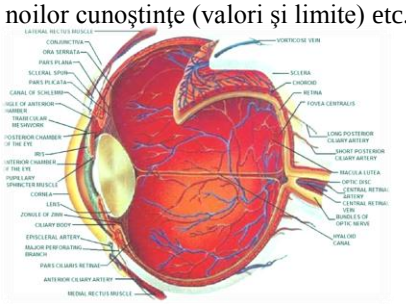
Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 11 (1oră)

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, instrumente optice: ochiul.	
• **Oferă elevilor** planşe cu structura anatomică a ochiului; cere elevilor să descrie componentele din punct de vedere al proprietăţilor fizice; prezintă principalele anomalii biologice care sunt explicate optic; cere elevilor să propună metode de corectare a anomaliilor utilizând lentile de corecţie (ochelari).	• Pe baza planşelor care descriu defectele de vedere (miopie, hipermetropie, prezbitism) **propun** utilizarea ochelarilor de corectarea vederii, **utilizând** lentile convergente sau divergente, după caz. 
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere** să **identifice** în familie sau la rude, prieteni etc. diferite tipuri de ochelari şi să determine caracteristicile lor; să rezolve cazuri particulare de corectare a anomaliilor optice simple de vedere (culegeri de probleme).	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Lecţia 12 (1oră)

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, instrumente optice: aparatul fotografic.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.; 
• **Oferă elevilor** aparate fotografice clasice, le solicită elevilor studierea alcătuirii structurale şi optice. Cere elevilor să construiască mersul razelor de lumină de la obiect la filmul fotografic.	• **Realizează** un set de fotografii pe care le prezintă clasei**. Analizează** structura optică a unui aparat fotografic şi **desenează** mersul razelor de lumină de la obiect la imagine. **Prezintă** rezultatele cercetării colegilor de clasă.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere** să **identifice** părţile unui aparat fotografic din casă şi să rezolve unele probleme de punere la punct a aparatului (culegeri de probleme).	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Lecţia 13 (1oră)

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.; 
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, instrumente optice: microscopul.	
• **Oferă elevilor** microscoape clasice spre studiere a alcătuirii mecanico –optice.	• **Realizează observaţii la** microscop ale unor fenomene de interes şcolar**. Analizează** structura optică a unui microscop şi **desenează** mersul razelor de lumină de la obiect la imagine. **Prezintă** rezultatele cercetării colegilor de clasă.
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**;[6]	• **Prezintă** portofoliile, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;

[6] **Criteriile de evaluare finală** vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.

• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte** elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ****Îşi propun** *să* **expună produsele realizate** *în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale,* ***să informeze** factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele*.

Bibliografie

** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;

Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;

Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;

Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;

Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;

David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;

Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;

http://teachers.net/lessons/posts/1.html;

http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;

http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

Dodoc, P. Teoria şi construcţia sistemelor optice, Editura Tehnică, Bucureşti, 1982

Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite" corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

1. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
2. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
3. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
4. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: IX.2.1
PRINCIPIILE MECANICII NEWTONIENE
„De ce dacă împingem brusc un pahar plin cu apă, apa se varsă?” sau „De ce un autoturism poate frâna până la oprire mai repede decât un autocamion, deşi iniţial au avut aceeaşi viteză?” şi „Cum se poate explica înaintarea în spaţiu a unei rachete?”

Filis Oprea

Clasa: a IX-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **4**

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Definirea inerţiei. Enunţarea principiului inerţiei. Introducerea noţiunii de masă. Definirea interacţiunii. Introducerea noţiunii de forţă (def.). Enunţarea principiului fundamental al mecanicii newtoniene şi principiului acţiunii şi reacţiunii. Def. forţei de tracţiune, greutăţii, tensiunii din firul inextensibil, a forţei de apăsare pe plan (normala), a forţei elastice. Exemplificare pt. acţiune şi reacţiune.

Modelul de învăţare asociat: **Investigaţia ştiinţifică**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca o lecţie focalizată pe o **întrebare deschisă**, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de primele două întrebări, aparent diferite. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea următoare: o*rice corp are tendinţa de a-şi păstra starea de repaus sau de mişcare rectilinie uniformă, iar masa corpului are o mare importanţă atunci când dorim să schimbăm starea de repaus sau de mişcare rectilinie a unui corp. Se trece apoi la a treia întrebare. Elevii vor realiza că mişcarea unei rachete presupune existenţa unor interacţiuni, a unor forţe.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebărilor şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi ,de învăţare a procesului de planificare.

Procesul cognitiv: planificare sau anticipare. **Scenariul lecţiei: tehnologic**. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): reaminteşte noţiunile de repaus şi mişcare, sistem de referinţă, viteză şi acceleraţie şi prezintă experimentele realizate de Galilei. Produce/prezintă videoclipuri referitoare la inerţie dar şi la noţiunile de interacţiune şi forţă.	• **Evocă** exemple de situaţii din viaţa de zi cu zi în care corpurile se află în repaus sau în mişcare, în care mişcările sunt uniforme, accelerate sau decelerate, fenomene în care sunt prezente inerţia şi interacţiunea: în autobuzul care pune frână brusc, toată lumea aflată în picioare tinde să se deplaseze înainte, în „balerina" din Mamaia , în timpul rotaţiilor simţim că suntem aruncaţi spre exterior, în urma ciocnirii a două autoturisme ambele suferă avarii, la tragerea cu arma trebuie avută grijă ca patul armei să fie strâns lipit de umăr, la apropierea a doi magneţi se constată fie respingerea, fie atracţia acestora, în funcţie de poziţionarea lor, etc. • **Observă** diferite situaţii în care este prezentă inerţia (atât la schimbarea stării de repaus în mişcare, cât şi invers) cât şi interacţiunea la distanţă şi prin contact direct.
• **Evocă întrebările de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice" (la dispoziţia elevilor în clasă): „Ce este mai greu de aruncat (sau de prins) o cărămidă sau o bilă din cauciuc?", „De ce prin scuturare covoarele se curăţă de praf?", „ De ce scuturăm stiloul atunci când nu mai scrie?"," De ce Pământul se roteşte în jurul Soarelui?","Pe ce principiu se bazează modul de deplasare a caracatiţelor?", „ Greutatea unui om pe Lună este identică cu cea pe Terra?"," De ce arcurile de suspensie ale unei maşini sunt foarte groase?"," Poate un copil să ridice un elefant? Cum?"etc. şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebări, privind cauzele fenomenului observat;	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări, de exemplu: „Probabil pentru că masa cărămizii este mai mare decât cea a bilei", „Probabil pentru că particulele de praf rămân în urma covorului", „Probabil că atunci când oprim brusc mâna, nu se opreşte imediat şi cerneala, astfel încât aceasta poate ajunge la peniţa stiloului)", „Probabil că Pământul este atras de Soare", „Probabil că eliminând apa pe care a acumulat-o, este propulsată în sens opus jetului eliminat din corpul său", „Omul are greutate mai mică pe Lună", „ Arcurile sunt groase pentru a nu se deforma uşor", „ Probabil că poate, folosind un dispozitiv special",etc.
• **Orientează gândirea elevilor către** identificarea vitezei, acceleraţiei, inerţiei şi a modului în care pot fi acestea măsurate, a interacţiunilor şi efectelor acestora , a principalelor tipuri de forţe şi **identifică** *explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* (utilizează instrumente precum balanţa şi dinamometrul pentru măsurarea maselor, respectiv a forţelor).	• **Stabilesc** corespondenţele între variaţia vitezei şi acceleraţie, între inerţie şi masă, între interacţiune şi forţă. • **Evocă/ exersează/studiază** interacţiunea între diferite corpuri: magneţi, bile confecţionate din plastilină, bile din fier; studiază inerţia folosind un pahar cu apă, deformarea unui resort, etc.; • Elevii ciocnesc bilele şi constată că efectele pot fi diferite, apoi apropie magneţi (S-S, N-S, N-N) şi constată că aceştia se pot respinge sau atrage mai slab sau mai intens. Elevii mişcă brusc paharul şi observă tendinţa apei de a rămâne în repaus. Observă că pentru a deforma cât mai mult un resort este necesară o forţă cât mai mare. • **Reformulează** ipotezele formulate anterior adăugând termenii ştiinţifici necesari unei explicaţii ştiinţifice riguroase. Ex:Particulele de praf rămân în urma covorului datorită inerţiei.
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere pentru a explica fenomenele observate. • **Alcătuiesc grupe de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor; • **Efectuează tema pentru acasă** (concep eseul făcând conexiuni cu experienţele proprii, se documentează,

planifice verificarea ipotezelor; se propune realizarea de către elevi a unui eseu cu tema ” Interacţiunile dintr-o zi din viaţa mea”.	argumentează, etc.)

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental**. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să prezinte instrumentele confecţionate** acasă. • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare: resorturi, dinamometre, corpuri cu mase marcate, fire, scripeţi, etc. şi **cere elevilor, organizaţi pe grupe să experimenteze:** Existenţa acţiunii şi reacţiunii, dependenţa alungirii absolute a resortului de forţa deformatoare, dependenţa tensiunii din firul inextensibil de greutatea corpurilor suspendate prin intermediul firului.	• **Evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; *Activitate pe grupe de lucru:* • **Grupa I: Studiul deformării elastice a unui resort** - **observă** modificarea alungirii în funcţie de forţa deformatoare; - **observă** modificarea alungirii în funcţie de aria secţiunii transversale a firului; - **observă** modificarea alungirii resortului în funcţie de lungimea iniţială (a resortului nedeformat); - **remarcă şi studiază** diferenţele între alungirile a două resorturi identice ca lungime şi secţiune, dar confecţionate din materiale diferite. - **realizează un grafic** din care să reiasă dependenţa alungirii unui resort de forţa deformatoare şi determină din acesta constanta de elasticitate a resortului. - **studiază** forţa elastică, folosind dinamometrele remarcă apariţia simultană a acţiunii şi reacţiunii şi egalitatea acestor forţe. • **Grupa II: Studiul tensiunii dintr-un fir inextensibil** **Elevii constată :** - apariţia tensiunii în firul inextensibil, cu masă neglijabilă, atunci când la capetele firului petrecut pe după un scripete sunt suspendate două corpuri cu mase (aproximativ) egale; - **observă** dependenţa tensiunii de greutatea corpurilor suspendate la capetele firului. - **constată** apariţia acceleraţiei în condiţiile în care cele două corpuri suspendate nu au aceeaşi masă; - **observă** variaţia tensiunii din firul cu masă dată în funcţie de punctul în care este determinată.
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile experimentale	• **Elevii prezintă observaţiile experimentale în faţa clasei.**

	Dacă şi-au încheiat activitatea, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări.	• **Efectuează tema pentru acasă/ grupele de lucru** ca răspunsuri la întrebări: 1. De ce atunci când doi muncitori descarcă bare metalice lungi şi grele ei nu le dau drumul din mâini decât în acelaşi moment? 2. Ce forţe acţionează asupra corpului unui om care face bungee jumping , în timpul coborârii?

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: inducţie. **Scenariul lecţiei: inductiv**. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** etapei de explorare şi cere elevilor să reunească datele în tabele de valori, să stabilească formule de dependenţă. • **Cere elevilor să stabilească o** relaţie de dependenţă alungirii absolute de forţa deformatoare, aria secţiunii transversale a resortului, de lungimea resortului nedeformat; • Solicită elevilor să observe schimbarea tensiunii din fir o dată cu schimbarea tipului de mişcare a corpurilor suspendate (MRU sau MRUV), modificarea valorii tensiunii de la un punct la altul în cazul firelor cu masă dată.	**Grupa I:** Elevii observă că: - alungirea absolută a resortului depinde direct proporţional de forţa deformatoare; - alungirea absolută a resortului depinde direct proporţional de lungimea resortului nedeformat; - alungirea absolută a resortului depinde invers proporţional de aria secţiunii transversale a resortului; - alungirea absolută a resortului depinde de natura materialului din care este confecţionat resortul. - constanta de elasticitate a resortului poate fi determinată folosind caracteristicile resortului (aria secţiunii transversale, lungime în stare nedeformată, modul de elasticitate longitudinală), dar şi pe cale grafică, studiind forţa deformatoare şi alungirea absolută. **Grupa II:** **Elevii constată :** - că există o legătură între valoarea tensiunii şi masele celor două corpuri folosite în experiment; - că atunci când masele celor două corpuri suspendate nu mai sunt egale se modifică valoarea tensiunii din fir şi apare acceleraţia; - diferenţa între valorile tensiunii în diferite puncte ale unui fir cu masă dată depinde de lungimea firului
• **Cere elevilor** să revină la întrebările temă de investigat şi să **formuleze explicaţii** • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să se documenteze referitor la posibilitatea de a ridica cu un efort minim , un obiect masiv.	*Activitate frontală* • **Formulează argumente, stabilesc conexiuni** între fenomenele investigate şi noi situaţii problemă. • **Efectuează tema pentru acasă**: *„Imaginaţi-vă un dispozitiv realizat dintr-un sistem de scripeţi fîcşi şi mobili cu care să puteţi ridica o ladă de 200 kg”.*

Secvenţa a IV-a. Aplicare-Transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Lecţia 4

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză,transfer, de percepţie a valorilor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.; Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe

Procesul cognitiv: deducţie. **Scenariul lecţiei: deductiv**. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145). Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate. • **Propune** elevilor materiale documentare referitoare la scripeţi ficşi şi mobili şi utilitatea lor. • **Ghidează elevii să constate** că în cazul asocierii mai multor scripeţi/fire, tensiunea este diferită în fiecare fir.	-Reunesc observaţiile într-un tabel de tipul: Nr. det. | l_0 | l | Δl | F=G | $k=F/\Delta l$ | k_{mediu} | δk | δk_{mediu} | k_{final} a) **Calculează** constanta de elasticitate folosind tangenta unghiului obţinut în graficul dependenţei alungirii absolute de forţa deformatoare şi o compară cu cea obţinută prin calcul (conform tabelului de date) b) **Abordează** teoretic gruparea în serie a mai multor resorturi identice. c) **Determină** tensiunea din firul de masă neglijabilă în cele două situaţii date (cu acceleraţie şi fără acceleraţie), iar în situaţia în care firul are masă dată, calculează, folosind datele experimentale (masele), tensiunea în diferite puncte ale firului. d) **Determină** teoretic tensiunea din fire în cazul în care intervine şi un scripete mobil, constatând diferenţele între tensiunile din firele diferite. e) **Confecţionează** un dispozitiv alcătuit din scripeţi cu care să poată ridica un corp greu folosind o forţă activă cât mai mică. **f)** **Observă** legătura dintre numărul de scripeţi mobili şi masa corpului care poate fi ridicat folosind aceeaşi forţă activă. **g)** **Explică** diferenţa dintre tensiunile din fire diferite; **h)** **Stabilesc** cu ajutorul profesorului formulele care leagă tensiunile din fire, respectiv acceleraţiile. **i)** **Evidenţiază** aplicaţii practice(în construcţii, pentru ridicarea greutăţilor)
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de instrumente neconvenţionale, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseuri); stabilesc **modalităţi de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite, propun eventuale dispozitive în care să poată fi utilizate construcţii

similare celor realizate în clasă)

Bibliografie:

(1) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(2) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(3) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(4) Ailincăi,M, Rădulescu,L,*Probleme-Intrebări de fizică,* Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti,1972

Unitatea de învăţare: IX.2.2
Forţa de frecare
„Dacă n-ar exista frecare, am putea să ne deplasăm?”
sau
„Forţa de frecare este utilă sau dăunătoare?”

Filis Oprea

Clasa: a IX-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **5**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **Forţa de frecare.** Tipuri de forţe de frecare (statică şi cinetică). Forţa de frecare la alunecare. Legile frecării. Rolul frecării în tehnică şi în activitatea cotidiană. (Programa de fizică pentru clasa a IX-a/ 2010).
Modelul de învăţare asociat: **EXPERIMENTUL**
Competenţe specifice: derivate din **modelul experimentului**, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Competenţe specifice** (Modelul de predare)
I. Evocare – Anticipare	1. Sesizarea problemei, formularea ipotezelor şi planificarea experimentului;
II. Explorare – Experimentare	2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;
III. Reflecţie – Explicare	3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
IV. Aplicare – Transfer	4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele experimentului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii declanşate de sesizarea unei probleme a cărei soluţie presupune realizarea unui experiment în condiţii de laborator, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului. Procesul cognitiv central este *inducţia sau generalizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza observării unor exemple şi contraexemple ale conceptului de învăţat).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de situaţii-problemă, de exemplu: *„Dacă n-ar exista frecare, am putea să ne deplasăm?”*. Pe parcurs, gândirea elevilor se va dezvolta către ideea: *„Forţa de frecare este cea care ne ajută să ne deplasăm , jucând practic rol de forţă motoare”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Avansarea ipotezelor şi planificarea experimentului;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): un filmuleţ în care sunt prezentate fenomene de zi cu zi în care este prezentă frecarea, toate acestea **ilustrând întrebarea din tema unităţii de învăţare**; **-stimulează atenţia şi interesul** elevilor pentru	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale (în diverse maniere: oral, scris, prin desene, experimente, mimare etc.) privind forţa de frecare, necesitatea cunoaşterii acesteia, etc.;

ceea ce urmează să fie învăţat, prin intermediul unor întrebări incitante, unei probleme, studiu de caz (cu soluţie experimentală). • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură cum ar fi dinamometrul, etc.);;	
• **Cere elevilor** să evoce definiţia forţei şi **prezintă** tipurile de forţe învăţate ; • Plecând de la *întrebarea din temă*, **demonstrează experimental** (folosind un plan înclinat (tribometru), un plan orizontal şi cuburi pe ale căror feţe sunt lipite diferite materiale (cauciuc, metal, lemn, etc.) că forţa de frecare statică poate menţine corpul în repaus pe plan) şi că la modificarea unghiului de la baza planului înclinat (mărirea acestuia) corpul începe să se mişte, forţa de frecare statică fiind înlocuită cu cea de frecare la alunecare. **Prezintă elevilor** modul de utilizare a tribometrului şi **ghidează gândirea** elevilor către observarea faptului că atât materialul cât şi gradul de prelucrare a suprafeţei unui cub schimbă forţa de frecare. Adăugând un cub peste cel aflat pe planul orizontal şi legând ansamblul celor două corpuri prin intermediul unui fir inextensibil petrecut pe după un scripete de un taler cu mase marcate (suspendat), profesorul **demonstrează** că forţa de frecare este mai mare decât în cazul când este un singur cub, masele adăugate pe taler pentru a deplasa uniform cele două cuburi fiind mai mari decât cele necesare pentru mişcarea uniformă a unui singur cub. adică forţa de frecare este proporţională cu forţa de apăsare normală pe plan. Profesorul aşează apoi cuburile pe plan unul lângă celălalt şi **arată** elevilor că forţa de frecare este aceeaşi.	• **Evocă** forţe cunoscute,incluzând între acestea şi frecarea , **anticipează simbolul (modul de notare) forţei de frecare.**; • **Formulează** ipoteze cu privire la existenţa forţelor de frecare statică şi la alunecare, la legătura posibilă dintre forţa de frecare şi forţa de apăsare exercitată de corp/corpuri pe plan.
• **Oferă grupelor de elevi** tribometru, un cub din lemn, un suport pentru discuri (taler), discuri crestate, dinamometru, fir de aţa inextensibil, riglă şi **cere elevilor**: - **să realizeze** un montaj simplu aşezând cubul pe planul înclinat şi legându-l prin intermediul firului petrecut pe după scripete de taler; - **să verifice** dacă adăugând pe taler discuri crestate cubul aflat pe plan începe să se deplaseze. - **să observe** că adăugând mase mişcarea se transformă din uniformă în accelerată. - **să înregistreze** şi **să comunice** observaţiile realizate şi ipotezele cu privire la învingerea forţei de frecare statică şi apariţia forţei de frecare la alunecare.	• Organizaţi în grupuri de lucru: - **realizează** montajele pe baza schemei indicată de profesor; - **verifică** starea de funcţionare; • Organizaţi în grupuri de lucru, **constată** că: - iniţial cubul era în repaus - adăugând discuri crestate pe taler cubul începe să se deplaseze uniform; - continuând adăugarea de mase pe taler, mişcarea cubului devine accelerată.
• **Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare,	• **Identifică produse** pe care ar dori să le realizeze şi evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[7]	• **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, convin modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor***; [8]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor să gândească şi să prezinte, după preferinţe, alcătuirea *portofoliului* necesar evaluării finale.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând în grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute/ ipotezele formulate cu privire la trecerea de la starea de repaus la mişcare rectilinie uniformă, apoi la mişcare rectilinie uniform variată.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **ipoteze** privind existenţa forţelor de frecare; **defineşte** funcţiile trigonometrice sinus şi cosinus, **notează** simbolul ”F_f”.	•**Realizează** un desen – schiţă pentru montajul realizat (plan înclinat, cub situat pe plan, fir legat de cub şi petrecut pe după scripetele fixat in vârful planului înclinat, taler atârnat de celălalt capăt al firului) şi notează formulele matematice necesare calculării funcţiilor sinus şi cosinus.
• **Demonstrează elevilor** *modul de calculare a*	• Organizaţi în grupuri de lucru, **realizează de câte**

[7] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[8] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

funcţiilor sinus şi cosinus în-tr-un triunghi dreptunghic cunoscând dimensiunile laturilor sau utilizând calculatorul daca cunosc măsura unghiului. **-Oferă elevilor** (pe grupe): tribometrul, talerul, dinamometrul, masele marcate, firul, rigla şi **cere elevilor**: - **să realizeze** montajul experimental (identic cu ultimul din ora anterioară); - **să traseze** pe caiete schiţa montajului experimental;; - **să traseze** forţele care acţionează asupra corpurilor; - **să indice** pe foaie sensul de deplasare a corpurilor; - **să modifice** suprafaţa de contact a cubului cu planul înclinat (plasează cubul pe rând, pe fiecare faţă) şi să modifice masele de pe taler până la o mişcare uniformă a cubului pe plan, repetând operaţia de trei ori pentru fiecare caz. - **să înregistreze** într-un tabel masele corpurilor, înălţimea planului înclinat şi lungimea bazei acestuia; - **să formuleze ipoteze** cu privire la *relaţia dintre forţa de frecare la alunecare şi suprafaţa de contact (material, grad de şlefuire).*	**3 ori experimentele, trasează** forţele care acţionează asupra corpurilor reprezentate în desen**, reprezintă** sensul de deplasare a corpurilor**, măsoară** înălţimea şi baza planului înclinat, **calculează** sinusul şi cosinusul unghiului de la baza planului înclinat, **măsoară** cu ajutorul dinamometrului greutatea cubului şi **notează** masele adăugate, precum şi masa talerului. **Alcătuiesc un tabel** în care **ierarhizează** şi **ordonează** toate aceste **date** ;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: 1. Să proiecteze forţele reprezentate pe schema montajului realizată pe caiet şi să găsească o expresie matematică pentru forţa de frecare la alunecare apărută în cazul deplasării cu viteză constantă a cubului pe plan.	• **Efectuează tema pentru acasă**. •Elevii **pot realiza** o proporţionalitate între forţa de frecare şi greutăţi ($F_f = G_{\text{mase şi taler}} - G_{\text{t cub}}$) .

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute, **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă şi **să distingă reguli/ pattern-uri** în datele colectate, pe baza reprezentărilor grafice realizate, prin *idealizarea/ abstractizarea* acestora; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile*	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Comunică rezultatele** obţinute prin efectuarea temei pentru acasă şi **observă că**: - forţa de frecare la alunecare depinde prin intermediul forţei de apăsare normală pe plan de greutăţile corpurilor ($G_{\text{mase+taler}}$ şi $G_{\text{t cub}}$) : $F_f = G_{\text{mase şi taler}} - G_{\text{t cub}}$

de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): relaţia dintre F_f şi N;	
• **Denumeşte** relaţia de proporţionalitate dintre Ff şi N , respectiv nedependenţa forţei de frecare la alunecare de aria suprafeţei de contact dintre corpuri *legile frecării* şi **cere elevilor**: - **să enunţe** *legile frecării*;	• **Enunţă** *legile frecării;*
• **Defineşte** *coeficientul de frecare la alunecare*; **cere elevilor** să calculeze pentru fiecare dintre măsurătorile înscrise în tabel, coeficientul de frecare la alunacare şi **să comunice** constatările lor;	• **Calculează** φ, tg φ şi μ, obţinând expresia: $\mu = \frac{m_{taler+discuri} l - m_{cub} h}{m_{cub} d}$, *unde l este lungimea planului înclinat.*
• **Cere elevilor** să înscrie în tabel (adăugând o coloană) şi **să comunice** rezultatele lor pentru: - valoarea medie a μ; - μ_m (după eliminarea erorilor grosolane); - erorile absolute asociate măsurătorilor; - eroarea absolută medie: $\Delta \mu_m$; - rezultatul măsurării (coeficientul de frecare la alunecare): $\mu = \mu_m \pm \Delta \mu_m$;	• **Efectuează calcule** şi **înscriu** cele cerute;
• **Denumeşte** unghiul de frecare - φ; **cere elevilor** să stabilească o legătură matematică între μ şi φ şi unitatea de măsură a μ;	• **Enunţă** $\mu = tg\varphi$; Coeficientul de frecare la alunecare este adimensional.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să utilizeze legile frecării în rezolvarea anumitor probleme (culegere de probleme).	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;

• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *legile frecării*; **revine la întrebarea iniţială**: „Forţa de frecare este utilă sau dăunătoare?*”,* cerând elevilor să **prezinte noi argumente** la întrebare;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** aspecte interesante, dificultăţi întâlnite, noi probleme, **argumente** la întrebarea iniţială etc.;
• **Oferă** elevilor fişe de lucru care înfăţişează un schior alunecând pe o pârtie şi un automobil rulând pe o şosea. **Cere** elevilor să construiască în cele două situaţii, forţele care acţionează asupra corpurilor aflate în mişcare.	• **Utilizează** fişele primite şi **trasează** forţele. **Constată** că forţa de frecare acţionează diferit (raportat la sensul de deplasare a corpului) în cele două cazuri. **Constată** că într-una dintre situaţii forţa de frecare se opune ca sens deplasării (schior), în timp ce în cazul maşinii este îndreptată în sensul deplasării, jucând practic rol de forţă motoare.
• **Oferă elevilor** câte un pahar din plastic în care se află mălai şi le **solicită** să determine coeficientul de frecare la alunecarea mălai-mălai.	• **Realizează** experimentul construind o grămăjoară de mălai şi adăugând fin, în „ploaie”,granule de mălai peste grămăjoara deja formată ,astfel încât particulele să alunece uniform unele peste altele şi **constată** că: - forţa de frecare la alunecare poate fi determinată măsurând înălţimea şi baza grămăjoarei de mălai.(practic verifică relaţia $\mu = tg\varphi$.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să reprezinte grafic forţele care acţionează în mişcarea studiată, să le proiecteze pe axe şi să determine coeficientul de frecare la alunecare.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, Forţa de frecare în viaţa practică.	
• **Oferă elevilor** materiale: rulmenţi, un cărucior paralelipipedic căruia i se pot bloca roţile,dinamometru, sfoară, vaselină. • **Cere elevilor:** **-să identifice** situaţia în care un nod făcut sforii	• **Realizează** nodul şi studiază desfacerea acestuia în cazurile solicitate de profesor; • **Concluzionează** că vaselina micşorează frecarea, înlesnind desfacerea nodului. • **Construiesc** minimontajul dinamometru-paralelipiped

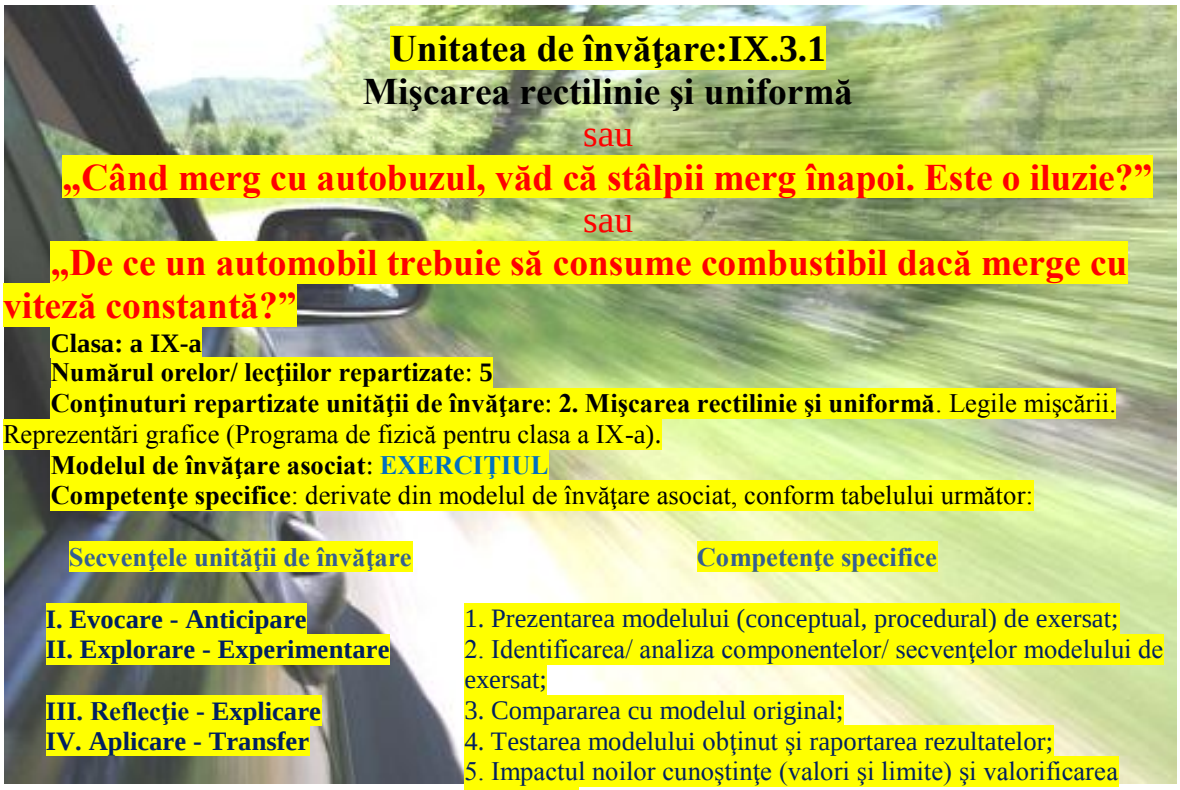
se poate desface mai uşor (când sfoara este unsă cu vaselină, sau când este curată); -**să concluzioneze** când este mai mică forţa de frecare- în cazul deplasării corpului cu roţile libere, sau blocate;	şi **studiază** cele două situaţii (cu roţi libere, respectiv blocate); • **Analizează** forţele de tracţiune (măsurate cu ajutorul dinamometrului) din timpul deplasării uniforme a corpului, **identificând** cu ajutorul acestora forţele de frecare şi **stabilesc** că forţa de frecare la rostogolire este mai mică decât cea la alunecare.
• **Solicită elevilor** realizarea unui material ppt.în care să fie prezentate lucruri, evenimente, fenomene posibile sau care funcţionează datorită existenţei forţelor de frecare. • **Explică** elevilor care sunt consecinţele existenţei şi acţiunii forţelor de frecare, cu plusurile şi minusurile corespunzătoare. • **Implică** elevii în găsirea unor soluţii practice pentru micşorarea forţelor de frecare; • **Implică** elevii în identificarea altor forţe de frecare (rezistenţă) - cum ar fi cele care apar la contactul dintre un solid şi in lichid, un solid şi un gaz, etc. şi îi **solicită** pentru a realiza că astfel de forţe depind de alţi parametri (viteză, formă,etc.)	• **propun** diverse metode practice utile pentru micşorarea forţelor de frecare; • **explică** „uzarea" corpurilor; • **justifică** folosirea rulmenţilor; • **identifică** diverse forţe de rezistenţă, găsindu-le utilitatea, respectiv „nocivitatea"; • **identifică** parametrii care influenţează valorile forţelor de rezistenţa la înaintare pentru diferite corpuri, în diverse situaţii.
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**;[9] • **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte** elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	• **Prezintă** portofoliile, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• **Îşi propun** să **expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale.

Bibliografie:

(1) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;

[9] **Criteriile de evaluare finală** vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.
Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite" corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

5. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
6. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
7. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
8. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.



Unitatea de învăţare:IX.3.1
Mişcarea rectilinie şi uniformă

sau

„Când merg cu autobuzul, văd că stâlpii merg înapoi. Este o iluzie?”

sau

„De ce un automobil trebuie să consume combustibil dacă merge cu viteză constantă?”

Clasa: a IX-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **2. Mişcarea rectilinie şi uniformă**. Legile mişcării. Reprezentări grafice (Programa de fizică pentru clasa a IX-a).

Modelul de învăţare asociat: **EXERCIŢIUL**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare **II. Explorare - Experimentare** **III. Reflecţie - Explicare** **IV. Aplicare - Transfer**	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat; 2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat; 3. Compararea cu modelul original; 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: „*O maşină merge rectiliniu şi uniform; de ce e nevoie să consume combustibil, pentru că nu accelerează ca să îşi mărească viteza!? O sanie care se deplasează pe o pârtie îşi măreşte nedefinit viteza? Când sunt în maşină, observ că trotuarul şi stâlpii se deplasează în sens opus! Este acest lucru real, sau este doar o aparenţă?*” . Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către distincţia dintre mişcarea conform principiului inerţiei şi cea în care suma forţelor este nulă. Elevii vor înţelege relativitatea mişcării. Exemple: *„Când urcă o pantă cu viteză constantă o maşină consumă combustibil! Soarele şi Luna se mişcă în jurul Pământului, sau Pământul se mişcă în jurul lor?!”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Activitatea profesorului	Activităţi de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): corelarea principiului	• **Evocă** observaţii proprii, **comunică răspunsurile** în clasă;

fundamental al dinamicii cu tema unităţii de învăţare, o situaţie problemă edificatoare etc.);

• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (relaţii între multipli şi submultipli ai unităţilor de măsură, utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);

• **Comunică scopul prelegerii**: explicarea termenilor: coordonată, viteză, acceleraţie, moment iniţial, coordonată iniţială folosind exemplul traseului parcurs de o săniuţă pe pârtie (mişcare liberă pe un plan înclinat, cu viteză iniţială şi cu frecare) şi **cere elevilor să argumenteze** mişcarea uniformă a săniuţei în prezenţa forţei de frecare de-a lungul pârtiei;

• **Defineşte (operaţional)** conceptul de deplasare rectilinie şi uniformă: *corpurile aflate sub acţiunea mai multor forţe care au rezultanta nulă (sau în absenţa oricăror forţe) se află în mişcare rectilinie şi uniformă(vectorul viteză este constant)*, şi **cere elevilor** să reprezinte forţele care acţionează asupra săniuţei; să descrie variaţia coordonatei, vitezei şi acceleraţiei săniuţei de-a lungul pârtiei.

• **Defineşte** noţiunea de lege de mişcare, cea de viteză li cea de acceleraţie şi **cere elevilor** deducă legile de mişcare rectilinie şi uniformă;

• **Cere elevilor să invoce** exemple de situaţii în care mobile se deplasează rectiliniu şi uniform, **îi solicită să imagineze** modalităţi experimentale pentru determinarea vitezei maşinilor (sau ale altor mobile) de pe stradă, **să argumenteze** propunerile făcute şi **să analizeze** posibilitatea de a realiza experimente mai rafinate; să răspundă la întrebarea: „de ce trebuie sa consume combustibil care se deplasează uniform?”

• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[10]

• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de

• **Evocă** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând pârtia);



• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor, **reprezintă forţele** care acţionează asupra săniuţei şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând pârtia): *coordonata creşte, viteza este constantă în modul şi ca orientare, acceleraţia este nulă*;

• **Prelucrează** informaţiile primite**:**

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t - t_0}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = 0$$

şi regulile de calcul, efectuează calculele şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând pârtia):

legea acceleraţiei $a = 0$

legea vitezei $v = constant$

legea coordonatei $x = x_0 + v(t - t_0)$

• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, eventual sub forma unui desen):

- **Exemplifică**: deplasarea unui pieton, a unui tren, a unui automobil etc.; în deplasare trebuie învinsă frecarea pentru a avea acceleraţie nulă!
- **Precizează** necesitatea de a utiliza instrumente de măsură pentru durate şi distanţe, aparate de fotografiat şi / sau de filmat şi **propune scheme experimentale** realizabile cu mijloace simple, pe teren;

• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

• **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);

• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa

[10] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [11];	*criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile şi constatările de până acum; 2. Să observe mişcarea unui mobil real, să noteze spaţii parcurse şi durate corespunzătoare şi să le reprezinte grafic dependenţa, să deducă viteza de deplasare etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

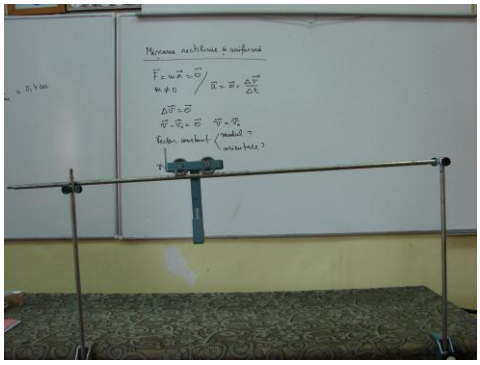
Lecţia 2

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind cauze ale *mişcării rectilinii şi uniforme*; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Revine** la mişcarea săniuţei pe planul înclinat şi **cere elevilor să anticipeze**: a) efectul greutăţii săniuţei asupra mişcării ei şi efectul forţei de frecare: *În ce condiţii mişcarea săniuţei este uniformă?*;	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *Greutatea accelerează săniuţa iar forţa de frecare o frânează. Dacă efectele se compensează, mişcarea va fi rectilinie şi uniformă.* -

[11] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

• **Cere elevilor** să realizeze pe un desen o diagramă completă a forţelor care intervin, să aleagă un sistem de axe convenabil, să utilizeze ecuaţia principiului fundamental pentru a deduce relaţia dintre greutate şi forţa de frecare în timpul mişcării săniuţei;

• **Oferă** elevilor **material didactic** din trusele de fizică şi **solicită** ca elevii **sa realizeze** pe grupe montajul mecanic necesar pentru a studia experimental MRU; **arată** că bara de rulare trebuie să fie foarte puţin înclinată astfel încât mişcarea căruciorului pe bară să fie uniformă (aproximativ). **Oferă** în mediul Excel **tabelul** de completat, **cere să se măsoare** distanţe şi durate cu care **să completeze** tabelul; **cere să se construiască** în Excel graficul x(t) şi **să determine** viteza căruciorului în diferite momente ale mişcării.

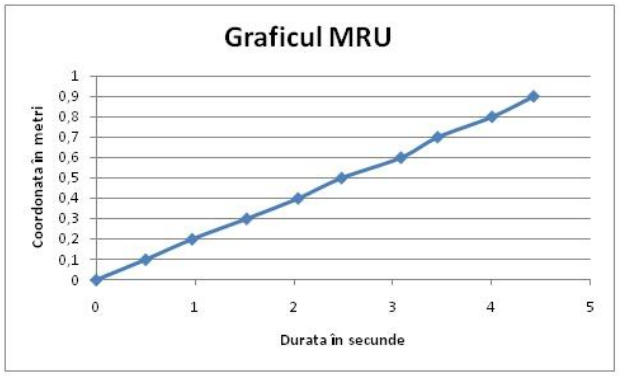


• **Reprezintă** forţele, **decid** asupra celui mai potrivit sistem de axe, **proiectează** toate forţele pe acest sistem şi **stabilesc** relaţiile matematice corespunzătoare, **formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):

- *forţa de frecare are modulul egal cu modulul componentei greutăţii de-a lungul planului*;
- *drept consecinţă, acceleraţia săniuţei este nulă;*

• **Realizează** montajul mecanic, **efectuează** experimente în număr necesar, **completează tabelul de date**, **reprezintă grafic** x(t), ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete) precum **şi concluzia** cu privire la viteza căruciorului:

x (m)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
t (s)	0	0,5	0,97	1,52	2,04	2,48	3,08	3,45	4	4,42



- *viteza căruciorului are valoarea v = 2m/s şi este aproximativ constantă ;*

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să alcătuiască un referat cu privire la MRU, in care sa introducă şi elemente de calcul a erorilor – referat standard.

• **Efectuează tema pentru acasă** pregătind **prezentarea** referatului în format hard copy şi în format **PPT**.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	

• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): definiţia MRU şi legile de mişcare; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Oferă** elevilor o listă de funcţii de gradul I, cu coeficienţi numerici expliciţi: în format standard, cu pantă pozitivă, cu pantă negativă, fără termen liber şi cu diferite valori ale coeficienţilor numerici **şi solicită**: a) să identifice aceste ecuaţii cu legea coordonatei din MRU (pentru moment iniţial nul); b) să le reprezinte grafic prin puncte în mediul Excel şi prin tăieturi; c) să reprezinte pe aceeaşi diagramă două grafice şi să stabilească semnificaţia punctului de intersecţie a graficelor;	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): a) ***identifică coeficienţii*** *şi* ***constată*** *că panta reprezintă viteza, termenul liber reprezintă coordonata iniţială*; b) ***Reprezintă*** *un sistem de axe rectangulare,* ***alege*** *scări dimensionale potrivite şi* ***reprezintă graficele*** *prin tăieturi şi / sau prin puncte*; c) ***Identifică*** *punctul de intersecţie al graficelor şi* ***deduce*** *că reprezintă coordonata locului de întâlnire a mobilelor şi momentul întâlnirii* ;
• **Prezintă** elevilor imagini (reale sau desenate) ale unor mobile, cu o axă de coordonate sugerată şi solicită elevilor să scrie ecuaţiile de mişcare în forma generală, fără valori numerice;	• **Identifică** mobilele, coordonatele iniţiale şi orientarea vitezei şi le **substituie** în mod corespunzător în expresia matematică a legii de mişcare**. Scrie** fiecare lege de mişcare pe imaginea analizată.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să repete ceea ce au făcut în clasă cu exemple alese de ei sau culese din mediu (de exemplu să realizeze fotografii digitale ale unor mobile de pe stradă etc.)	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii, prezentări PPT etc.).

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate*	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de*

acasă şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele;	*autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Legile MRU şi condiţiile în care se aplică;	
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete).
• Prezintă o problemă: „Două mobile pornesc simultan unul spre celălalt de la distanţa S=100m cu vitezele v_1=7m/s, respectiv v_2=3m/s. Unde şi Când se întâlnesc?" şi sugerează trei metode de rezolvare: a. metoda spaţiului parcurs, în care legea de mişcare este: $S=S_0+v\cdot t$, S reprezintă spaţiul parcurs de un mobil dat, toate mărimile sunt nenegative; b. Metoda ecuaţiilor de mişcare, în care legea de mişcare este: $x=x_0+v\cdot t$, x reprezintă coordonata mobilului la momentul t, toate mărimile sunt din R; c. Metoda mişcării inverse, în care observatorul se află într-unul din mobile şi atribuie tuturor mobilelor viteza acelui mobil cu semn schimbat. Referitor la relativitatea mişcării, reformulează întrebarea cu privire la stâlpii observaţi din maşină.	**Identifică** de fiecare dată elementele definitorii corespunzătoare metodei, **scrie ecuaţiile**, **efectuează calculele şi furnizează răspunsul**. a. $S_1=v_1t$; $S_2=v_2t$; $S= S_1+S_2$; rezultă: $t= S/(v_1+v_2)=10s$; $S_1 = 70$ m; $S_2 = 30$ m. b. $x_1=v_1t$; $x_2=S - v_2t$; Condiţia de întâlnire: „Dacă $t = t_i$, $x_1=x_2$!". Rezultă: $t_i= S/(v_1+v_2)=10s$; $x_1=x_2=70$ m! c. Dacă observatorul este solidar cu mobilul 2, primul are faţă de el viteza relativă v_1+v_2, şi se vor întâlni la momentul $t_i= S/(v_1+v_2)=10s$; Dacă sistemul de referinţă este chiar maşina în care se află observatorul, **stâlpii se deplasează aşa cum se vede, adică spre înapoi; deplasarea este reală, şi nu aparentă**"
• **Implică elevii în** formularea răspunsului la întrebarea: Care dintre metode este cea mai bună?	• **Îşi prezintă opiniile, argumentează, formulează concluzii: …**
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: să rezolve un set de probleme similare prin cele trei metode studiate în clasă.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Activitatea profesorului	Activităţi de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): legile de MRU şi condiţiile în care se aplică.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă;
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[12]; • **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ****Îşi propun să expună*** *produsele realizate în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale, să informeze factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele*.

Bibliografie:

(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.htm
(6) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

[12] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

1. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
2. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
3. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
4. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:IX.3.2
Mişcarea rectilinie uniform variată

sau

„Este posibil ca un automobil care porneşte cu acceleraţie mică să ajungă din urmă un bolid de curse care trece cu viteză foarte mare?”



Clasa: a IX-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **2. Mişcarea rectilinie uniform variată**. Legile mişcării. Reprezentări grafice (Programa de fizică pentru clasa a IX-a).

Modelul de învăţare asociat: **EXERCIŢIUL**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: *„Este posibil ca un automobil care porneşte cu acceleraţie mică să ajungă din urmă un bolid de curse care trece cu viteză foarte mare?”Oare căderea unei picături de apă în chiuvetă şi frânarea unui automobil la stop ascultă de aceleaşi legi cinematice?* . Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către constatarea că toate mişcările cu acceleraţie constantă sunt descrise de aceleaşi legi..

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Activitatea profesorului	Activităţi de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): corelarea principiului fundamental al dinamicii cu tema unităţii de învăţare, o situaţie problemă edificatoare etc.); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (relaţii între multipli şi submultipli ai unităţilor de măsură, utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii proprii, **comunică răspunsurile** în clasă;

• **Comunică scopul prelegerii**: explicarea termenilor: coordonată, viteză, acceleraţie, moment iniţial, coordonată iniţială folosind exemplul traseului parcurs de o săniuţă pe pârtie (mişcare liberă pe un plan înclinat, fără viteză iniţială şi cu frecare) şi **cere elevilor să argumenteze** mişcarea accelerată a săniuţei în prezenţa forţei de frecare de-a lungul pârtiei;	• **Evocă** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând pârtia);
• **Defineşte** conceptul de deplasare rectilinie şi uniform variată: *corpurile aflate sub acţiunea mai multor forţe care au rezultanta nenulă şi constantă) se află în mişcare rectilinie şi uniformă variată dacă rezultanta forţelor are aceeaşi direcţie cu cea a vectorului viteză (vectorul acceleraţie este constant),* şi **cere elevilor** să reprezinte forţele care acţionează asupra săniuţei; să descrie calitativ variaţia coordonatei, vitezei şi acceleraţiei săniuţei de-a lungul pârtiei.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor, **reprezintă forţele** care acţionează asupra săniuţei şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând pârtia): *coordonata creşte, viteza creşte în modul, acceleraţia este constantă, deoarece forţele care acţionează sunt constante*;
• **Defineşte** noţiunea de lege de mişcare, cea de viteză şi cea de acceleraţie şi **cere elevilor** deducă legile de mişcare rectilinie uniform variată;	• **Prelucrează** informaţiile primite**:** **$a=(v-v_0)/(t-t_0)$ = constantă; $v=(x-x_0)/(t-t_0)$** **şi regulile de calcul,** efectuează calculele şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând pârtia): *legea acceleraţiei* **a= constantă** *legea vitezei* **$v=v_0+a(t-t_0)$** *legea coordonatei* **$x=x_0+v_0(t-t_0)+a(t-t_0)^2/2$**
• **Cere elevilor să invoce** exemple de situaţii în care mobile se deplasează rectiliniu şi uniform, **îi solicită să imagineze** modalităţi experimentale pentru determinarea vitezei maşinilor (sau ale altor mobile) de pe stradă, **să argumenteze** propunerile făcute şi **să analizeze** posibilitatea de a realiza experimente mai rafinate;	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, eventual sub forma unui desen): - **Exemplifică**: startul unui atlet, plecarea unui tren din gară, frânarea unui automobil la intersecţie etc.; - **Precizează** necesitatea de a utiliza instrumente de măsură pentru durate şi distanţe, aparate de fotografiat şi / sau de filmat şi **propune scheme experimentale** realizabile cu mijloace simple, pe teren;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[13]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [14];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile şi constatările de	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

[13] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[14] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

până acum; 2. Să observe mişcarea unui mobil real, să noteze spaţii parcurse şi durate corespunzătoare şi să le reprezinte grafic dependenţa, să deducă viteza de deplasare în diferite momente (intervale mici de timp) etc.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

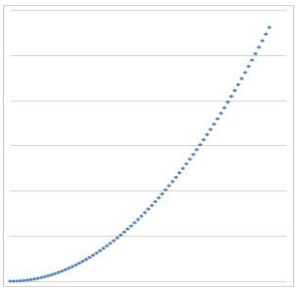
Lecţia 2

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind cauze ale *mişcării rectilinii şi uniform variate*; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Revine** la mişcarea săniuţei pe planul înclinat şi **cere elevilor să anticipeze**: a) efectul greutăţii săniuţei asupra mişcării ei şi efectul forţei de frecare: *În ce condiţii mişcarea săniuţei este accelerată?*;	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *Greutatea accelerează săniuţa iar forţa de frecare o frânează. Dacă efectele se nu se compensează, mişcarea va fi rectilinie şi uniform variată.* -
• C**ere elevilor** să realizeze pe un desen o diagramă completă a forţelor care intervin, să aleagă un sistem de axe convenabil, să utilizeze ecuaţia principiului fundamental pentru a deduce expresia acceleraţiei săniuţei;	• **Rprezintă** forţele, **decid** asupra celui mai potrivit sistem de axe, **proiectează** toate forţele pe acest sistem şi **stabilesc** relaţiile matematice corespunzătoare, **formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *forţa de frecare are modulul mai mic decât modulul componentei greutăţii de-a lungul planului*; - *drept consecinţă, acceleraţia săniuţei este orientată în jos, de-a lungul planului;*
• **Oferă** elevilor **material didactic** din trusele de fizică şi **solicită** ca elevii **sa realizeze** pe grupe montajul mecanic necesar pentru a studia experimental MRUV; **arată** că bara de rulare	• **Realizează** montajul mecanic, **efectuează** experimente în număr necesar, **completează tabelul de date**, **reprezintă grafic** x(t), ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete) precum **şi**

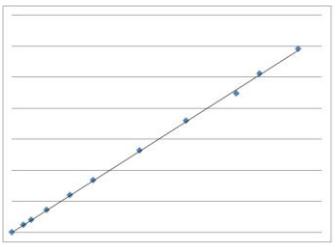
trebuie să fie înclinată astfel încât mişcarea căruciorului pe bară să fie uniform accelerată, cu acceleraţie mică, pentru a permite realizarea de măsurători **Oferă** în mediul Excel **tabelul** de completat, **cere să se măsoare** distanţe şi durate cu care **să completeze** tabelul; **cere să se construiască** în Excel graficul x(t) şi **să determine** viteza căruciorului în diferite momente ale mişcării şi să reprezinte grafic v(t).

concluzia cu privire la viteza căruciorului:

Graficul coordonatei:



Graficul vitezei:



- *acceleraţia căruciorului are valoarea v = ... şi este aproximativ constantă ;*

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să alcătuiască un referat cu privire la MRUV, in care sa introducă şi elemente de calcul a erorilor – referat standard.

• **Efectuează tema pentru acasă** pregătind **prezentarea** referatului în format hard copy şi în format **PPT**.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): definiţia MRUV şi legile de mişcare; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);

• **Oferă** elevilor o listă de funcţii de gradul al doilea, în format standard, cu diferite valori ale coeficienţilor numerici **şi solicită**: d) să identifice aceste ecuaţii cu legea coordonatei din MRUV (pentru moment iniţial nul); e) să le reprezinte grafic prin puncte în mediul Excel; f) să identifice mărimile: acceleraţie, viteză iniţială, coordonată iniţială; g) să scrie legile vitezei şi acceleraţiei în fiecare caz; h) să reprezinte legea vitezei pe aceeaşi diagramă cu legea coordonatei.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): d) ***identifică coeficienţii*** *şi* ***constată*** *termenul liber reprezintă coordonata iniţială, coeficientul parametrului t reprezintă viteza iniţială iar coeficientul lui* t^2 *reprezintă jumătate din acceleraţie*; e) ***Reprezintă*** *un sistem de axe rectangulare,* ***alege*** *scări dimensionale potrivite şi* ***reprezintă graficele***; f) ***Identifică*** *o particularitate a punctului care corespunde momentului în care viteza are valoare nulă* ;
• **Prezintă** elevilor imagini (reale sau desenate) ale unor mobile, cu o axă de coordonate sugerată şi solicită elevilor să scrie ecuaţiile de mişcare în forma generală, fără valori numerice;	• **Identifică** mobilele, coordonatele iniţiale şi orientarea vitezei şi le **substituie** în mod corespunzător în expresia matematică a legii de mişcare**. Scrie** fiecare lege de mişcare pe imaginea analizată.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să repete ceea ce au făcut în clasă cu exemple alese de ei sau culese din mediu (de exemplu să realizeze fotografii digitale ale unor mobile de pe stradă etc.) • Solicită rezolvarea unei probleme simple: „Un bolid trece pe lângă o maşină aflată în repaus cu viteza de 72 km/h. În acelaşi moment maşina porneşte cu acceleraţia de $0{,}1\text{m/s}^2$ în urmărirea bolidului. În cât timp maşina va prinde bolidul din urmă? Comentaţi!	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii, prezentări PPT etc.). • **Rezolvă** problema, **constată** că maşina prinde bolidul din urmă la 400 de secunde şi îşi **oferă un răspuns** la întrebarea generică din titlul secvenţei didactice.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

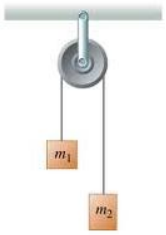
Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv*	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;

(scopul şi obiectivele lecţiei): Legile MRUV şi condiţiile în care se aplică;

• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);

• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete).

• Prezintă o problemă experimentală: „Realizaţi montajul mecanic din figura de mai jos determinaţi acceleraţia, legea vitezei şi legea coordonatei unuia dintre corpuri. Pe corpuri sunt inscripţionate masele lor iar frecările sunt mici. Comparaţi acceleraţia calculată cu cea determinată experimental".



Construiesc montajul mecanic cu piesele de pe mese şi:

d. analizează evoluţia sistemului din punct de vedere dinamic, realizează pe caiet o schemă a montajului, reprezintă forţele şi determină acceleraţiile prin calcul.
e. Alege un punct ca origine a sistemului de referinţă şi măsoară coordonate şi momente de timp corespunzătoare.
f. Înregistrează datele în tabele.
g. Reprezintă grafic coordonata în funcţie de timp.
h. Din prelucrarea graficului x(t) deduce valori ale vitezei la diferite momente de timp. Reprezintă grafic v(t).
i. Din graficul v(t) deduce valoarea acceleraţiei şi o compară cu aceea calculată anterior.

• **Implică elevii** în formularea răspunsului la întrebarea: Care dintre metode experimentale este mai bună pentru studiul mişcării uniform variate: cea cu planul înclinat sau cea cu scripete?

• **Îşi prezintă opiniile, argumentează, formulează concluzii: …**

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor:

a. să continue problema experimentala cu datele colectate în clasă.
b. Să furnizeze cât de multe informaţii poate despre un tren care se apropie de o gară cu viteza de 144 km/h şi care frânează până la oprire în 3 minute.

• **Efectuează tema pentru acasă.**

Secvenţa a V-a. Transfer

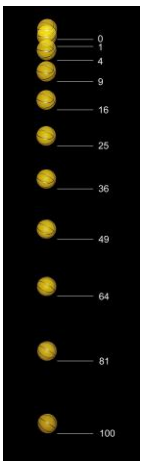
Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Activitatea profesorului	Activităţi de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): legile de MRUV şi condiţiile în care se aplică.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă;
• **Prezintă** elevilor experimente de cădere liberă şi de aruncare pe verticală. Cere elevilor să stabilească valoarea acceleraţiei corpurilor în timpul mişcării, şi să specifice tipul de mişcare şi ecuaţiile de mişcare în cazul aruncării verticale de la sol în sus. • **Cere** elevilor să impună condiţii pentru a determina unii parametri de interes, cum ar fi: Timpul de urcare, înălţimea maximă, timpul de cădere, viteza la cădere etc.  	• **Utilizează** principiul fundamental al dinamicii şi **stabilesc** că acceleraţia corpurilor este chiar acceleraţia gravitaţională, dacă se neglijează frecările, deci este MRUV! **Stabilesc o corespondenţă** (relaţii de trecere) între mişcarea variată pe orizontală şi cea pe verticală. **x** trece în **y** $\mathbf{x_0}$ trece în **0** $\mathbf{v_0}$ trece în $\mathbf{v_0}$ **t** trece în **t** $\mathbf{t_0}$ trece în $\mathbf{t_0}$ **a** trece în **-g** Scrie noile ecuaţii de mişcare: $y = v_0t - gt^2/2$; $v = v_0 - gt$; $a = -g$.
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[15]; • **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;

[15] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

5. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
6. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
7. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
8. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.

• ***Îşi propun să expună** produsele realizate în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale, să informeze factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele*.

Bibliografie:

(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.htm
(6) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

Unitatea de învăţare: IX.4.1

„Cum evaluăm efectul de deplasare al punctului de aplicaţie al greutăţii rucsacului unui salvamontist în raport cu efortul depus de acesta pentru a urca spre vârful unui munte pe două drumuri diferite?” sau „Lucrul mecanic efectuat de o forţă pentru a deplasa un corp”

Daniela Ilie

Clasa: a IX-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **4**

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Produsul scalar a doi vectori;. Lucrul mecanic al unei forţe constante (unitate de măsură, cazuri particulare: lucrul mecanic motor, lucrul mecanic rezistent). Interpretarea geometrică a lucrului mecanic. Lucrul mecanic al greutăţii. Forţă conservativă, câmp de forţe conservativ. Lucrul mecanic al forţei elastice. Întrebări, exerciţii, probleme (Programa de fizică pentru clasa a IX-a).

Modelul de învăţare asociat: **Investigaţia ştiinţifică**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare – Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare – Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, şi anume: *„Un salvamontist îşi propune să transporte un rucsac plin cu provizii la o cabană situată în vârful unui munte unde sunt doi turişti aflaţi în imposibilitatea de a se deplasa. Pentru aceasta el are la dispoziţie două drumuri: unul este abrupt, iar celălalt are o panta mai lină. Cum evaluăm efectul de deplasare al punctului de aplicaţie al greutăţii rucsacului salvamontistului în raport cu efortul depus de acesta pentru a urca pe fiecare din cele două drumuri?”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„O forjă efectuează un lucru mecanic când aceasta acţionând asupra unui corp îşi deplasează punctul de aplicaţie pe o anumită distanţă.”*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv: planificare sau anticipare. **Scenariul lecţiei: tehnologic**. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează efectele de deplasare a corpurilor printre efectele pe care le pot produce acţiunile forţelor şi într-un concept mai cuprinzător (fenomene mecanice); • **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): „*De ce efortul depus de salvamontist pentru a căra rucsacul pe drumul mai abrupt este mai mare decât atunci când străbate drumul cu pantă mai lină, deşi efectul de deplasare a punctului de aplicaţie al greutăţii rucsacului pe cele două drumuri este acelaşi?* şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat; • **Orientează gândirea elevilor către identificarea** dependenţei efectului de deplasare a corpurilor de către o forţă de mărimea deplasării, de mărimea forţei şi de unghiul dintre direcţia deplasării şi cea a forţei şi denumeşte acest efect ca fiind lucrul mecanic; • **Comunică** elevilor definirea produsului scalar a doi vectori; • **Îndrumă** elevii să identifice proprietăţile produsului scalar şi, pe baza acestor proprietăţi, să deducă modulul sumei şi diferenţei a doi vectori; • **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este?”.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind efectele acţiunii forţelor asupra corpurilor care constau în schimbarea stării de mişcare sau în deformarea corpurilor. • **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu: „probabil că efectul de deplasare este acelaşi deoarece se produce între aceleaşi două stări”; „probabil că salvamontistul nu este destul de bine antrenat”; şi altele; • **Identifică** dependenţa lucrului mecanic de mărimea deplasării, de mărimea forţei şi de unghiul dintre direcţia deplasării şi cea a forţei; • **Analizează** analogia dintre rezultatul produsului scalar a doi vectori şi dependenţa lucrului mecanic efectuat de o forţă constantă**;** • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe; • **Comunică r**ezultatele; • **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor; • **Efectuează tema pentru acasă** (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: tehnologic**. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să rememoreze informaţiile** furnizate în clasă şi să la prezinte pe cele obţinute acasă în urma rezolvării de probleme;	• **Evaluează rezultatele** obţinute ca urmare a verificării temei pentru acasă şi **reactualizează** cunoştinţele dobândite în clasă;

• **Conduce** discuţia astfel încât elevii să descopere condiţiile în care o forţă efectuează un lucru mecanic ; • **Stimulează** gândirea elevilor în sensul descoperirii şi utilizării unei alte modalităţi de calcul pentru lucrul mecanic, modalitate cu caracter general intitulată „interpretarea geometrică”; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) cerând rezolvarea unor probleme simple prin aplicarea cunoştinţelor învăţate.	• **Analizează condiţiile** în care o forţă efectuează un lucru mecanic; • Prezintă cazuri concrete în care o forţă efectuează lucru mecanic în contradictoriu cu situaţiile în care se depune un efort fără a se efectua lucru mecanic; • **Analizează diferenţele** dintre lucrul mecanic motor şi lucrul mecanic rezistent şi condiţiile în care se produc acestea; • **Disting** între cele două modalităţi de calcul ale lucrului mecanic corespunzătoare situaţiilor când forţa care efectuează lucru mecanic este constantă sau variabilă; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile şi compară rezultatele obţinute** privind determinarea lucrului mecanic al unor forţe variabile utilizând; • **Efectuează tema pentru acasă.**

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv: inducţie sau generalizare. **Scenariul lecţiei: tehnologic**. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):

• **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** etapei de explorare şi cere elevilor să deducă formula de calcul a lucrului mecanic al greutăţii,; • **Cere elevilor să deducă şi analizeze rezultatele obţinute** pentru lucrul mecanic al greutăţii pentru traiectorii diferite ale aceluiaşi corp; • **Cere elevilor să prezinte concluziile;** • **Defineşte** forţa conservativă şi câmpul de forţe conservative; • **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: „*Un salvamontist îşi propune să transporte un rucsac plin cu provizii la o cabană situată în vârful unui munte unde sunt doi turişti aflaţi în imposibilitatea de a se deplasa. Pentru aceasta el are la dispoziţie două drumuri: unul este abrupt, iar celălalt are o panta mai lină. Cum evaluăm efectul de deplasare al punctului de aplicaţie al greutăţii rucsacului salvamontistului în raport cu efortul depus de acesta pentru a urca pe fiecare din cele două drumuri?*”şi cere elevilor să **formuleze o explicaţia corectă**;	• **Deduc** formula de calcul a lucrului mecanic al greutăţii, folosind cunoştinţele introduse în lecţia anterioară, pentru mişcarea pe verticală a unui corp; • **Se organizează pe grupe de lucru** pentru a calcula lucrul mecanic al greutăţii pentru diferite traiectorii; • **Prezintă concluzia** invarianţei lucrului mecanic al greutăţii la forma traiectoriei şi, implicit, a dependenţei acestuia numai de diferenţa de nivel dintre poziţiile iniţială şi finală ale corpului; • **Dau exemple** de forţe conservative şi câmpuri de forţe conservative**;** • **Formulează răspunsul corect:** Lucrul mecanic al greutăţii rucsacului pentru deplasarea acestuia între aceeaşi diferenţă de nivel este acelaşi indiferent de înclinarea pantelor celor două drumuri, pe când eforturile depuse de către salvamontist pentru a urca pe cele două căi sunt diferite.

Secvenţa a IV-a. Aplicare-transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 4

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză, transfer, percepţie a valorilor etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc. . Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: Deducţia sau particularizarea, analogia cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecţiei: tehnologic**.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Cere elevilor să determine** lucrul mecanic al forţei elastice; • **Cere elevilor să elaboreze** o fişă de studiu în care să prezinte sistematizat noţiunile învăţate, concluziile personale privitoare la activitatea personală desfăşurată pe parcursul orelor de curs ale acestei unităţi de învăţare şi probleme rezolvate folosind *metoda dinamică a rezolvării de probleme*. Această cerinţă vizează realizarea de competenţe cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.; • **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală,	• **Sesizează** dependenţa forţei elastice care ia naştere într-un resort de mărimea deformării acestuia; • **Aleg** modalitatea de calcul şi deduc relaţia matematică pentru lucrului mecanic al forţei elastic folosind interpretarea geometric a lucrului mecanic; • **Expun** noţiunile învăţate şi concluziile personale privitoare la activitatea personală desfăşurată într-o fişă de studiu care va fi inclusă în portofoliul personal.

proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.html
(7) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

Unitatea de învăţare: IX.4.2

De ce la urcarea pe o pantă conducătorul auto al unui autovehicul comută schimbătorul de viteză pe o treaptă inferioară, în funcţie de unghiul de înclinare al pantei? sau Care sunt factorii care determină puterea mecanică a unui motor?

Daniela Ilie

Clasa: a IX-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **4**

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Puterea mecanică. Unitatea de măsură**.** Randamentul unei maşini simple. Randamentului unui plan înclinat. Întrebări, exerciţii, probleme (Programa de fizică pentru clasa a IX-a).

Modelul de învăţare asociat: **Experimentul**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1.Avansarea ipotezei şi planificarea experimentului;
II. Explorare - Experimentare	2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;
III. Reflecţie - Explicare	3.Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziilor;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor ; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele modelului experimentului** (reprezentând competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii declanşate pe rezolvarea unei probleme experimentale. Acestea reprezintă etapele unei activităţi de explorare nemijlocită, pe baza provocării unor fenomene în condiţii controlate de laborator, vizând abordarea unor ipoteze alternative, când activitatea tinde să apropie învăţarea de specificul cercetării experimentale (Cerghit, I. ş.a., 2001). Lecţiile sunt axate pe o strategie de învăţare proactivă (descoperirea de noţiuni, reguli, stabilirea de legi experimentale), cunoştinţele şi deprinderile elevilor dezvoltându-se odată cu etapele experimentului. De asemenea lecţiile pot fi axate şi pe o strategie de învăţare retroactivă (testarea unei ipoteze şi a predicţiilor bazate pe ea), ca aplicare de către elevi a cunoştinţelor deja însuşite.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 1. Avansarea ipotezei şi planificarea experimentului.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv: planificare sau anticipare. **Scenariul lecţiei: tehnologic**. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): defineşte puterea mecanică şi unitatea de măsură pentru putere. Defineşte randamentul unei maşini simple.	• **Evocă** exemple de maşini simple care au eficienţe diferite de funcţionare în sensul că pot efectua acelaşi lucru mecanic în intervale de timp diferite. • **Stabilesc** corespondenţa dintre eficienţa de funcţionare a unei maşini/motor şi puterea mecanică dezvoltată de aceasta/acesta.

• **Orientează g**ândirea elevilor către determinarea puterii unei maşini care se deplasează rectiliniu uniform.

• **Formulează întrebarea** din titlul unităţii de învăţare*: „De ce la urcarea pe o pantă conducătorul auto al unui autovehicul comută schimbătorul de viteză pe o treaptă inferioară, în funcţie de unghiul de înclinare al pantei?”*

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să: întocmească referatele lucrărilor experimentale cu temele: „Determinarea randamentului planului înclinat în cazul mişcării uniforme pe plan şi, respectiv, uniform accelerată” şi “Studiul dependenţei randamentului planului înclinat de unghiul de înclinare al acestuia în cazul mişcării uniforme”,. **Îndrumă** elevii pentru elaborarea părţilor teoretică şi experimentală a acestor referate. **Stabileşte grupele de lucru**.

• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat;

• **Deduc** unitatea de măsură pentru puterea mecanică pe baza relaţiei dimensionale a acesteia şi realizează transformări din CP în W şi invers.

• **Stabilesc grupuri de lucru pentru a deduce** relaţia de proporţionalitate între viteză şi puterea motorului, în situaţiile când forţa de rezistenţă este constantă sau variabilă.

• **Comunică şi comentează** rezultatele obţinute.

• **Formulează** răspunsul corect la întrebare: „Deoarece se observă din formula dedusă că pentru ca motorul să dezvolte o putere constantă pe pantă, forţa aplicată autovehiculului pe care-l pune în mişcare este cu atât mai mare cu cât viteza este mai mică.”

• **Efectuează tema pentru acasă:** avansează ipotezele de lucru şi planifică experimentele (printr-un efort de echipă) în cadrul cărora se va determina randamentul planului înclinat în cazul mişcării uniforme pe plan şi, respectiv, uniform accelerată şi aleg materialele necesare realizării experimentelor.

• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor;

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor experimentale, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental**. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să prezinte referatele elaborate** acasă şi invită câte un reprezentant al fiecărei grupe de lucru să prezinte partea teoretică la tablă. • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare: plane înclinate cu unghi variabil prevăzut cu scripete fix la vârf,corpuri paralelipipedice din lemn de masă M, cârlige cu discuri crestate (mase egale cu 5g, 10g)de masă totală m, fire de aţă inextensibile. **Cere elevilor, organizaţi pe grupe să realizeze experimentele.**	• **Prezintă** partea teoretică şi modul de lucru inclusă în referat, **Evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.. • **Grupa I: Determinarea randamentului planului înclinat în cazul mişcării uniforme pe plan.** - **Modifică** masa m (numărul de discuri crestate) şi găsesc acele unghiuri ale planului înclinat pentru care corpul de masă M urcă aproximativ uniform pe plan, pornind datorită unor uşoare ciocănituri în placa acestuia; - **Colectează** datele într-un tabel:

Nr. Deter.	M (g)	M (g)	α	sin α	tg α	$\eta = \frac{M}{m}\sin\alpha$
1 ...						

• **Grupa a II-a: Determinarea randamentului planului înclinat în cazul mişcării uniform accelerate pe plan.**
- **Determină** acceleraţia cu care corpul de masă M urcă pe planul înclinat (se pot utiliza rezultatele determinărilor experimentale anterioare realizate cu ocazia studiului legilor mişcării accelerate pe planul înclinat sau cu ocazia determinării coeficientului de frecare la alunecare din studiul mişcării variate pe planul înclinat);
- **Modifică** masa m (numărul de discuri crestate) şi găsesc acele unghiuri ale planului înclinat pentru care corpul de masă M urcă aproximativ uniform accelerat pe planul înclinat;
- **Colectează** datele într-un tabel de tipul celui de mai jos:

Nr. Deter.	M (g)	M (g)	α	sin α	$\eta = \frac{\sin\alpha}{\frac{m}{M} - (1+\frac{m}{M}\frac{a}{g})}$
1 ...					

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

Săptămâna: conform planificării unităţii de învăţare

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: inducţie. **Scenariul lecţiei: inductiv**. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** etapei de explorare, cere elevilor să analizeze datele din tabele de valori şi să calculeze randamentul planului înclinat pentru fiecare determinare.	**Grupa I:** **Analizează observaţiile şi calculează randamentul** planului înclinat pentru cazul mişcării uniforme a corpului de masă M, conform formulei înscrisă în ultima coloană a tabelului. **Grupa a II-a:** **Analizează observaţiile şi calculează randamentul** planului înclinat pentru cazul urcării uniform accelerate a corpului de masă M, conform formulei înscrisă în ultima coloană a tabelului.
• **Cere elevilor să interpreteze rezultatele obţinute** (să observe cum variază randamentul planului înclinat în funcţie de unghiul de înclinare al planului)**şi să compare aceste rezultate** pentru cele două cazuri: cazul mişcării rectilinii uniforme şi cazul mişcării rectilinii uniform accelerate.	• **Expun constatările** deduse din interpretarea rezultatelor: randamentul planului înclinat creste cu creşterea unghiului de înclinare al planului în ambele situaţii, dar în cazul mişcării rectilinii creşterea randamentului este mai bruscă.
• **Cere elevilor să reprezinte grafic funcţia** η=η(tg α), pentru cazul urcării rectilinii a corpului de masă pe planul înclinat şi **să comunice concluziile** rezultate în urma interpretării curbei obţinute.	• **Trasează graficul funcţiei** η=η(tg α) şi **observă** că randamentul creşte cu tangenta unghiului α, tinzând către o valoare maximă când unghiul se apropie de 90^0.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cere elevilor să completeze referatele lucrării de laborator cu rezultatele obţinute şi propune rezolvarea unor probleme/întrebări.	• **Efectuează tema pentru acasă.**

Secvenţa a IV-a. Aplicare-transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 4

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: deducţie şi analogie cu anticiparea mijloacelor . **Scenariul lecţiei: deductiv**. 1. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145). 2. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Propune** elevilor să determine coeficientul de frecare al planului înclinat, pe baza valorilor colectate în tabelul de date întocmit pentru cazul mişcării accelerate.	• Întocmesc următorul tabel: α | sin α | cos α | η | $\mu = \frac{\sin\alpha\,(1-\eta)}{\eta\,\cos\alpha}$ 1 … | | | |	
	• **Îşi asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (lucrări de laborator, demonstraţii/

• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.

• **Solicită elevilor prezentarea raportului final** vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.;
• **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul, teme efectuate acasă/ în clasă, raportul final al temei experimentale etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).

determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseuri); stabilesc **modalităţi de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.).
• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.).
• **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.
• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru.
• **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie
(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.html
(7) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

Unitatea de învăţare: IX.4.3

De ce atunci când ajunge la destinaţie, şoferul care şi-a împins autoturismul rămas fără combustibil până în staţia PECO, se simte foarte obosit? sau Energia cinetică a punctului material. Teorema variaţiei energiei cinetice

Daniela Ilie

Clasa: a IX-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **4**

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Noţiunea de energie. Energia cinetică a unui punct material aflat în mişcare de translaţie faţă de un sistem de referinţă inerţial. Teorema variaţiei energiei cinetice a punctului material aflat în mişcare de translaţie faţă de un sistem de referinţă inerţial. Întrebări, exerciţii, probleme (Programa de fizică pentru clasa a IX-a).

Modelul de învăţare asociat: **Experimentul**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1.Avansarea ipotezei şi planificarea experimentului;
II. Explorare - Experimentare	2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;
III. Reflecţie - Explicare	3.Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziilor;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor ; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele modelului experimentului** (reprezentând competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii declanşate pe rezolvarea unei probleme experimentale. Acestea reprezintă etapele unei activităţi de explorare nemijlocită, pe baza provocării unor fenomene în condiţii controlate de laborator, vizând abordarea unor ipoteze alternative, când activitatea tinde să apropie învăţarea de specificul cercetării experimentale (Cerghit, I. ş.a., 2001). Lecţiile sunt axate pe o strategie de învăţare proactivă (descoperirea de noţiuni, reguli, stabilirea de legi experimentale), cunoştinţele şi deprinderile elevilor dezvoltându-se odată cu etapele experimentului. De asemenea lecţiile pot fi axate şi pe o strategie de învăţare retroactivă (testarea unei ipoteze şi a predicţiilor bazate pe ea), ca aplicare de către elevi a cunoştinţelor deja însuşite.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 1. Avansarea ipotezei şi planificarea experimentului.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv: planificare sau anticipare. **Scenariul lecţiei: tehnologic**. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): prezintă noţiunea de energie în corelaţie cu capacitatea unui sistem fizic de o schimba cu exteriorul sub formă de lucru mecanic. Insistă asupra diferenţelor dintre	• **Evocă** exemple, desprinse din experienţa personală, de corpuri care au energie datorită capacităţii acestora de a efectua lucru mecanic.

energie – mărime de stare şi lucru mecanic - mărime de proces, defineşte energia cinetică, stabileşte unitatea de măsură pentru energie.

• **Orientează g**ândirea elevilor către deducerea expresiei matematice a teoremei de variaţie a energiei cinetice, prezentând în acest scop câteva consideraţii teoretice (un punct material efectuează o mişcare de translaţie faţă de un SRI sub acţiunea unei forţe rezultante).

• **Formulează întrebarea** din titlul unităţii de învăţare*: „Un şofer îşi împinge autoturismul care a rămas fără combustibil până la staţia de benzină situată în apropiere. De ce atunci când ajunge la destinaţie şoferul se simte foarte obosit?*

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să: întocmească referatele lucrării experimentale cu tema: „Verificarea teoremei variaţiei energiei cinetice a punctului material" **Îndrumă** elevii pentru elaborarea părţilor teoretică şi experimentală a acestor referate. **Stabileşte grupele de lucru**.

• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat;

• **Stabilesc** corespondenţa dintre variaţia energiei cinetice a unui punct material, aflat în mişcare de translaţie faţă de un sistem de referinţă inerţial şi lucrul mecanic efectuat de rezultanta forţelor care acţionează asupra punctului material în timpul acestei variaţii şi **deduc** expresia matematică a teoremei de variaţie a energiei cinetice.

• **Formulează** răspunsul corect la întrebare: „*Pentru a produce variaţia energiei cinetice (respectiv, variaţia vitezei autoturismului) şoferul a efectuat un lucru mecanic. El a obosit deoarece a cedat o parte din energia sa automobilului care şi-a schimbat starea de mişcare".*

• **Efectuează tema pentru acasă:** avansează ipotezele de lucru, planifică experimentul printr-un efort de echipă şi aleg materialele necesare realizării experimentelor.

• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor;

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor experimentale, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental**. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):

• **Stimulează elevii să prezinte referatele elaborate** acasă şi invită câte un reprezentant al fiecărei grupe de lucru să prezinte partea teoretică la tablă.

• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare: dispozitive cu pernă de aer cu scripete uşor fixat de unul din capete şi prevăzut cu scală gradată în cm, s c.a., corpuri mobile de masă *m* care se deplasează de-a lungul tijei dispozitivului de care s-a ataşat o aripioară metalică pentru declanşarea cronometrului, mase marcate *M* cu cârlig (de 50g fiecare), cronometre electronice, fire de aţă inextensibilă. **Cere elevilor, organizaţi pe grupe să realizeze experimentele.**

• **Prezintă** partea teoretică şi modul de lucru incluse în referat,

Evaluează ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc..

• **Grupa I: Verificarea teoremei variaţiei energiei cinetice a punctului material – Experimentul I**

- Fixează senzorii cronometrului alipiţi în dreptul unei coordonate *x*. Ataşează de un fir o anumită masă *M* şi înregistrează intervalul de timp Δt necesar trecerii mobilului de masă *m*. Fac 10 determinări de acelaşi tip şi calculează Δt mediu (Δt_m);
- Calculează viteza *v;*
- Modifică valoarea masei *M* şi determină la fel viteza *v;*
- Repetă experimentul de 5-6 ori şi colectează datele într-un tabel:

x=ct	M (g)	F=Mg (N)	$\sqrt{F}$ ($N^{1/2}$)	Δt_m (ms)	V (m/s)	$v/\sqrt{F}$ $mN^{1/2}/s$

• **Grupa a II-a: Verificarea teoremei variaţiei energiei cinetice a punctului material – Experimentul II**

- Fixează valoarea masei M ataşată de firul trecut peste scripete şi înregistrează intervalul de timp Δt corespunzător trecerii mobilului de masă *m* prin dreptul senzorilor cronometrului aşezaţi la diferite distanţe *x* de zeroul scalei dispozitivului. Pentru fiecare valoare a lui *x* se fac 10 determinări pentru a calcula Δt mediu (Δt_m);
- Calculează viteza *v;*
- Repetă experimentul de 5-6 ori şi colectează datele într-un tabel:

F=Mg (N)	x (cm)	$\sqrt{x}$ ($m^{1/2}$)	Δt_m (ms)	v (m/s)	$v/\sqrt{x}$ $m^{1/2}/s$

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: inducţie. **Scenariul lecţiei: inductiv**. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** etapei de explorare, cere elevilor să analizeze datele din tabele de valori.	**Grupa I:** **Analizează observaţiile şi constată dacă se verificară teorema de variaţiei energiei cinetice a punctului material** (dacă pentru x=ct., raportul v/$\sqrt{F}$ se menţine constant, putem conchide că s-a verificat teorema variaţiei energiei cinetice). **Grupa a II-a:** **Analizează observaţiile şi constată dacă se verificară teorema de variaţiei energiei cinetice a punctului material** (dacă pentru F=ct., raportul v/$\sqrt{x}$ se menţine constant, putem conchide că s-a verificat teorema variaţiei energiei cinetice).
• **Cere elevilor să interpreteze rezultatele obţinute şi să expună concluziile.**	• **Expun constatările** deduse din interpretarea rezultatelor: se verifică teorema de variaţiei energiei cinetice a punctului material pentru fiecare experiment..
• **Cere elevilor să reprezinte grafic funcţiile:** v =v($\sqrt{F}$) (sarcină ce-i revine primei grupe) şi, respectiv, v =v($\sqrt{F}$) (sarcină ce-i revine celei de-a doua grupe)şi să interpreteze rezultatele.	• **Trasează graficele funcţiilor** v =v($\sqrt{F}$) şi v=v($\sqrt{F}$) **şi constată** că în ambele cazuri acestea sunt două drepte care trec prin originea sistemului de axe de coordonate, ceea ce confirmă verificarea experimentală a teoremei de variaţiei energiei cinetice a punctului material.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cere elevilor să completeze referatele lucrării de laborator cu rezultatele obţinute şi propune rezolvarea unor probleme/întrebări.	• **Efectuează tema pentru acasă.**

Secvenţa a IV-a. Aplicare-transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 4

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: deducţie şi analogie cu anticiparea mijloacelor . **Scenariul lecţiei: deductiv**. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145). Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Propune elevilor să reanalizeze** reprezentările grafice în vederea determinării altor parametrii cum ar fi masa *m* şi **să expună concluzia finală**.	• **Reanalizează** reprezentările grafice şi determină pantele celor două drepte (α panta dreptei v =v($\sqrt{F}$) şi, respectiv β, panta dreptei v =v($\sqrt{x}$)); • **Grupa I: Calculează** m=2x/tg^{2}α **;** • **Grupa a II-a: Calculează** M/m = tg^{2}β/2g. Folosind această relaţie se poate determina *m.* • **Expun concluzia finală:** cele două valori ale masei *m*, calculate cu cele două formule diferite, coincid.

• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.

• **Solicită elevilor prezentarea raportului final** vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.;
• **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul, teme efectuate acasă/ în clasă, raportul final al temei experimentale etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).

• **Îşi asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseuri); stabilesc **modalităţi de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.).
• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.).
• **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.
• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru.
• **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie
(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.html
(7) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

Unitatea de învăţare: IX.4.4
Energia mecanică. Teorema variaţiei energiei mecanice. Conservarea energiei mecanice
sau
„De ce un corp aruncat pe verticală de la suprafaţa Pământului atinge o înălţime cu atât mai mare cu cât viteza de lansare este mai mare ?”

Daniela Ilie

Clasa: a IX-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **3**

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Energia mecanică a unui sistem de corpuri (sistem fizic). Teorema variaţiei energiei mecanice. Sistem fizic izolat. Conservarea energiei mecanice a unui sistem fizic izolat. Determinarea coeficientului de frecare la alunecare folosind teorema de variaţie a energiei mecanice. Întrebări, exerciţii, probleme (Programa de fizică pentru clasa a IX-a).

Modelul de învăţare asociat: **Experimentul**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1.Avansarea ipotezei şi planificarea experimentului;
II. Explorare - Experimentare	2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;
III. Reflecţie - Explicare	3.Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziilor;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor ; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele experimentului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii declanşate de sesizarea unei probleme a cărei soluţie presupune realizarea unui experiment în condiţii de laborator, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului. Procesul cognitiv central este *inducţia sau generalizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza observării unor exemple şi contraexemple ale conceptului de învăţat).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de situaţii-problemă, de exemplu: „Pentru ca un corp lansat de la suprafaţa Pământului pe verticală să atingă înălţimi din ce în ce mai mari el trebuie aruncat cu viteze din ce mai mari. Cum se explică acest fapt?”. Pe parcurs, gândirea elevilor se va dezvolta către ideea: „Datorită conservării energiei mecanice, energia cinetică (dependentă de viteză) în punctul de lansare egalează energia potenţială gravitaţională (dependentă de înălţime) în punctul de înălţime maximă. Prin urmare, creşterea vitezei în momentul lansării pe verticală a corpului determină atingerea unor înălţimi din ce în ce mai mari.”

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Avansarea ipotezelor şi planificarea experimentului;

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare.* Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): prezintă noţiunile de energie a unui sistem fizic ca fiind suma dintre energiile cinetică şi potenţială, sistem fizic neizolat şi sistem fizic izolat. • **Orientează g**ândirea elevilor către deducerea expresiei matematice a teoremei de variaţie a energiei mecanice.	• **Evocă** exemple, desprinse din experienţa personală, de corpuri care au simultan atât energie cinetică cât şi energie potenţială. • **Deduc** teorema de variaţie a energiei mecanică prin aplicarea teoremelor de variaţie ale energiilor cinetică şi potenţială pentru un sistem fizic neizolat. **Stabilesc** corespondenţa dintre variaţia energiei mecanice a unui sistem fizic şi lucrul mecanic efectuat de forţele neconservative care acţionează asupra sistemului. • **Deduc** legea conservării energiei pentru un sistem fizic izolat.
• **Orientează** gândirea elevilor spre particularizarea teoremei variaţiei energiei mecanice pentru un sistem fizic izolat cu rezultatul deducerii legii conservării energiei mecanice.	• **Rezolvă** la tablă problemele propuse prin două metode, dintre care prima presupune utilizarea exclusivă a noţiunilor de cinematică, iar cealaltă, utilizarea legii conservării energiei mecanice. **Constată** faptul că cele două metode aplicate pentru rezolvarea fiecărei probleme conduc la acelaşi rezultat, de unde rezultă valabilitatea legii conservării energiei.
• **Propune spre rezolvare** două probleme simple referitoare la aplicarea conservării energiei mecanice în cazul căderii libere fără frecare şi în cazul alunecării libere pe un plan înclinat fără frecare.	
• **Formulează întrebarea** din titlul unităţii de învăţare*: „Pentru ca un corp lansat de la suprafaţa Pământului pe verticală să atingă înălţimi din ce în ce mai mari el trebuie aruncat cu viteze din ce mai mari. Cum se explică acest fapt?"*	• **Formulează** răspunsul corect la întrebare: *„Datorită conservării energiei mecanice, energia cinetică (dependentă de viteză) în punctul de lansare egalează energia potenţială gravitaţională (dependentă de înălţime) în punctul de înălţime maximă. Prin urmare, creşterea vitezei în momentul lansării pe verticală a corpului determină atingerea unor înălţimi din ce în ce mai mari."*
	• **Efectuează tema pentru acasă:** avansează ipotezele de lucru, planifică experimentul printr-un efort de echipă şi aleg materialele necesare realizării experimentelor.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să: întocmească referatele lucrărilor experimentale cu temele: *„Verificarea legii conservării energiei mecanice pentru un sistem fizic aflat în câmp gravitaţional"*şi *„Determinarea coeficientului de frecare la alunecare folosind teorema de variaţie a energiei mecanice"*	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor;
• **Îndrumă** elevii pentru elaborarea părţilor teoretică şi experimentală a acestor referate. **Stabileşte grupele de lucru**.	
• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat;	

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):

• **Stimulează elevii să prezinte referatele elaborate** acasă şi invită câte un reprezentant al fiecărei grupe de lucru să prezinte partea teoretică la tablă.

• **Oferă elevilor materiale experimentale:**

- pentru experimentul grupei I: pentru experimentare: dispozitiv format dintr-o suprafaţă plană din lemn pe care este lipită o suprafaţă plană din sticlă (pentru diminuarea frecării) şi prevăzut cu scală gradată în cm (eventual, hârtie milimetrică), corp mobil de masă *m* care se deplasează de-a lungul unei tije fixată de dispozitiv de care s-a ataşat o aripioară metalică pentru declanşarea cronometrului, cronometru electronic, fir de aţă inextensibilă, suport pentru sprijinirea capătului cu scripete a dispozitivului (se realizează astfel un plan înclinat).

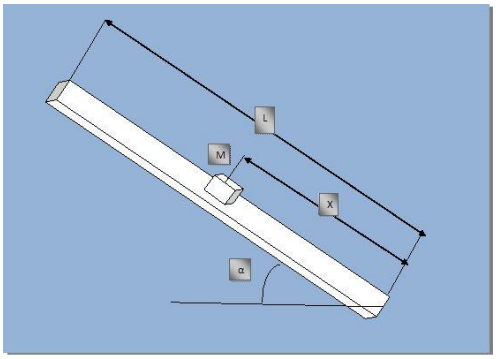
-**pentru experimentul grupei a II-a:** corp de masă m=5g, 10g (greutate crestată), scândură subţire de lemn sau metal, hârtie milimetrică de lăţimea scândurii, suport cu tijă orizontală pentru sprijinirea scândurii; riglă gradată.

Cere elevilor, organizaţi pe grupe să realizeze experimentele.

• **Prezintă** partea teoretică şi modul de lucru incluse în referat,

Evaluează ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc..

• **Grupa I: „Verificarea legii conservării energiei mecanice pentru un sistem fizic aflat în câmp gravitaţional"– Experimentul I**



-Calculează viteza corpului la baza planului pentru o distanţă Δx =1cm , v=Δx/Δt $_m$. Fac 10 determinări de acelaşi tip şi calculează Δt mediu (Δt_m);

- Calculează viteza v, v/$\sqrt{x}$, măsoară unghiul planului;

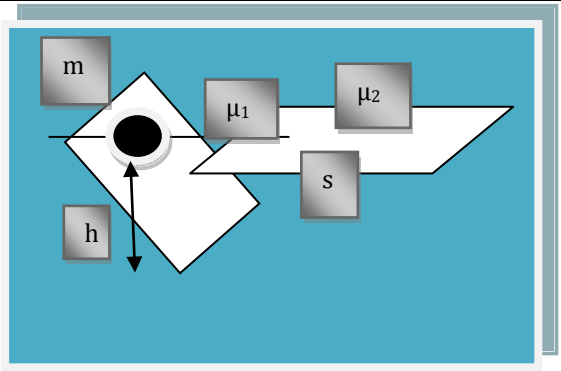
- Repetă experimentul de 10 ori şi colectează datele într-un tabel:

α	x (g)	$\sqrt{x}$ ($m^{1/2}$)	Δt_m (ms)	v (m/s)	$v/\sqrt{x}$ ($m^{1/2}s$)	$(v/\sqrt{x})_m$ ($m^{1/2}s$)

• **Grupa a II-a: „Determinarea coeficientului de frecare la alunecare folosind teorema de variaţie a energiei mecanice"– Experimentul II**

-Lasă corpul de masă m să cadă de la înălţimea h_1 şi măsoară d_1 şi s_1 corespunzătoare. Se fac 10 determinări şi se ia media valorilor lui $s_{1,}(s_m)$;
-Lasă acelaşi corp să cadă de la o altă înălţime h_2 şi măsoară h_2 şi s_2 corespunzătoare. . Se fac 10 determinări şi se ia media valorilor lui $s_{2,}$.
-Procedeul se continuă pentru minimum trei situaţii. Măsoară unghiul planului şi colectează datele într-un tabel:

h (m)	d (m)	s (m)	s_m (m)



Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Săptămâna: conform planificării unităţii de învăţare
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziilor.
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv: inducţie. **Scenariul lecţiei: inductiv**. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** etapei de explorare, cere elevilor să analizeze datele din tabele de valori.	**Grupa I:** **Analizează datele experimentale şi constată dacă se verifică legea conservării energiei mecanice** (dacă v=$\sqrt{2g\ sin\alpha}\ \sqrt{x}$ se poate afirma că în timpul acestei mişcări energia mecanică se conservă). Fac această constatare în două moduri: - Trasează graficul dependenţei v=v($\sqrt{x}$) şi constată că este o dreaptă a cărei pantă este $\sqrt{2g\ sin\alpha}$; - Calculează media raportului v/$\sqrt{x}$, notată $(v/\sqrt{x})_m$ şi constată că este aproximativ egală cu $\sqrt{2g\ sin\alpha}$. **Grupa a II-a:**

• **Cere elevilor să interpreteze rezultatele obţinute şi să expună concluziile.**	**Analizează datele experimentale şi aplică relaţiile de calcul** (deduse în partea teoretică a referatului lucrării, prin aplicarea teoremei de variaţie a energiei mecanice)**pentru calcularea celor doi coeficienţi de frecare** (μ_1,pentru planul înclinat şi μ_2, pentru planul orizontal). Pentru aceasta lucrează cu perechi de date, aşa cum s-a menţionat anterior. Aceste relaţii matematice sunt: $\mu_1=(h_2s_1-h_1s_2)/(d_2s_1-d_1s_2)$ şi, respectiv, $\mu_2=(h_1d_2-h_2d_1)/d_2s_1-d_1s_2)$.

Secvenţa a IV-a. Aplicare-transfer

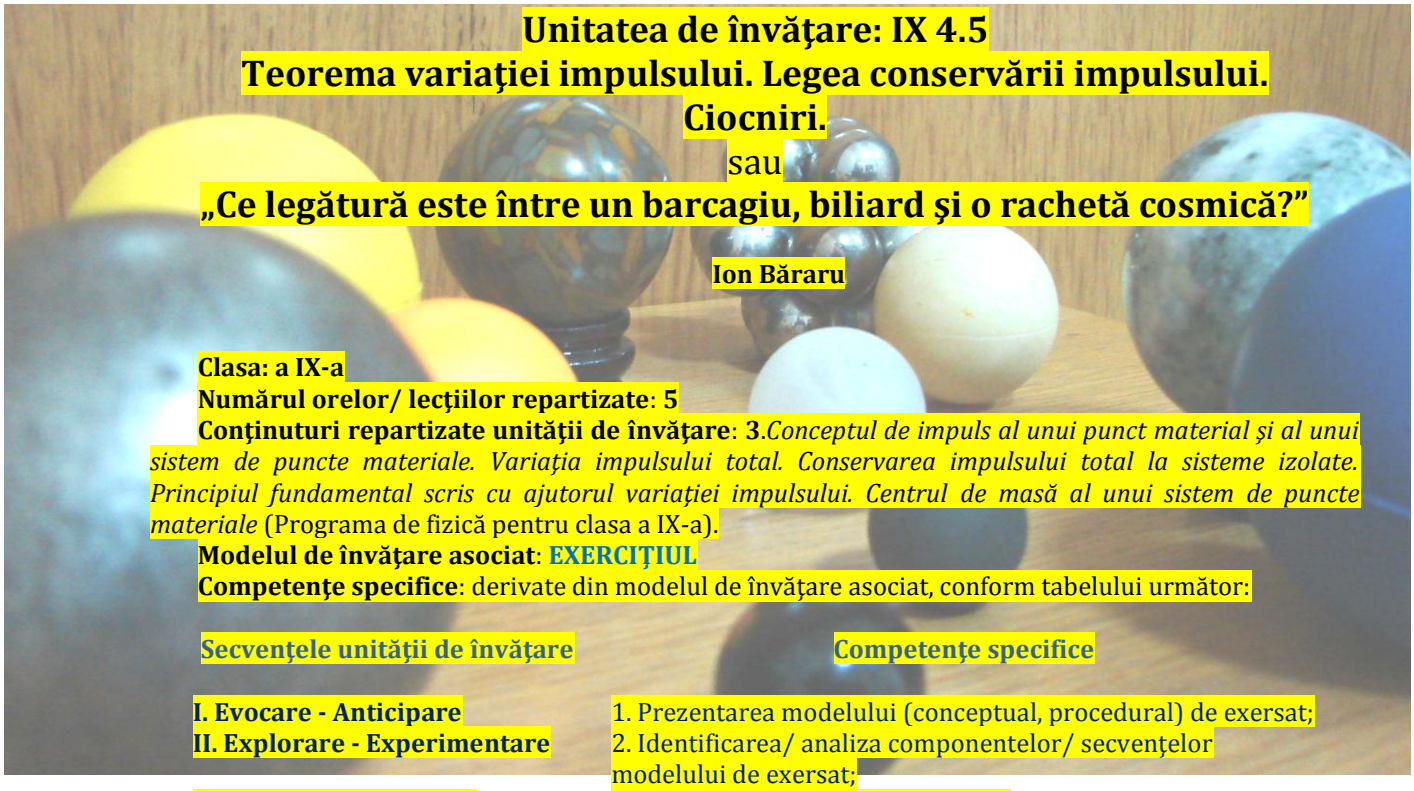
Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Săptămâna: conform planificării unităţii de învăţare
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv: deducţie şi analogie cu anticiparea mijloacelor . **Scenariul lecţiei: deductiv**. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145). Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Cere elevilor să întocmească un scurt raport** scris privind rezultatele investigaţiilor; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi. • **Solicită elevilor prezentarea raportului final** vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.; • **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul, teme efectuate acasă/ în clasă, raportul final al temei experimentale etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** propunând aplicarea noţiunilor învăţate în rezolvarea unor probleme ce presupun sisteme fizice între care au loc interacţiuni elastice şi electrice.	• **Întocmesc rapoartele finale în care expun constatările** deduse din interpretarea rezultatelor: se verifică teorema de variaţiei energiei mecanice şi legea conservării mecanice în cazurile concrete experimentale analizate. • **Prezintă rapoartele întocmite şi comunică concluziile finale.** • **Efectuează tema pentru acasă.**

Bibliografie:

(1) Anghel, S ş.a., *Metodica predării fizicii,* Ed. Arg-Tempus, Piteştii 1995 ;
(2) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(3) Fălie, V ; Mihalache, R. *Fizica, manual pentru clasa a IX-a,* Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti 2004;
(4) Gherbanovschi, C ; Gherbanovschi, N. *Fizica, manual pentru clasa a IX-a*, Ed. Niculescu, Bucureşti 1999;
(5) Hristev, A ş.a., *Fizica, manual pentru clasa a IX-a*, Ed. Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti 1994 ;
(6) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(7) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Buc. 2006;
(8) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(9) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(10) Ursu, S ş.a., *Lucrări practice de mecanică pentru clasa a IX-a,* Ed. All, Bucureşti 1995.



Unitatea de învăţare: IX 4.5
Teorema variaţiei impulsului. Legea conservării impulsului. Ciocniri.
sau
„Ce legătură este între un barcagiu, biliard şi o rachetă cosmică?”

Ion Băraru

Clasa: a IX-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **5**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **3**.*Conceptul de impuls al unui punct material şi al unui sistem de puncte materiale. Variaţia impulsului total. Conservarea impulsului total la sisteme izolate. Principiul fundamental scris cu ajutorul variaţiei impulsului. Centrul de masă al unui sistem de puncte materiale* (Programa de fizică pentru clasa a IX-a).
Modelul de învăţare asociat: **EXERCIŢIUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: „*Un barcagiu merge în barca lui dar constată că şi barca se deplasează dar în sens opus. La biliard uneori bila care ciocneşte rămâne pe loc, alteori deviază. O rachetă cosmică, având o masă imensă, este pusă în mişcare de gazele care sunt formate din molecule foarte mici!*”. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către înţelegerea aplicării principiului acţiunilor reciproce din dinamică, sub forma conceptelor mai cuprinzătoare de impuls şi a teoremelor lui.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Activitatea profesorului	Activităţi de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	

• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): corelarea principiului fundamental al dinamicii cu tema unităţii de învăţare, o situaţie problemă edificatoare etc.);

• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (relaţii între multipli şi submultipli ai unităţilor de măsură, utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);

• **Comunică scopul prelegerii**: introducerea şi explicarea termenilor: impulsul unui punct material, impulsul unui sistem de puncte materiale, variaţia impulsului unui punct material şi conservarea lui pentru sisteme fizice izolate; **cere elevilor să argumenteze** probabila utilitate a noţiunilor;

• **Defineşte (operaţional)** conceptul de impuls al unui punct material având masa m şi viteza v: *impulsul unui punct material este o mărime fizică vectorială, reprezentată printr-un vector tangent la traiectorie şi de modul egal cu produsul dintre masa corpului şi viteza lui),* şi **cere elevilor** să determine impulsul unui corp cu masa m=2kg aflat în mişcare cu viteza v=6m/s..

• **Introduce** noţiunea de variaţia impulsului ca şi **cere elevilor** deducă expresia principiului fundamental al dinamicii scris ca viteză de variaţie a impulsului ;

• **Enunţă** teorema de variaţie a impulsului unui punct material şi **Cere elevilor să invoce** exemple de situaţii în care mobile se deplasează rectiliniu sub acţiunea unor forţe constante, şi să aplice teorema impulsului.

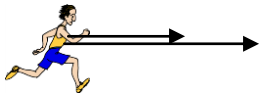
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[16]

• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [17];

• Evocă observaţii proprii, comunică răspunsurile în clasă;

• **Evocă** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând un corp în mişcare); se va face referire la faptul că sunt utile mărimi care dau informaţii despre corp în ceea ce priveşte atât masa cât şi viteza lui.

• **Notează** a vectorul viteză şi vectorul impuls şi calculează mărimea cerută, p = mv= 12 Ns.



• **Prelucrează** informaţiile primite şi deduce „forma tare" a principiului fundamental al dinamicii**:**

$$F = ma = m\,(v_2 - v_1)/(t_2 - t_1) = (p_2 - p_{1)} / (t_2 - t_1)$$

• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, eventual sub forma unui desen):

- **Exemplifică**: deplasarea unui corp sub acţiunea unei forţe de tracţiune (cu şi fără frecare)
- **Calculează** timpul de urcare a unui corp sub acţiunea greutăţii la înălţimea maximă:

$$0 - mv_0 = -\,mg\,t_u. \quad t_u = v_0 / g.$$

• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

• **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);

• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3.

[16] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[17] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse

	proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele; • **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile şi constatările de până acum; 2. Să observe mişcarea unui mobil sub acţiunea greutăţii în cădere liberă sau în timpul mişcării pe un plan înclinat în timpul lunecării libere şi să aplice teorema variaţiei impulsului	

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare
Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

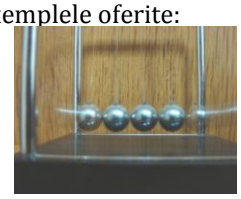
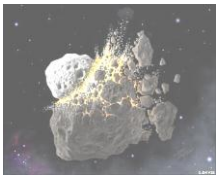
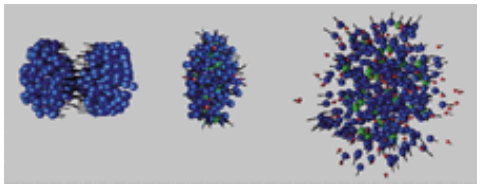
Lecţia 2

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind cauze ale *variaţiei impulsului unui punct material sau al unui sistem fizic*; *în cazul în care sistemul este izolat, impulsul total se conservă*. norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);

realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

• **Prezintă** elevilor cele două metode de transmitere a impulsului: cea cunoscută prin interacţiunea de lungă durată, măsurată prin impulsul forţei, $p_2 - p_1 = F\cdot(t_2-t_1)$ dar şi prin ciocniri. **Defineşte** ciocnirile ca procese de foarte scurtă durată, timp în care sistemul nu are timp să interacţioneze cu mediul. **Solicită** elevilor să descrie ciocnirile din exemplele oferite şi să aducă în atenţie exemple de ciocniri din viaţa cotidiană.

• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete). **Descrie** şi **clasifică** ciocnirile din exemplele oferite:

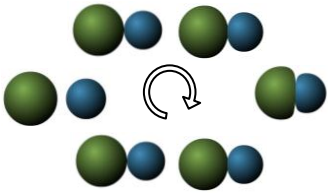




Descrie ciocniri observate în mediul înconjurător

• **Oferă** elevilor un montaj mecanic format din două pendule gravitaţionale de lungime egală, care au ca obiectele oscilante două bile din oţel cimentat (foarte elastice); Una dintre bile este deviată şi eliberată din repaus. **Solicită** să se calculeze viteza bilei incidente înaintea ciocnirii şi după ciocnire, şi a bilei ciocnite, după ciocnire. Se vor realiza experimente cu bilele foarte curate, apoi cu o bucată de plastilină lipită pe una dintre bile, în zona de coliziune. **Cere** să descrie fenomenele care au loc în timpul unei ciocniri elastice (să descrie succesiunea de procese prezentate în imaginile furnizate).

• **Aplică** teorema de conservare a energiei mecanice şi **calculează** viteza bilelor înainte şi după ciocnire prin măsurarea altitudinii maxime:

mgh = mv²/2, v=...




Analizează şi **interpretează** imaginile instantanee şi **descrie** fenomenele pe care le suferă cele două bile aflate în procesul de coliziune (transformarea unei părţi din energia cinetică în energie elastică etc.). La fel pentru ciocnirea perfect plastică.

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să alcătuiască un referat cu privire la ciocnirea unei mingi eliberate deasupra mesei.

• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii, prezentări PPT etc.).

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;

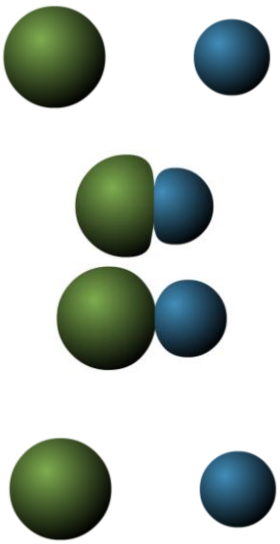
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Activitatea profesorului	Activităţi de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):

• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.

• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ciocniri, conservarea impulsului; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Oferă** elevilor fişe de lucru care conţin referiri la ciocniri perfect plastice şi le **cere** să determine starea finală a sistemului, utilizând algoritmul dat; 	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): 1.**Evaluează** impulsul în starea iniţială 2. **Evaluează** energia cinetică în starea iniţială 3. **Evaluează** impulsul în starea finală 4. **Evaluează** energia cinetică în starea finală 5. **Aplică** conservarea impulsului 6. **Calculează** căldura ca diferenţă a energiilor cinetice 7. **Calculează** vitezele finale
• **Oferă** elevilor fişe de lucru care conţin referiri la ciocniri perfect elastice şi le **cere** să determine starea finală a sistemului, utilizând algoritmul dat; 	• **Identifică** mobilele, coordonatele iniţiale şi orientarea vitezei şi le **substituie** în mod corespunzător în expresia matematică a legii de mişcare**. Scrie** fiecare lege de mişcare pe imaginea analizată. 1.**Evaluează** impulsul în starea iniţială 2. **Evaluează** energia cinetică în starea iniţială 3. **Evaluează** impulsul în starea finală 4. **Evaluează** energia cinetică în starea finală 5. **Aplică** conservarea impulsului 6. **Aplică** conservarea energiei cinetice totale 7. **Calculează** vitezele finale $v_{1f} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right) v_{1i} + \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2}\right) v_{2i}$ $v_{2f} = \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2}\right) v_{1i} + \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\right) v_{2i}$
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să repete ceea ce au făcut în clasă în cazuri particulare (când o bilă este în repaus, are masa mult mai mare, bilele au mase egale etc.)	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii, prezentări PPT etc.).

Secvenţa a IV-a. Aplicare

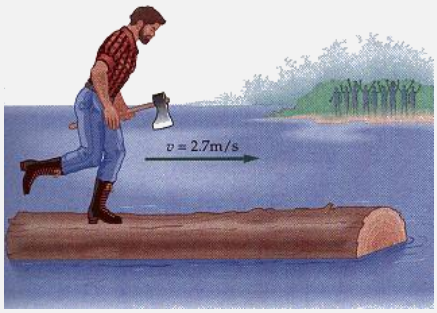
Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Conservarea impulsului şi ciocniri. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.; • **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete).
• **Prezintă o problemă**: „Un barcagiu cu masa m se deplasează în barca lui de masă M cu viteza v. Ce viteză va căpăta barca?”  **Solicită** elevilor o apropiere între această problemă şi mişcarea rachetelor sau a caracatiţei (principiul reacţiei)	**Aplică** algoritmul cunoscut şi **determină** viteza bărcii. **Explică** reacţia ca o „ciocnire plastică”. O **interpretează** ca o explozie.  
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să rezolve problema omului aflat pe buştean: „Pe baza imaginii de mai jos formulaţi o problemă şi oferiţi o soluţie adecvată” 	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a V-a. Transfer

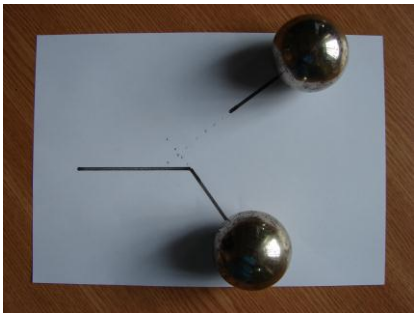
Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Conservarea impulsului. Ciocniri. Centrul de masă. • **Oferă** elevilor material didactic pentru studierea ciocnirilor excentrice (câte două bile grele din oţel cimentat, coli de hârtie alb şi de indigo). **Solicită** să se producă ciocniri excentrice şi să se analizeze rezultatele. **Invocă** fapte întâlnite frecvent pe masa de biliard. 	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă; • **Realizează** experimentul. **Aplică** conservarea impulsului (bidimensional) şi a energiei cinetice.  Măsoară unghiul de împrăştiere şi **constată** că are valoarea de 90°. **Calculează** teoretic acest unghi şi obţine acelaşi rezultat
• **Introduce** conceptul de centru de masă şi îl **defineşte**. **Solicită** elevii să determine câteva dintre proprietăţile lui. **Cere** ca elevii să rezolve problema omului pe buştean utilizând acest concept.	• **Demonstrează** că viteza centrului de masă nu se schimbă dacă sistemul este izolat şi rezolvă problema. Constată că această metodă este foarte eficace în acest tip de probleme.
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor

evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[18]; • **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	stabilite în protocolul de evaluare; • *_**Îşi propun să expună**_ *produsele realizate în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale, să informeze factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele.*

[18] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

9. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
10. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
11. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
12. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: IX.5.1
Echilibrul de translaţie. Centrul de greutate.
„Ce se întâmplă când rezultanta forţelor ce acţionează asupra unui corp este nulă?”

Filis Oprea

Clasa: a VII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **4**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Solidul rigid. Mişcarea de translaţie, noţiunea de echilibru mecanic, condiţia de echilibru de translaţie.
Modelul de învăţare asociat: **Investigaţia ştiinţifică**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o întrebare deschisă (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de întrebarea: *„Ce se întâmplă când rezultanta forţelor ce acţionează asupra unui corp este nulă?”*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1
Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă, discutarea conceptelor de bază – solid rigid, mişcare de translaţie, echilibru, consecinţe, acţiunea simultană asupra unui corp a unor forţe paralele , respectiv concurente, exemple concrete);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind mişcarea unor corpuri, schimbări ale stării de mişcare, acţiunea simultană asupra unui corp a unor forţe paralele, respectiv concurente.
• **Evocă întrebările de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): „*Cum descriem mişcarea de translaţie a unui corp?”; „Ce înţelegem prin echilibru mecanic de translaţie?”, , ce se întâmplă dacă asupra unui corp acţionează simultan două forţe paralele?”, „Dar dacă forţele sunt concurente?”;* şi **cere elevilor** să găsească	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări, de exemplu: „Studiind coordonatele corpului în timpul mişcării şi observând traiectoria descrisă de diferitele puncte ale corpului” ; sau „Starea în care se găseşte un corp astfel încât să nu apară nicio modificare a poziţiei sale” sau „Probabil starea de echilibru de translaţie este cea în care corpul e în repaus.”, „ Trebuie studiată forţa rezultantă pentru a vedea efectul” şi altele;

explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebări, argumente;	
• **Orientează gândirea elevilor către identificarea** noţiunilor relevante (condiţia de echilibru de translaţie), care disting ipotezele formulate, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* (definirea centrului de greutate, condiţiile de echilibru de translaţie) .	• **Evocă aspecte interesante,** experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind tipuri de mişcare a corpurilor, situaţii de echilibru şi neechilibru, dispozitivele utilizate în diverse activităţi în termeni de echilibru; • **Menţionează** forţa ca măsură a interacţiunii corpurilor ; • **Reamintesc** tipurile învăţate de forţe.
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;	• **Remarcă** situaţii care ar putea fi studiate pentru a aplica şi explica echilibrul de translaţie, (corpuri acţionate de diferite forţe, cu diferite orientări); pentru a stabili poziţia centrului de greutate al unui corp; se poate sugera experimentarea cu diverse corpuri (cu forme regulate şi neregulate), etc.; • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să găsească exemple de mişcări de translaţie şi apoi situaţii în care este satisfăcută condiţia de echilibru de translaţie.	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor; • **Efectuează tema pentru acasă**. Utilizează diferite surse de informare: cărţi, reviste, site-uri pe internet, aprofundează variantele de răspuns, fac conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare;

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să evalueze informaţiile** colectate acasă, la întrebările de tipul „Ce este?”, „Cum explicaţi?” • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (corpuri cu masa marcată, dinamometre, rigle, tije perforate, corpuri cu diverse forme, **fir cu plumb,** etc.) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către verificarea condiţiilor de echilibru, măsurarea forţelor , determinarea centrului de greutate al diverselor corpuri şi identificarea proprietăţilor acestuia).	• **Evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează şi observă** diferite configuraţii de mişcare (translaţie şi rotaţie) utilizând materialele puse la dispoziţie; **disting** între cele două tipuri de mişcări, **identifică** deosebirile; - **experimentează şi observă** stabilirea echilibrului de translaţie (static şi dinamic folosind corpurile puse la dispoziţie, utilizând dinamometrul şi rigla; înregistrează valorile mărimilor măsurate: masa corpurilor utilizate, greutatea acestora, forţele măsurate de dinamometru; **compară valorile obţinute** în diferite situaţii; - **observă** condiţia de echilibru de translaţie şi o interpretează; - **observă** efectul produs de două forţe care acţionează simultan asupra unui corp (paralele, respectiv concurente).

	- **observă, determină şi analizează** poziţia centrului de greutate al unor corpuri date (cu forme regulate şi neregulate).
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile experimentale**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind: - descrierea mişcării de translaţie; - starea de echilibru mecanic a unui corp; - condiţia de echilibru de translaţie (efectul forţelor ce acţionează asupra unui corp, semnificaţia rezultantei acestor forţe); - centrul de greutate al unui corp cu forma regulată, respectiv cu forma neregulată; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: - Cum se scrie condiţia de echilibru de translaţie? - Ce reprezintă centrul de greutate al unui corp? - Cum se determină centrul de greutate al unui corp?

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Îndrumă elevii astfel încât aceştia să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţiile anterioare şi prin temele efectuate acasă să explice: - starea de echilibru de translaţie, respectiv; - ce reprezintă centrul de greutate al unui corp; - cum se determină centrul de greutate al unui corp; - cum se compun forţele paralele, respectiv cele concurente.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: -definirea solidului rigid; - definirea mişcării de translaţie; - definirea echilibrului mecanic al unui corp; - enunţarea condiţiei de echilibru de translaţie (un corp este în echilibru dacă rezultanta tuturor forţelor care acţionează asupra sa este nulă); - stabilirea centrului de greutate al unui corp şi identificarea proprietăţilor sale; - efectele pe care le produc fotele paralele, respectiv concurente şi expresia matematică a forţei rezultante în fiecare caz. -energia potenţială este minimă la atingerea stării de echilibru mecanic.
• **Distribuie elevilor** materiale (diverse figuri plane, din carton, cu forme regulate – dreptunghiuri, cercuri, hexagoane, inele – sau neregulate, figuri cu goluri,diverse figurine) şi **cere elevilor**, ca pentru acestea să găsească şi să verifice: a). poziţia centrului de greutate; b). axe de simetrie; - să suspende, în diferite puncte, unul dintre corpurile studiate şi să explice:	• **Selectează** figurile cu forme regulate şi determină geometric centrul lor de greutate; • **Selectează** figurile cu forme neregulate şi determină experimental (prin suspendarea succesivă în puncte diferite şi cu ajutorul firului cu plumb) poziţia centrului de greutate; • **Analizează** şi interpretează situaţiile în care centrul de greutate se află în afara corpului.
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea iniţială	• **Formulează răspunsul**: Atunci când rezultanta

şi să formuleze un răspuns.	forţelor ce acţionează asupra unui corp este nulă, este îndeplinită condiţia de echilibru de translaţie, corpul fie aflându-se în repaus, fie în mişcare rectilinie uniformă; - echilibrul se păstrează atât timp cât condiţia de echilibru este îndeplinită.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la un set de întrebări**.	• **Efectuează tema pentru acasă**: Efectele produse de două forţe paralele care acţionează simultan asupra unui corp sunt aceleaşi ca acelea pe care le produc două forţe concurente care acţionează asupra aceluiaşi corp? În ce domenii de activitate este necesară cunoaşterea exactă a poziţiei centrului de greutate ? De ce?

Secvenţa a IV-a. Aplicare – Transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 4

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale şi asistenţă** pentru realizarea practică a unor situaţii diverse de echilibru: echilibru stabil, instabil, indiferent; realizarea unor situaţii de echilibru (urcarea unui anume corp pe un plan înclinat, pentru ca centrul său de greutate să coboare, studiază echilibrul unui corp suspendat, respectiv a unei bile aflată pe rând în echilibru stabil, instabil, indiferent), implicându-i în evaluarea produselor realizate, a procedurilor/ soluţiilor adoptate; • **Propune elevilor fişe de lucru** cu probleme combinate – aplicaţii la condiţiile de echilibru mecanic şi centrul de greutate al unui corp;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: a) **discută şi selectează materialele** pentru realizarea miniexperimentelor propuse (respectând condiţiile de echilibru în fiecare caz, interpretând situaţiile de echilibru stabil, instabil şi indiferent); b) **organizează materialele** şi stabilesc ordinea în care prezintă şi explică situaţiile construite; c) **analizează şi rezolvă problemele** propuse prin fişele de lucru; d) **argumentează şi interpretează** soluţiile obţinute.
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi. • **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară)	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produselor finale, convin **modalitatea de prezentare** (portofoliu – cu fişe de lucru, fotografii, rapoarte, notiţe diverse, produse rezultate în urma experimentelor); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite. • **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru; • **Prezintă portofoliile** grupelor de lucru; • **Îşi propun să prezinte produsele realizate** în expoziţii şcolare şi la sesiuni de comunicări ştiinţifice.

etc.;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).

Tema pentru acasă:
Aţi auzit de cuplu de forţe? În ce situaţii credeţi că este prezent? Care este efectul acţiunii unui cuplu de forţe asupra unui corp? (Anticiparea următoarei unităţi de învăţare „Echilibrul de rotaţie. Momentul forţei")

Bibliografie

(5) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(6) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(7) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(8) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(9) 365 de experimente ştiinţifice simple – editura Aquila;
(10) Ailincăi, M, *Probleme-întrebări de fizică,* Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti 1972;
(11) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(12) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(13) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(14) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

Unitatea de învăţare: IX.5.2
Echilibrul de rotaţie. Momentul forţei.

„De ce uşa care se închide uşor când este împinsă din apropierea clanţei, se închide mult mai greu dacă e împinsă din apropierea balamalelor?”

Filis Oprea

Clasa: a IX-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **4**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Mişcarea de rotaţie, momentul unei forţe, condiţia de echilibru de rotaţie, cuplul de forţe.
Modelul de învăţare asociat: **Investigaţia ştiinţifică**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o întrebare deschisă (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de întrebarea: „De ce dacă două persoane, un adult şi un copil, se aşează la cele două capete ale unui balansoar, nu se pot da în acesta?”

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1
Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă, discutarea conceptelor de bază – mişcare de rotaţie, echilibru, consecinţe, forţe, momentul forţei – cu accentuarea aspectelor practice ale acestora, prin solicitarea şi oferirea unor exemple concrete); • **Evocă întrebările de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): „*Cum descriem mişcarea de rotaţie a unui corp?”; „Care sunt factorii care înlesnesc rotaţia unui corp în jurul unei articulaţii?”; „Cum*	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind mişcarea unor corpuri, schimbări ale stării de mişcare, echilibrarea unor dispozitive (balanţă, balansoar), utilizarea unor instrumente (şurubelniţa), manevrarea volanului unei maşini, deschiderea unei uşi, etc.; • **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări, de exemplu: „observând poziţia corpului în timpul mişcării, observând traiectoria descrisă de diferite puncte ale corpului” ; „probabil acţionând cu o forţă mai mare, la distanţă mai mare de articulaţie”; „acţionând cu o forţă

poate fi răsturnat mai uşor un corp?"; „Cum acţionează mâinile pe volan?" şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebări, argumente; • **Orientează gândirea elevilor către identificarea** noţiunilor relevante (condiţii de echilibru de rotaţie, momentul unei forţe, braţul forţei, cuplul de forţe) care disting ipotezele formulate, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* (definirea momentului unei forţe, condiţiile de echilibru de translaţie şi rotaţie, definirea cuplului de forţe şi a momentului acestuia, etc.); • **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; • **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să găsească şi alte instrumente pentru funcţionarea cărora trebuie folosit un cuplu de forţe.	mai mare, într-un anume loc"; „mâinile exercită forţe egale, paralele şi de sens opus"; • **Evocă aspecte interesante,** experienţe personale, observaţii din mediul înconjurător, deosebind diverse tipuri de mişcări, situaţii de echilibru şi neechilibru,etc. • **Menţionează** forţa ca măsură a interacţiunii corpurilor şi momentul forţei ca măsură a efectului de rotaţie al unei forţe; descriu cuplul de forţe pornind de la acţiunea mâinilor asupra volanului; • **Reamintesc** tipurile învăţate de forţe. • **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere, pentru a explica echilibrul de rotaţie (corpuri acţionate de diferite forţe, cu diferite orientări);precum şi mecanisme şi dispozitive precum tirbuşonul,mâinile care acţionează asupra ghidonului bicicletei, în care se pot identifica cupluri de forţe, etc.; • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe; • **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor; • **Efectuează tema pentru acasă**. Utilizează diferite surse de informare: cărţi, reviste, site-uri pe internet, aprofundează variantele de răspuns, fac conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurare a materialelor, planificare a etapelor;

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

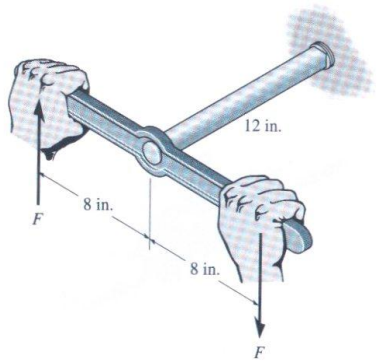
Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să evalueze informaţiile** colectate acasă, la întrebările de tipul „Ce este?", „Cum explicaţi?", „Cum funcţionează?" • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (corpuri cu masa marcată, dinamometre, rigle, corpuri cu articulaţii (axe de rotaţii), corpuri cu diverse forme, **,** etc.) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către verificarea condiţiilor de echilibru de rotaţie, măsurarea forţelor şi a braţelor acestora, calcularea momentului unei forţe).	• **Evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează şi observă** diferite configuraţii de mişcare de rotaţie folosind materialele puse la dispoziţie; - **experimentează şi observă** stabilirea a echilibrului de rotaţie, folosind corpurile puse la dispoziţie, utilizând dinamometrului şi rigla; înregistrează valorile mărimilor măsurate: masa corpurilor utilizate, greutatea acestora, forţele măsurate de dinamometru, braţele forţelor; **compară valorile obţinute** în diferite situaţii; - **observă şi notează** observaţiile referitoare la echilibrul de rotaţie (valorile forţelor şi ale braţelor acestora);



- **identifică şi analizează** o situaţie de utilizare a unui cuplu de forţe;

- **Cere elevilor** să comunice observaţiile experimentale**;**

- Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind:
- descrierea mişcării de rotaţie a unui corp;
- starea de echilibru mecanic a unui corp;
- condiţia de echilibru de rotaţie (momentul forţei, semnificaţia sa, momentul rezultant al forţelor ce acţionează asupra unui corp care are o articulaţie);
- cuplul de forţe, analizarea unor situaţii practice în care apar cupluri de forţe;
- **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare.

- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;

- **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări:
- Cum se scrie condiţia de echilibru de rotaţie?
- Ce este şi ce exprimă momentul unei forţe?
- Ce este un cuplu de forţe şi cum se calculează momentul său?

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţiile anterioare şi prin temele efectuate acasă să explice: - starea de echilibru de rotaţie a unui corp; - ce este momentul unei forţe, respectiv, ce este momentul unui cuplu de forţe;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele şi raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - definirea mişcării de rotaţie a unui corp; - definirea echilibrului mecanic al unui corp; - enunţarea condiţiei de echilibru de rotaţie (un corp care se poate roti în jurul unei articulaţii este în echilibru de rotaţie dacă momentul rezultant al forţelor care acţionează asupra sa este zero); - definirea momentului unei forţe şi discutarea semnificaţiei sale; - descrierea cuplului de forţe, analizarea unor situaţii practice în care apar cupluri de forţe; - stabilirea centrului de greutate al unui corp şi identificarea proprietăţilor sale;
• **Distribuie elevilor** materiale (tirbuşon, şurubelniţă, jucărie cu cheie, maşinuţă,	• **Selectează** dispozitivele pentru funcţionarea cărora trebuie să acţioneze un cuplu de forţe.

pendul,râşniţa manuală,etc.) şi **cere elevilor**, ca pentru acestea să găsească şi să verifice pentru funcţionarea căror dispozitive trebuie să acţioneze un cuplu de forţe şi să observe efectul produs în urma acţiunii acestor forţe.



- **Analizează** forţele care au acţionat şi efectele pe care le-au produs.

- **Cere elevilor să găsească o regulă** care să explice răsturnarea corpurilor solide la înclinarea acestora peste o anumită limită.

- **Constată** că:

a) cu cât unghiul de înclinare al corpului creşte, cu atât vectorul greutate „cade" mai spre exteriorul suprafeţei de sprijin a corpului; echilibrul devine mai fragil;

b) în momentul în care vectorul greutate „cade" în afara suprafeţei de sprijin, corpul se răstoarnă;

- **Cere elevilor** să revină la întrebarea iniţială: „**De ce uşa care se închide uşor când este împinsă din apropierea clanţei, se închide mult mai greu dacă e împinsă din apropierea balamalelor?**"?"**şi** să formuleze un răspuns.

- **Formulează un argument** la întrebarea iniţială: momentul forţei caracterizează efectul de rotaţie produs de forţa, dar depinde de lungimea braţului forţei.

- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la un set de întrebări**.

- **Efectuează tema pentru acasă**:

1. Explicaţi mişcarea unui punct de pe elicea unui avion aflat în zbor faţă de turnul de control al aeroportului.
2. Daţi exemple de mişcări de rotaţie, apoi de mişcări compuse (translaţie şi rotaţie)
3. Găsiţi exemple de „aparate casnice" pentru funcţionarea cărora sunt necesare mişcări de rotaţie sau de translaţie.

Secvenţa a IV-a. Aplicare – Transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 4

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale şi asistenţă** pentru realizarea practică a unor pârghii. • **Propune elevilor fişe de lucru** cu probleme combinate – aplicaţii la condiţiile de echilibru mecanic şi centrul de greutate al unui corp;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: e) **discută şi selectează materialele** pentru realizarea miniexperimentelor propuse f) **organizează materialele** şi stabilesc ordinea în care prezintă şi explică situaţiile construite; g) **analizează şi rezolvă problemele** propuse prin fişele de lucru; h) **argumentează şi interpretează** soluţiile obţinute, clasificând pârghiile studiate în trei categorii.
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produselor finale, convin **modalitatea de prezentare** (portofoliu – cu fişe de lucru, fotografii, rapoarte, notiţe diverse, produse rezultate în urma experimentelor);

rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.

- **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.;

- **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.
- **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru;
- **Prezintă portofoliile** grupelor de lucru;
- **Îşi propun să prezinte produsele realizate** în expoziţii şcolare şi la sesiuni de comunicări ştiinţifice.

- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).

Tema pentru acasă:
Alcătuiţi un eseu intitulat: „Corpul uman – un depozit de pârghii”

Bibliografie

(15) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(16) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(17) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(18) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(19) 365 de experimente ştiinţifice simple – editura Aquila;
(20) Ailincăi , M., Rădulescu,L., *Probleme-întrebări de fizică”*, Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti,1972;
(21) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(22) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(23) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(24) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

GHID METODOLOGIC

PENTRU PREDAREA FIZICII

Clasa a X-a

Octombrie 2011

Ghidul a fost realizat in cadrul proiectului *Reforma curriculara a ştiinţelor exacte*, derulat de Societatea Academică din România în parteneriat cu Societatea Română de Fizică şi Romanian-American Foundation. La redactarea unităţilor de învăţare au lucrat profesori fizică din 6 judeţe – Arad, Caraş-Severin, Constanţa, Hunedoara, Iaşi şi Timiş.

Proiectul a fost finanţat de Romanian-American Foundation

.

Planificarea unităţilor de învăţare/ repartizarea conţinuturilor pe unităţi de învăţare la clasa a X-a

Nr. crt.	Titlul unităţii de învăţare	Conţinuturi	Nr. ore	Autori
1.	**Fenomene termice**	1.ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ Noţiuni legate de structura discontinuă a substanţei. Formula fundamentală a T.C.M, ecuaţia termică şi calorică de stare, viteza termică. *Transformări simple ale gazului ideal*	**5 ?**	**Alexandrina Avram** (Şcoala cu cls. I-VIII C. Brâncuşi Medgidia)
		Evaluare	**1**	
2.	**Noţiuni termodinamice de bază**	Sistem termodinamic, parametri de stare, procese termodinamice. Temperatura empirică. Căldura, lucrul mecanic şi energia internă în termodinamică.	**5**	**Petre Doina** (Grup Şcolar „Lazăr Edeleanu" Năvodari), **Răsleanu Daniela** (Grup Şcolar „Lazăr Edeleanu" Năvodari), **Lenu Tuţa** (Colegiul Naţional „Mihai Eminescu" Constanţa)
		Evaluare	**1**	
3.	**Principiile termodinamicii Principiul I**	Enunţul principiului I, coeficienţi calorici. Aplicaţii pentru transformările gazului ideal.	**7**	**Petre Doina** (Grup Şcolar „Lazăr Edeleanu" Năvodari)
		Evaluare	**1**	
4.	**Principiul II**	Enunţuri ale principiului. Ciclul Carnot, motoarele Otto şi Diesel.	**5**	**Petre Doina** (Grup Şcolar „Lazăr Edeleanu" Năvodari)
		Evaluare	**2**	
5.	**Transformări de faza**	Lichefiere,vaporizare, fierbere, sublimare, topire, solidificare, condensare, desublimare	**6**	**Petre Doina** (Grup Şcolar „Lazăr Edeleanu" Năvodari)
		Evaluare	**1**	
6.	**Calorimetria**	**Principiile calorimetriei.** *Măsurări calorimetrice*	**5**	**Petre Doina** (Grup Şcolar „Lazăr Edeleanu" Năvodari)
		Evaluare	**1**	
7.	**Electrostatica**	*Electrizarea corpurilor, sarcina electrică, legea Coulomb, Câmpul electrostatic, intensitate, potenţial, energia potenţială în câmp electrostatic.*	**7**	**Elisabeta Stan**, (Liceul Teoretic „Decebal" Constanţa)
		Evaluare	**1**	
8.	**Electrocinetica**	Curentul electric, intensitatea curentului electric,tensiunea, rezistenta electrica, variaţia R cu temperatura legea lui Ohm	**7**	**Sorina Maria Leu** (Liceul Teoretic „Ovidius", Constanţa)
		Evaluare	**1**	
9.	**Reţele electrice**	Elementele unei reţele, legile lui Kirchhoff conexiuni serie si paralel; măsurători electrice	**6**	**Sorina Maria Leu** (Liceul Teoretic „Ovidius", Constanţa)
		Evaluare	**2**	
10.	**Energia si puterea electrica**	Energia si puterea, efect Joule; teorema transferului maxim de putere, randamentul unui circuit	**8**	**Sorina Maria Leu** (Liceul Teoretic „Ovidius", Constanţa)
		Evaluare	**2**	
11.	**Efectele curentului electric. Câmpul magnetic**	*Efectele curentului electric. Electromagnetism Câmpul magnetic al unor curenţi staţionari, interacţiuni electromagnetice, aplicaţii.*	**8**	**Sorina Maria Leu** (Liceul Teoretic „Ovidius", Constanţa)
		Evaluare	**1**	
12.	**Inducţia electromagnetică**	*Experimentele Faraday. Legea inducţiei electromagnetice, regula lui Lentz*	**5**	**Doina Turcu** (Gr. Sc. Ind. de El si Telecomunicatii Constanta)
		Evaluare	**1**	

13.	**Producerea curentului alternativ. Transformatorul**	Alternatorul, valori efective ale intensităţii şi tensiunii alternative. Principiul de funcţionare, părţi componente, aplicaţii	**5**	**Nasurla Ilhan** (Colegiul Naţional Pedagogic "Constantin Brătescu" Constanţa)
		Evaluare	**1**	
Total			**98?**	

Unitatea de învăţare:X.1

Teoria cineticomoleculară

sau

„ Ce se întâmplă în lumea moleculelor şi atomilor ?

Alexandrina Avram

Clasa: a X-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate:5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Structura discontinuă a substanţei, modelul gazului ideal, ecuaţiile termică şi calorică de stare, transformările simple ale gazului ideal.

Modelul de învăţare asociat: **EXERCIŢIUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe" (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real" al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: „Cum am putea să studiem ceea ce nu vedem în detaliu? sau, Cum este lumea atomilor şi moleculelor?

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): Prezintă informaţii legate de structura substanţei. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la atomi şi molecule, stări de agregare, forţe intermoleculare/ interatomice (definirea	• **Evocă** observaţii proprii, **comunică răspunsurile** în clasă: - **Identifică** şi **definesc** atomul şi molecula, - **Exemplifica** substanţe atomice şi moleculare aflate în diferite stări de agregare; -

mărimilor şi unităţilor legate de structura discontinuă a substanţei) norme de protecţia muncii în laborator);	
• **Comunică scopul prelegerii**: identificarea şi definirea mărimilor şi unităţilor specifice structurii discontinue a substanţei ,**cere elevilor să justifice utilitatea acestora**	• **Evocă** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, şi pe tablă); •**Definesc** unitatea atomică de masă, masa atomică/moleculară relativă, molul, volumul molar. • Stabilesc relaţia dintre numărul de kilomoli, masa de substanţă, masa molară. • Precizează semnificaţia numărului lui Avogadro.
• **Prezintă** elevilor un Power Point care ilustrează mişcarea termică la lichide şi gaze şi mişcarea browniana • **Extinde** conceptul de mişcare termică la solide; • **Defineşte (operaţional)** mişcarea termică • **Cere elevilor** să distingă între mişcarea termică şi mişcarea browniană;	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen; • **Identifică** forma traiectoriei particulelor de gaz si lichid; • **Disting** deosebirile între proprietăţile solidelor, lichidelor şi gazelor şi, ordonează, în funcţie de tărie, forţele de interacţiune între particulele acestora; • **Caracterizează** mişcarea particulelor de solid şi justifică tipul acesteia; • **Identifică** rolul forţei Arhimede în cazul mişcării browniene.
• **Defineşte (operaţional)** forţa de interacţiune moleculară *şi* **cere elevilor** să interpreteze graficul ce ilustrează dependenţa forţei de distantă dintre molecule/atomi;	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe grafic):
• **Oferă** elevilor pahare, apa, cerneală, recipiente cu odorizante de cameră (2) • **Propune elevilor** să identifice fenomene care evidenţiază mişcarea termică • **Orientează** gândirea elevilor spre a găsi exemple din care să reiasă că intervalul de timp necesar difuziei depinde de tăria forţelor intermoleculare/interatomice şi de temperatura.	• **Identifică** fenomenul de difuziune; • Organizaţi pe grupe, elevii **Realizează** experimental difuzia la gaze şi lichide. • Comunica observaţiile şi descriu condiţiile în care ar putea avea loc difuzia la solide;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[1]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [2];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: să realizeze experimente care să evidenţieze	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.):

[1] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[2] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

dependenţa vitezei de difuzie de temperatură. - Recomandă rezolvarea unor probleme în care se cere calculul maselor molare şi a numărului de kilomoli.	• Rezolvă problemele recomandate.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Teoria Cineticomoleculară - metodele de studiu ale fenomenelor termice – metoda teoretică şi cea experimentală, condiţia de acreditare a unei teorii, modelul gazului ideal.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Revine** la modelul gazului ideal si **cere elevilor** să definească presiunea şi să formuleze o ipoteză care sa lege presiunea de mişcare termică: a) efectul ciocnirilor elastice ale particulelor de pereţii incintei; b) repartiţia numărului de particule pe cele trei direcţii în spaţiu .	• **Formulează** ipoteze (în perechi) şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - Ciocnirile elastice de pereţi determină o forţă , care se concretizează cu exercitarea unei presiuni. - în condiţii de echilibru, presiunea este aceeaşi pe toate direcţiile.
• **Prezintă** elevilor Formula fundamentală a T.C.M. $p = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \overline{v^2}}{2}$ • Cere elevilor să identifice mărimile fizice implicate şi să stabilească unităţile de măsura. Evidenţiază caracterul statistic al vitezei pătratice medii.	• Analizează formula şi identifică mărimile fizice şi unităţile de măsura . • **Identifică** mărimi statistice întâlnite în mod curent; • Prelucrează formula folosind noţiunea de densitate;
• **Cere elevilor** să determine formula energiei cinetice medii a unei particule..	• **Deduc formula** folosind noţiunile însuşite în clasa a IX-a • **Compară** semnificaţia termenilor echivalenţi la nivel macroscopic şi microscopic.

$\frac{m_0 \overline{v^2}}{2} = \overline{\varepsilon_t}$	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să deducă (opţional) formula fundamentala a T.C.M. - să rezolve probleme pentru fixarea expresiei matematice a formulei fundamentale . -Să identifice situaţii în care presiunea exercitata de un gaz pe pereţii incintei determină fenomene vizibile.	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: materiale filmate, desene, demonstraţii).

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Grade de libertate la gaze monoatomice, biatomice şi triatomice, teorema echipartiţiei energiei pe grade dea libertate, ecuaţia termică şi calorică de stare. Precizează valoarea constantei lui Boltzmann.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete); • Modelează grafic, evidenţiind gradele de libertate la gaze mono, bi si triatomice • Deduc, pe baza teoremei echipartiţiei, $\overline{\varepsilon} = i\frac{kT}{2}$ energia cinetică medie pentru un atom/ molecula bi si triatomica.
• **Cer elevilor** să deducă ecuaţia termică de stare folosind formula fundamentala a T.C.M. si $\overline{\varepsilon_t} = \frac{3}{2}kT$	• Deduc ecuaţia p=nkT şi deduc echivalenţa cu ecuaţia Clapeyron Mendeleev, utilizată la chimie/ precizată de profesor.

• **Prezintă** elevilor noţiunea de viteză termică şi cere elevilor să identifice relaţiile cu ajutorul cărora să deducă o formulă a acesteia. •Cere elevilor să definească temperatura în conexiune cu mişcarea termică.	• **Formulează** (în perechi) constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): • **Deduc :** $v_T = \sqrt{\overline{v^2}} \Rightarrow v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ • Evidenţiază că temperatura este o măsura a mişcării termice.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le 1- să deducă (opţional) formula energiei interne a unui sistem ce conţine N particule de gaz ideal mono/ biatomic, cu precizarea ca U este suma energiei cinetice medii a unei molecule, **cere elevilor:** să distingă între energia mecanică totală a unui sistem şi energia internă. Cere elevilor să compare energia interna a unui gaz ideal cu energia interna a gazului real. 2-recomandă probleme de rezolvat pentru fixarea noţiunilor predate.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): parametrii de stare, transformări simple ale gazului ideal.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* , eseuri, referate, machete şi **evocă** aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;

• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor machete, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *presiunea, volumul, temperatura, numărul de kilomoli, parametri caracteristici , transformări simple - izotermă, izobară, izocoră.*
• Oferă elevilor : baloane de cauciuc, baloane de sticlă cu dop perforat şi tub de sticlă sub formă de L, ulei industrial de densitate mare, un corp de seringă, plastilină, o membrana de cauciuc, o lampă cu spirt, vase cu apă, gheață. • **Implică elevii** în: • demonstrarea legilor transformărilor simple plecând de la ecuaţia termică de stare , punând condiţiile specifice transformărilor. • Verificare **calitativă** a legilor şi analiza efectelor surselor de erori. • **Cere elevilor** să reprezinte grafic, în coordonate (p,V), (p,T) si (V,T) legile deduse. -**Grupa I**: transformarea izotermă; -Verifică dependența presiunii aerului dintr-un balon, în urma micşorării volumului acestuia. -**Grupa II**: transformarea izobară; -verifică dependența volumului aerului dintr-un balon de sticlă la care este racordat un tub de sticlă sub forma de L şi închis cu un indice de ulei. - **Grupa III**: transformarea izocoră; -verifică dependența presiunii aerului în corpul seringii de temperatură.	**Grupa I:** - Deduc relaţia pV=ct. - Observă modificarea culorii balonului la scăderea volumului aerului din interior, indiciu care duce la concluzia că presiunea din balon a crescut. - Observă că tensiunea din pereţii balonului este funcţie de volumul ocupat de aer . - Reprezintă grafic, în cele trei sisteme de coordonate legea transformării izoterme. **Grupa II:** - Deduc relaţia $\frac{V}{T} = ct$. - Observă deplasarea indicelui de ulei la încălzirea sau răcirea balonului în urma plasării acestuia în contact cu apa fierbinte sau cu gheață; - Reprezintă grafic, în cele trei sisteme de coordonate legea transformării izobare, **Grupa III:** - Deduc relaţia : $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$ - Observă deformarea membranei elastice ataşată corpului seringii şi identifică acest fenomen cu modificarea presiunii aerului din corpul seringii. - Reprezintă grafic, în cele trei sisteme de coordonate legea transformării izocore. - **Analizează** rezultatele obţinute şi fac observaţii referitoare la factorii care au influenţat desfăşurarea experimentelor.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: -Să deducă expresia matematică a legii transformării generale. -Să rezolve probleme în care sunt implicate transformări simple şi succesive ale gazului ideal. - Recomanda (Opţional) rezolvarea unor probleme cu grad ridicat de dificultate.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): relaţia dintre echilibrul mecanic şi energia potenţială;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă;
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[3];	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ****Îşi propun să expună** *produsele realizate în expoziţii şcolare, să prezinte rezultatele activităţilor experimentale în cadrul unor sesiuni de comunicare*

[1] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

1. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
2. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
3. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);

competenţe metacognitive (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Bibliografie:

1. http://ro.search.yahoo.com/search?p=forte+intermoleculare&toggle=1&cop=mss&ei=UTF-8&fr=yfp-t-724
2. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 200
3. Creţu, T., *Fizică Curs Universitar,* Editura Tehnică, Bucureşti 1996.
4. D. Borșan -Manual de fizica, Editura Didactica si pedagogica, București 1997

Unitate de învăţare:X.2.1

„Noţiuni termodinamice de bază”

sau

„Fie un corp metalic şi unul de lemn cu aceiaşi temperatură.

De ce atunci când le atingem metalul pare mai rece decât lemnul?”

Doina Petre, Răsleanu Daniela, Lenu Tuţa

Clasa: a X-a

Număr orelor / lecţiilor repartizate: 5

Conţinuturile conceptuale repartizate lecţiei*: 1.1. Noţiuni termodinamice de bază:* Sistem termodinamic. Stare termodinamică. Parametrii de stare. Proces termodinamic. Lucrul mecanic în termodinamică. Energia internă. Căldura. Transferul căldurii prin conducţie, convecţie şi radiaţie termică. Incintă adiabatică. ***Echilibru termic. Temperatura.*** Temperatura empirică. Măsurarea temperaturii. Scară de temperatură (Programa de fizică pentru clasa a X-a).

Model de învăţare asociat unităţii de învăţare: INVESTIGAŢIA

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie incitantă, de exemplu: *senzaţia de cald sau rece depinde de căldura pe care corpurile o cedează sau o primeşte în unitatea de timp, deci termoconductibilitatea metalului este mai mare decât a lemnului.*

Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *dacă temperatura organismului nostru este inferioară celei a organismului nostru, atunci metalul pare mai cald decât lemnul în primul caz şi mai rece în al doilea caz.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):

• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează noţiunile de cald şi rece ca noţiuni termodinamice de bază, precizând că tema face referire la căldură şi transferul acesteia;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind fenomenele termice, prea cald, prea rece, izolare termică, încălzire globală, necesitatea căldurii în viaţa de zi cu zi etc.;
• **Evocă o întrebare de investigat** din această unitate de învăţare**:** *„Fie un corp metalic şi unul de lemn cu aceiaşi temperatură. De ce atunci când le atingem metalul pare mai rece decât lemnul?* **cere elevilor să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative** la întrebare*;*	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu: „senzaţia de cald sau rece depinde de căldura pe care corpurile o cedează sau o primeşte în unitatea de timp", sau „senzaţia de cald sau rece depinde de temperatura organismului nostru"*;*
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă/ exersează măsurarea** *temperaturii,* şi **transmiterea căldurii** (utilizând corpuri din materiale diverse, solide şi lichide, ceară, sursă de căldură, termometru, cronometru etc.);
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; **orientează gândirea** elevilor către identificarea**: s**istem termodinamic, stare termodinamică, parametrii de stare, proces termodinamic, lucrul mecanic în termodinamică. energia internă, căldura, transferul căldurii prin conducţie, convecţie şi radiaţie termică, echilibru termic, temperatura, măsurarea temperaturii;	• **Disting:** mărimi fizice care sunt necesare explicării fenomenelor fizice ce apar în imaginile desenate; modalităţi de măsurare a temperaturii; modurile de transmitere diferite a căldurii prin conducţie, convecţie şi radiaţie; • **Menţionează**: noţiuni termodinamice de baza: sistem termodinamic, proces, transformare, căldură, lucrul mecanic, energie internă, temperatura, temperatură, echilibru termic; • **Reformulează** ipotezele: *Dacă corpurile au temperatură superioară celei a organismului nostru, atunci la contactul cu organismul nostru metalul va ceda mai multa căldură decât lemnul. Dacă temperatura organismului nostru este inferioară celei a organismului nostru, atunci metalul pare mai cald decât lemnul în primul caz şi mai rece în al doilea caz.* • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[4]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[5]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;

[4] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[5] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), eventual, cu accent pe rolurile asumate de elevi, individual sau în grup: documentare, observare în mediul înconjurător, experimentare etc.) şi cere elevilor să răspundă la sarcini de informare/ documentare din surse cât mai diverse (de tipul „Ce este …?"). - să realizeze conexiuni între rezultatele învăţării la clasă şi aplicaţiile acestora în viaţa reală: izolarea termică a casei în care locuiesc; • *Cum ştie un termometru temperatura corpului nostru?*.	• ***Posibil răspuns**: Dacă două sau mai multe sisteme sunt puse laolaltă, o parte a energiei celui mai cald va fi transferată către cel mai rece până când ambele vor ajunge la aceeaşi temperatură (adică până se ajunge la echilibru termic). Atunci când ne măsurăm temperatura corpului folosind un termometru, corpul se răceşte foarte puţin, iar termometrul preia această energie, încălzindu-se până la temperatura corpului nostru; Astfel că indicaţia termometrului dezvăluie temperatura corpului nostru, din moment ce aceste două valori sunt egale.*

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor. - Identificarea tipurilor de transmitere a căldurii prin corpuri, clasificarea, identificarea mărimilor fizice care decurg din principiul I al termodinamicii, Explicarea principiului I al termodinamicii ca lege de conservare.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental.** Elevii: 1. repereză o explicaţie posibilă la întrebare (pe care decid s-o verifice); 2. caută mijloace (cognitive şi materiale) care vor permite verificarea; 3. analizează cu atenţie rezultatele experimentale; 4. experimentează un nou mijloc, dacă precedentul nu a fost eficient, etc.

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare şi fişe de lucru pentru cele trei grupe: - *grupa 1*: tije din materiale diferite (lemn, aluminiu), ceară, cleşte, sursă de căldură, vas cu apă, tije din materiale diferite (lemn, sticlă, aluminiu, cupru) ; - *grupa 2:* spirală de hârtie, suport, lumânare, spirală de hârtie, suport, lumânare, rumeguş; - *grupa 3:* două foi de tablă, dintre care una colorată în negru, ceară, sursă de căldură, două termometre (fiecare având lipită de rezervor câte o plăcuţă metalică – una argintată şi cealaltă	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite(3 grupe), elevii experimentează: - *grupa 1*: modul de transmitere căldurii prin conducţie, să identifice conductoarele şi a izolatoarele; - *grupa 2:* modul de transmitere căldurii prin convecţie; - *grupa 3:* modul de transmitere căldurii prin radiaţie termică; compară temperaturile pentru o plăcuţă metalică, una argintată şi cealaltă neagră; Fişă de activitate experimentală teste - fişe de lucru\fişa exp. transmit caldurii.doc;

neagră), suport şi **cere elevilor să experimenteze:** - *grupa 1:* transmiterea căldurii prin conducţie, să identifice conductoarele şi a izolatoarele; - *grupa 2:* transmiterea căldurii prin convecţie; - *grupa 3:* transmiterea căldurii prin radiaţie termică;	
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile:** - *grupa 1.* Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tijei de aluminiu; În cazul tijei de lemn, picăturile de ceară nu se topesc; - *grupa 2.* În interiorul lichidului se formează curenţi şi are loc transmiterea căldurii prin convecţie; - *grupa 3.* Corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă; corpurile de culoare deschisă reflectă lumina;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări; - *Să exemplifice alte modalităţi, cunoscute, de transmitere a căldurii şi explicaţi fenomenele ce apar;* - *Corpuri care nu conduc căldura şi aplicaţiile acestora;* - *Imaginaţi un dispozitiv pentru studiul conductibilităţii termice.*	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: - *realizează un dispozitiv pentru studiul conductibilităţii termice.*

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei: 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv: inducţie. **Scenariul lecţiei: inductiv** . Elevii: 1. sintetizează probele colectate; 2. elaborează o primă explicaţie (o primă regulă de producere a fenomenului); 3. observă exemple şi contraexemple ale explicaţiei; 4. a doua elaborare a regulii (ca ea să convină exemplelor şi să nu contravină contraexemplelor).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **reunesc într-un tabel comun** masele şi temperaturile măsurate pentru substanţele puse la dispoziţie;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă)** cu ajutorul tabelului să explice de ce unele corpuri transmit căldura mai repede iar altele aproape de loc;	• **Formulează ipoteze** privind relaţia aşteptată;
• **Cere elevilor să reprezinte grafic** (utilizând	• **Constată** că:

din tabel temperaturile măsurate) variaţia temperaturii în funcţie de timp, pentru corpurile utilizate;	- pentru corpurile prin care se transmite căldura variaţia temperaturii depinde de natura acestora, iar pentru izolatori temperatura nu se modifică, căldura se transmite în moduri diferite în funcţie de natura substanţei; schimbul de căldură se realizează întotdeauna de la zona corpului cu temperatură mai ridicată către cea cu temperatura mai mică;
• **Precizează** elevilor că substanţele/ corpurile observate diferă prin modul de transmitere a căldurii; **denumeşte** corpurile conductoare, izolatoare termice şi o **defineşte** această proprietate, conducţie termică, convecţie, radiaţie; apoi **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *în termeni de transfer de căldură*;	• **Reformulează constatările**, în termeni de conducţie termică, convecţie, radiaţie; • **Constată** că un corp poate transmite căldura in diferite moduri în funcţie de condiţii, natură, etc.; • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tijei de aluminiu, iar în cazul tijei de lemn, picăturile de ceară nu se topesc, în interiorul lichidului se formează curenţi şi are loc transmiterea căldurii prin convecţie, corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, corpurile de culoare deschisă reflectă lumina; • **Formulează enunţul (relaţia, legea)**: conducţia termică depinde de natura corpurilor;
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: *Ce este conducţia, convecţia şi radiaţia??* şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;	• **Formulează o explicaţie a fenomenului analizat** : corpurile se clasifica in conductoare termice şi izolatoare termice, conducţia, convecţia şi radiaţia sunt fenomenele de transmisie a căldurii prin corpuri!”;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: *„Luând ceainicul de pe aragaz, în care fierbe apa, gospodina a mai turnat în el apă rece şi, spre surprinderea ei, a constatat că mânerul ceainicului a devenit mai fierbinte. E posibil?”* Care este mecanismul de transmitere a căldurii în solide, lichide, gaze; Ce s-ar întâmpla dacă ar dispărea Soarele? ;	• **Efectuează tema pentru acasă.** Posibil răspuns: *Mânerul n-a putut deveni mai fierbinte ci, poate, mai rece. Dar senzaţia de „fierbinte” depinde nu numai de temperatură ci şi de presiunea mâinii asupra corpului. Crescând presiunea creşte aria microscopică de contact dintre corp şi mână şi transferul de căldură este mai mare.*

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;

(utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza altor condiţii de transmitere a căldurii: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? etc.; • **Revine la întrebarea cheie şi cere elevilor:** *"Gândiţi-vă când lemnul şi metalul par a fi la fel de calde."*	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: a) **observă şi optimizează** condiţiile de condiţiile noi de transmitere a căldurii; b) **extind condiţia de** *transmitere a căldurii vara, iarna, la munte la mare, pe diverse planete, în univers, modelând/ explicând ascensiunea curenţilor calzi în atmosferă, brizele de seară şi de dimineaţă, etc.;* • **Revine la întrebarea cheie şi formulează răspunsuri:** *Senzaţia de cald sau rece depinde de căldura pe care corpurile o cedează sau o primeşte în unitatea de timp. Termoconductibilitatea metalului este mai mare decât a lemnului;*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;

• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
• **Cere elevilor să determine experimental** proprietăţile de transmitere a căldurii prin corpuri solide, lichide (*să verifice dacă corpurile sunt izolatoare*!), să **realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) pe baza condiţiei de transmitere a căldurii, **să distingă/ clasifice** substanţele/ corpurile în funcţie de conductibilitatea termică, să aplice noţiunile însuşite la aliaje, amestecuri de substanţe gazoase şi lichide, etc.;	• Organizaţi în grupurile de lucru, elevii: - **măsoară** temperaturile corpurilor ce conduc căldura şi timpii cât durează fenomenele *dar şi pentru corpurile izolatoare*; - **determină experimental** temperaturile la transmiterea căldurii prin amestecuri de substanţe gazoase şi lichide etc.; - **demonstrează/ aplică** pe baza experimentelor efectuate că nu există izolatoare termice perfecte;
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea **raportului final**, vizând competenţele cheie;[6]	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.); *Cum se transmite căldura prin corpul vostru?*	• ****Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele;* Studiază transmiterea căldurii prin corpul uman, etc.

Bibliografie:

1. Programa şcolară
2. Fizica –Manual pentru clasa a X-a, Constantin Mantea/Mihaela Garabet
3. Lewis Carroll Epstein– Gândiți Fizica – Editura All Educational, 2004
4. http://www.youtube.com/watch?v=4JZcS8BCnjM&NR=1
5. http://www.youtube.com/watch?v=FU4Y0wYAaPQ&feature=related
6. http://www.youtube.com/watch?v=v-f1JYpfg-E&feature=relatedhttp://www2.biglobe.ne.jp/~norimari/science/JavaApp/e-JavaP.html
7. http://gilbert.gastebois.pagesperso-orange.fr/java/accueil.htm
8. http://surendranath.tripod.com/Apps.html
9. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html
10. http://iwp2.ncssm.edu/pps/problemList.php
11. http://www.youtube.com/watch?v=quVf-oKkTtM&NR=1
12. http://www.hotcity.ro/social/rubrica/aventuri-urbane/caldura-mare-monser
13. http://carmenmuresan.webs.com/TERMODINAMICA.jpg

[6] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

1. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
2. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
3. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
4. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare:X.2.2
„Noţiuni termodinamice de bază”

sau

„Fie un corp metalic şi unul de lemn cu aceiaşi temperatură. De ce atunci când le atingem metalul pare mai rece decât lemnul?

Doina Petre, Răsleanu Daniela, Lenu Tuţa

Clasa: a X-a

Număr orelor / lecţiilor repartizate: 5

Conţinuturile conceptuale repartizate lecţiei*: 1.1. Noţiuni termodinamice de bază.* Sistem termodinamic. Stare termodinamică. Parametrii de stare. Proces termodinamic. Lucrul mecanic în termodinamică. Energia internă. Căldura. Transferul căldurii. *Transferul căldurii* prin conducţie, convecţie şi radiaţie termică. Incintă adiabatică. **Echilibru termic**, **Temperatura,** Temperatura empirică. Măsurarea temperaturii. Scară de temperatură (Programa de fizică pentru clasa a X-a).

Model de învăţare asociat unităţii de învăţare: PROIECTUL

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune lecţii focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse („cu finalitate reală”, Cerghit, I. ş.a., 2001), însuşirea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie incitantă, de exemplu: *senzaţia de cald sau rece depinde de căldura pe care corpurile o cedează sau o primeşte în unitatea de timp, deci termoconductibilitatea metalului este mai mare decât a lemnului.*

Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *dacă temperatura organismului nostru este inferioară celei a organismului nostru, atunci metalul pare mai cald decât lemnul în primul caz şi mai rece în al doilea caz.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare.* Elevii fac încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare

	Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează corpurile din lemn şi metal în categoria sistemelor termodinamice iar senzaţia de cald şi rece în cadrul fenomenelor termice întâlnite în natură: încălzire, răcire precizând că tema face referire la căldură şi transferul acesteia etc.;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind fenomenele termice etc.;
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: studiul transmiterii căldurii în solide, lichide, şi altele; (2) **construcţii:** *dispozitiv de studiu pentru studiul conducţiei, convecţie şi radiaţiei*; (3) **referate ştiinţifice** explicând**:** *transmiterea căldurii, fenomene meteo natură produse vara în zilele caniculare, studiul echilibrului termic, măsurarea temperaturii, termometre, principiul I al termodinamicii şi aplicaţiile acestuia, etc.* ; (4) **postere, desene, eseuri literare etc.**, evocând noile cunoştinţe, etc.;[7]	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu ştiinţific, eseu plastic sau literar, etc.);
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (fenomene termice, procese termice, lucrul mecanic, energie interna, căldură, transmiterea căldurii, temperatură, etc.); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură pentru transmiterea căldurii prin metodele folosite);	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind fenomenele în termeni de fenomen termic, proces , echilibru termic, temperatură, L, U, Q, transmiterea căldurii, principiul I; • **Evocă/ exersează măsurarea** *temperaturii*, şi **transmiterea căldurii** (utilizând corpuri din materiale diverse, solide şi lichide, ceară, sursă de căldură, termometru, cronometru etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare)[8];	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă informaţii de tipul „Ce este?”. *Ce este conducţia, convecţia şi radiaţia?; Ce este încălzirea globală? şi altele.* • *Cum ştie un termometru temperatura corpului nostru?.*	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare
Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

[7] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[8] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de parcurs etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind **plutirea corpurilor**; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează ipoteze** privind *relaţiile studiate*;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare: - *grupa 1*: tije din materiale diferite (lemn, aluminiu), ceară, cleşte, sursă de căldură, vas cu apă, tije din materiale diferite (lemn, sticlă, aluminiu, cupru) ; - *grupa 2*: spirală de hârtie, suport, lumânare, spirală de hârtie, suport, lumânare, rumeguş; - *grupa 3*: două foi de tablă, dintre care una colorată în negru, ceară, sursă de căldură două termometre (fiecare având lipită de rezervor câte o plăcuţă metalică – una argintată şi cealaltă neagră), suport;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite(3 grupe), elevii: - *grupa 1* **observă** că picăturile de ceară se înmoaie succesiv în funcţie de natura tijelor, **măsoară şi înregistrează**: care picături se topesc primele; - *grupa 2* **observă** că prin lichide şi gaze, căldura se transmite prin convecţie; - *grupa 3* **observă** că prin radiaţie, căldura se propagă şi în lipsa unui mediu între sursă şi receptor, corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, **măsoară şi înregistrează** cu termometrul temperatura plăcuţelor, termometrul aflat în contact cu plăcuţa metalică neagră indică o temperatură mai mare; - **compară temperaturile** pentru o plăcuţă metalică – una argintată şi cealaltă neagră;
• **Cere elevilor să experimenteze:** - *grupa 1:* transmiterea căldurii prin conducţie, să identifice conductoarele şi a izolatoarele; - *grupa 2:* transmiterea căldurii prin convecţie; - *grupa 3:* transmiterea căldurii prin radiaţie termică şi **să comunice** rezultatele obţinute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile:** - *grupa 1* Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tijei de aluminiu; În cazul tijei de lemn, picăturile de ceară nu se topesc; - *grupa 2* În interiorul lichidului se formează curenţi ţi are loc transmiterea căldurii prin convecţie; - *grupa 3* Corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, corpurile de culoare deschisă reflectă lumina; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor,	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări:

organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări; - *Să exemplifice alte modalităţi, cunoscute, de transmitere a căldurii şi explicaţi fenomenele ce apar;* - *Corpuri care nu conduc căldura şi aplicaţiile acestora;* - *Imaginaţi un dispozitiv pentru studiul conductibilităţii termice.*	- *realizează un dispozitiv pentru studiul conductibilităţii termice.*

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:
Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Invită elevii să distingă un patern** care să explice de ce unele corpuri conduc căldura , iar altele nu;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tijei de aluminiu; în cazul tijei de lemn, picăturile de ceară nu se topesc; - În interiorul lichidului se formează curenţi şi are loc transmiterea căldurii prin convecţie; - Corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, corpurile de culoare deschisă reflectă lumina; lemnul nu conduce căldura;
• **Distribuie elevilor** materiale - tije din materiale diferite (lemn, aluminiu), ceară, cleşte, sursă de căldură, vas cu apă, tije din materiale diferite (lemn, sticlă, aluminiu, cupru) ; spirală de hârtie, suport, lumânare, rumeguş; două foi de tablă, dintre care una colorată în negru, ceară, sursă de căldură două termometre (fiecare având lipită de	• **Înregistrează** într-un tabel comun temperatura pentru corpurile (substanţele) puse la dispoziţie, incluzând măsurători pentru diferite cantităţi; • **Reprezintă grafic** prin puncte temperaturile (pe ordonată) şi materialul (pe abscisă); pentru materialele utilizate;

rezervor câte o plăcuţă metalică – una argintată şi cealaltă neagră), suport; şi **cere elevilor să experimenteze:** transmiterea căldurii prin conducţie, prin convecţie, prin radiaţie termică; şi **cere elevilor**: a) să înregistreze temperatura pentru plăcuţa lucioasă şi pentru cea neagră b) să identifice conductoarele şi a izolatoarele; c) să reprezinte grafic temperaturile (pe ordonată) şi materialul (pe abscisă);	
• **Cere elevilor să distingă un patern** (model, regulă**)** cu ajutorul tabelului/ graficului, unele corpuri conduc căldura , iar altele nu;	• **Constată** că: - pentru corpurile prin care se transmite căldura temperatura depinde de natura acestora,iar pentru izolatori temperatura nu se modifică etc.;
• **Precizează** elevilor că substanţele/ corpurile observate diferă prin modul de transmitere a căldurii; **denumeşte** corpurile conductoare, izolatoare termice şi o **defineşte** această proprietate, conducţie termică, convecţie, radiaţie; apoi **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *în termeni de transfer căldură*;	• **Reformulează constatările**, în termeni de conducţie termică, convecţie, radiaţie; • **Constată** că un corp poate transmite căldura in diferite moduri în funcţie de condiţii, natură, etc.; • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare - experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tijei de aluminiu, iar în cazul tijei de lemn, picăturile de ceară nu se topesc, în interiorul lichidului se formează curenţi şi are loc transmiterea căldurii prin convecţie, corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, corpurile de culoare deschisă reflectă lumina; • **Formulează enunţul (relaţia, legea)** conducţia termică depinde de natura corpurilor;
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: *Ce este conducţia, convecţia şi radiaţia??* şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;	• **Formulează o explicaţie a fenomenului analizat** : corpurile se clasifica in conductoare termice şi izolatoare termice, conducţia, convecţia şi radiaţia sunt fenomenele de transmisie a căldurii prin corpuri!”;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: *„Luând ceainicul de pe aragaz, în care fierbe apa, gospodina a mai turnat în el apă rece şi, spre surprinderea ei, a constatat că mânerul ceainicului a devenit mai fierbinte. E posibil?”* Care este mecanismul de transmitere a căldurii în solide, lichide, gaze?; Ce s-ar întâmpla dacă ar dispărea Soarele?; Ce este încălzirea globală?.	• **Efectuează tema pentru acasă**: Posibil răspuns: *Mânerul n-a putut deveni mai fierbinte ci, poate, mai rece. Dar senzaţia de „fierbinte” depinde nu numai de temperatură ci şi de presiunea mâinii asupra corpului. Crescând presiunea creşte aria microscopică de contact dintre corp şi mână şi transferul de căldură este mai mare.*

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în evaluarea a produselor realizate, a procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este acest model potrivit pentru tema aleasă? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? etc.;	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: c) **observă şi optimizează** condiţiile de condiţiile noi de transmitere a căldurii; d) **extind condiţia de** *transmitere a căldurii vara, iarna, la munte la mare, pe diverse planete, în univers, modelând/ explicând ascensiunea curenţilor calzi în atmosferă, brizele de seară şi de dimineaţă, etc.;*
• **Cere elevilor să determine experimental** proprietăţile de transmitere a căldurii prin corpuri solide, lichide (*să verifici dacă corpurile sunt izolatoare*!), să **realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) pe baza condiţiei de transmitere a căldurii, **să distingă/ clasifice** substanţele/ corpurile în funcţie de conductibilitatea termică, să aplice noţiunile însuşite la aliaje, amestecuri de substanţe gazoase şi lichide, etc.;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **determină experimental** temperaturile la transmiterea căldurii prin amestecuri de substanţe gazoase şi lichide etc.; - **demonstrează/ aplică** pe baza experimentelor efectuate că nu există izolatoare termice perfecte;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) implicând elevii în conceperea *raportului final cere şi elevilor să întocmească un scurt rapo*rt scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea proiectului/ **raportului final**, vizând **competenţele cheie**[9];	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	teste - fişe de lucru\rebus termadin.exe;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.); *Cum se transmite căldura prin corpul vostru?*.	• **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele; • *Studiază transmiterea căldurii prin corpul uman, etc.*

Bibliografie:

14. Programa şcolară;
15. Fizica –Manual pentru clasa a X-a, Constantin Mantea, Mihaela Garabet
16. Lewis Carroll Epstein – Gândiţi Fizica – Editura All Educaţional, 2004;
17. http://www.youtube.com/watch?v=4JZcS8BCnjM&NR=1;
18. http://www.youtube.com/watch?v=FU4Y0wYAaPQ&feature=related;
19. http://www.youtube.com/watch?v=v-f1JYpfg-E&feature=relatedhttp://www2.biglobe.ne.jp/~norimari/science/JavaApp/e-JavaP.html;
20. http://gilbert.gastebois.pagesperso-orange.fr/java/accueil.htm;
21. http://surendranath.tripod.com/Apps.html;
22. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html;
23. http://iwp2.ncssm.edu/pps/problemList.php;
24. http://www.youtube.com/watch?v=quVf-oKkTtM&NR=1.

Unitatea de învăţare:X.2.3

[9] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

5. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
6. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
7. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
8. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Noţiuni termodinamice de bază

Căldura este un agent invizibil. Desigur, invizibil nu înseamnă nedetectabil. Căldura poate fi „văzută”? „Cum ar fi viaţa fără căldură?”

Doina Petre, Răsleanu Daniela, Lenu Tuţa

Clasa: a X-a

Număr orelor / lecţiilor repartizate: 5

Conţinuturile conceptuale repartizate lecţiei*: Noţiuni termodinamice de bază:* Sistem termodinamic. Stare termodinamică. Parametrii de stare. Proces termodinamic. **Principiul I al termodinamicii:** Lucrul mecanic în termodinamică. Energia internă. Căldura. Transferul căldurii. *Transferul căldurii* prin conducţie, convecţie şi radiaţie termică. Incintă adiabatică. **Echilibru termic – Temperatura:**Temperatura empirică. Măsurarea temperaturii. Scară de temperatură;

Model de învăţare asociat unităţii de învăţare: Investigaţia ştiinţifică

Competenţe specifice (Modelul de predare)

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizat pe o **întrebare deschisă: „Căldura este un agent invizibil. Desigur, invizibil nu înseamnă nedetectabil. Căldura poate fi „văzută ?”“Cum ar fi viaţa fără căldură?”** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, şi anume: *„Atâta timp cât este soarele pe cer există căldură, iar viaţa fără schimb de energie nu e posibilă.”.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?
„Cum ar fi viaţa pe Pământ fără Soare?”

Lecţia 1

Competenţe specifice: 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei**:** Clasificarea transformărilor termodinamice, a parametrilor de stare şi de proces; Identificarea mărimilor fizice care decurg din principiul I al termodinamicii: căldura, lucrul mecanic, energia internă, Explicarea principiului I al termodinamicii ca lege de conservare.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv: Anticipare . **Scenariul lecţiei: tehnologic**. Elevii: 1. identifică/ definesc conceptul (fenomene termice, principiul al II-lea al termodinamicii); 2. caută mijloace de explicare (evocă fenomenul); 3. fac o primă încercare de explicare (întrebări despre cauze); 4. fac a doua încercare de explicare (avansarea legăturii echivalenţa celor două formulări al principiului al II-lea); Elevilor li se prezintă materialul cu imagini desenate intitulat: “**Căldură mare, monșer”:** http://www.hotcity.ro/social/rubrica/aventuri-urbane/caldura-mare-monser

Animăluţelor urbane li se pare că în ultimele zile a fost cam cald. Corecţie: li se pare că a fost chiar insuportabil de cald. Unde o să ajungem daca o sa continue tot aşa? Ce se va întâmpla cu noi toţi?

Imaginile prezentate le reamintesc elevilor de disconfortul produs lor în zilele de caniculă dar nu uită nici de zilele geroase.

Elevii emit ipoteze privind explicarea fenomenului surprinse în imaginile desenate, identifică fenomenul de transmitere a căldurii, efectele acesteia pentru animale, fac comparaţie cu oamenii, emit ipoteze despre încălzirea locuinţelor, izolare termică, încălzirea globală, utilizarea de aeroterme, evantaie, , etc.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): Elevilor li se proiectează materialul cu tema: ***Căldură mare, monșer(Anexă):*** - Prezintă un citat din materialul ***Căldură mare, monșer:*** **„***Animăluțelor urbane li se pare ca in ultimele zile a fost cam cald. Corecție: li se pare ca a fost chiar insuportabil de cald",* precizând că tema face referire la căldură şi transferul acesteia, (în Anexă); http://www.hotcity.ro/social/rubrica/aventuri-urbane/caldura-mare-monser	- elevii privesc pe ecran materialul şi după zâmbete vor emit primele ipoteze; - analizează din nou cu mare atenție imaginile; - citesc şi analizează cu atenţie citatul prezentat de profesor; - încearcă să îşi amintească despre căldură şi transferul acesteia studiate in cl. a VIII-a;
• **Evocă o întrebare din materialul prezentat:** *Unde o să ajungem dacă o să continue tot aşa? Ce se va întâmpla cu noi toţi?* ;	- recitesc cu atenţie întrebările; - analizează afirmaţiile din imagini şi mai ales de ipotezele emise de: 1. optimişti: **„Ei o să fie bine. Doar nu ne-om topi cu totul"** ; 2. pesimişti: „**O să leşinăm, o să murim!"** ;
• **Cere elevilor să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative** la întrebările de mai sus. - de ce leşinăm de căldură? ; - de ce se topesc corpurile la căldură mare? ; - care sunt cauzele fenomenelor de mai sus? ; - cum ne protejăm de căldură;	- se pun în situația personajelor desenate şi emit ipoteze pentru a scăpa de căldură: stau la umbră, folosirea aerotermelor, utilizarea evantaiului, îmbrăcăminte adecvată, etc. ; - emit ipoteze despre topirea personajelor din imagine;. - caută explicaţii pentru aceste situaţii; -consideră ca au primit o căldură prea mare;
• **Orientează gândirea elevilor către identificarea** proprietăţilor fizice care disting ipotezele formulate (în ce fel se deosebesc corpuri precum bușteanul ce plutește pe apă de piatra aruncată în apă) – adică identificarea unor **variabile**: masa, volumul, substanțe; - să reactualizeze unele noțiuni termodinamice de baza şi mărimile caracteristice structurii discrete a substanței; - Ce este temperatura şi unitatea sa de măsură; - să cunoască metode de determinare a temperaturii unui corp cu ajutorul termometrului - să definească căldura şi unitatea de măsură; - să cunoască modalități de propagare pentru căldură şi energie in general; - să stabilească relaţiile între schimbul de căldură şi variaţia de temperatură a unui corp; - să înțeleagă relațiile dintre transformările fizice şi transferul de căldură; -să aplice legea conservării energiei în procesele termodinamice şi la rezolvarea de probleme; - să realizeze conexiuni între rezultatele învăţării la clasă şi aplicaţiile acestora în viaţa reală;	- definesc mărimi fizice care sunt necesare explicării fenomenelor fizice ce apar în imaginile desenate; - identifică şi noțiuni termodinamice de baza şi mărimile caracteristice structurii discrete a substanței; - definesc temperatura; - descriu diferite termometre si principiul de funcţionare; echilibru termic; - definesc căldura si unitatea de măsură; analizează imaginile si descriu schimbul de căldură intre corpuri- prezintă modalităţi cunoscute de propagare a căldurii; - explică legătura schimbului de căldură cu variația temperaturii; - dau exemple de transmitere a căldurii prin conducție, convecţie şi radiație; - cunoaşterea măsurilor de protecţie solară şi a de bronzare: când, cum şi cât stăm la plajă, efectele bronzării; - dau exemple de fenomene asemănătoare şi de aplicații ale acestora întâlnite în viaţa de zi cu zi; - elevii explică funcţionarea aparatelor de aer condiţionat sau a altor dispozitive pe baza transferului de căldură, a transformării căldurii, etc. ; - explică de ce ne arde soarele la prânz şi când e bine să ne expunem pentru bronzare - motivează pe baza absorbţiei căldurii de ce vara trebuie să ne îmbrăcăm în haine subţiri de bumbac, in şi de culoare

	deschisă iar iarna cu haine groase şi de culoare închisă - prezintă metode de protecţie la căldură - explică cum trebuie procedat pentru a nu „se topii de căldură”
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei (având în vedere controlul variabilelor), pentru a putea compara transmiterea căldurii pentru corpuri de diferite stări de agregare şi de natură diferite?; De ce ne ardem la soare în miezul zilei?; De ce ne e mai cald când ne îmbrăcăm în haine închise la culoare?; Ce metode ştiţi pentru izolarea termică?; V-aţi aflat în situaţia personajelor desenate?, dacă da, ce aţi făcut să nu vă „să nu vă topiţi;	Elevii notează temele de studiu individual: - elevii dau exemple de surse naturale de căldură şi cele utilizate de ei, menţionând modul de transformare a energiei utilizate în căldură; - Explică fenomenele pe baza transferului de căldură;
• **Prezintă elevilor un portofoliu de teme** (prezentat în secvenţa a IV-a a unităţii de învăţare) care vor fi realizate şi prezentate de elevi şi evaluate în finalul unităţii de învăţare;	- zugrăvirea casei - film: Încălzirea globală - eseu: Depind omul şi societatea de căldura Soarelui? Cum şi de ce?
• **Comunică elevilor criteriile evaluării sumative finale**, vizând următoarele competenţe specifice ale programei şcolare (cu precizări legate de tema studiată): *1.1 diferenţierea fenomenelor fizice identificate în viaţa de zi cu zi, a instrumentelor şi mărimilor fizice din domeniul studiat;* - să distingă între sursele naturale de căldură şi cele utilizate de ei; *1.3 definirea şi explicarea fenomenelor fizice folosind termeni specifici;* - să explice principiile de funcţionare ale surselor de căldură utilizate pe baza transferului de căldură; *2.1 observarea fenomenelor, culegerea şi înregistrarea observaţiilor referitoare la acestea;* - observarea transmiterii căldurii în aceiaşi zi dar în locuri diferite; *2.4 organizarea, utilizarea şi interpretarea datelor experimentale culese*; *3.2 rezolvarea unor probleme cu caracter teoretic sau aplicativ;* - rezolvarea unor probleme din manual; *4.2 formularea observaţiilor proprii asupra fenomenelor studiate.* - unde ar prefera să locuiască? ; - ce preferă anotimpurile calde sau cele reci? ; *5.2 argumentarea rolului unor tehnologii în diferite ramuri de activitate.* - ce rol au aparatele de aer condiţionat? Şi dacă cunosc şi riscurile utilizării lor;	- Explică fenomenele pe baza transferului de căldură; - interpretează temperaturile diferite pentru locuri diferite transmise la ştirile meteo; - vor rezolva aplicaţiile din manual sau din culegeri; - motivează de ce preferă un anume anotimp; - explică de ce vrea să locuiască la munte, mare, etc. ; - cum, când şi pentru ce utilizează aparate de aer condiţionat,... ;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, eventual, cu accent pe rolurile asumate de elevi, individual sau în grup: documentare, observare în mediul înconjurător, experimentare etc.) şi cere elevilor să răspundă la sarcini de informare/ documentare din surse cât mai diverse (de tipul „Ce este …?"). - să realizeze conexiuni între rezultatele învăţării la clasă şi aplicaţiile acestora în viaţa reală: izolarea termică a casei în care locuiesc; - care sunt cele mai eficiente metode de izolare termică?; ***Cum ştie un termometru temperatura corpului nostru?*** ; surse: http://www.youtube.com/watch?v=4JZcS8BCnjM&NR=1; http//www.youtube.com/watch?v=3g0_8U4cfuM&feature=related;	http://www.youtube.com/watch?v=73y5W78RjEs&feature=related; - exemplifică ce surse de căldură utilizează; - definesc canicula; - explica ce metode folosesc pentru a scăpa de căldură în locuinţe; - elevii notează temele propuse şi sursele de informare privind activitatea individuală; - putere; soarelui; Posibil răspuns: Dacă două sau mai multe sisteme sunt puse laolaltă, o parte a energiei celui mai cald va fi transferată către cel mai rece până când ambele vor ajunge la aceeaşi temperatură (adică până se ajunge la echilibru termic). Atunci când ne măsurăm temperatura corpului folosind un termometru, corpul se răceşte foarte puţin, iar termometrul preia această energie, încălzindu-se până la temperatura corpului nostru; Astfel că indicaţia termometrului dezvăluie temperatura corpului nostru, din moment ce aceste două valori sunt egale;

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor. - Identificarea tipurilor de transmitere a căldurii prin corpuri, clasificarea, identificarea mărimilor fizice care decurg din principiul I al termodinamicii, Explicarea principiului I al termodinamicii ca lege de conservare.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental.** Elevii: 1. repereză o explicaţie posibilă la întrebare (pe care decid s-o verifice); 2. caută mijloace (cognitive şi materiale) care vor permite verificarea; 3. analizează cu atenţie rezultatele experimentale; 4. experimentează un nou mijloc, dacă precedentul nu a fost eficient, etc.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să evalueze informaţiile** colectate acasă, la întrebările „Ce este?". *Ce este conducţia, convecţia şi radiaţia?*	• **Evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare şi fise de lucru pentru cele trei grupe: - *grupa 1*: tije din materiale diferite (lemn, aluminiu), ceară, cleşte, sursă de căldură, vas cu apă, tije din materiale diferite (lemn, sticlă, aluminiu, cupru) ; - *grupa 2:* spirală de hârtie, suport, lumânare, spirală de hârtie, suport, lumânare, rumeguş; - *grupa 3:* două foi de tablă, dintre care una colorată în negru, ceară, sursă de căldură două termometre (fiecare având lipită de rezervor câte o plăcuţă metalică – una argintată şi cealaltă	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite(3 grupe), elevii experimentează: - *grupa 1:* transmiterea căldurii prin conducţie, să identifice conductoarele şi a izolatoarele; - *grupa 2:* transmiterea căldurii prin convecţie; - *grupa 3:* transmiterea căldurii prin radiaţie termică; compară temperaturile pentru o plăcuţă metalică – una argintată şi cealaltă neagră; Fişă de activitate experimentală (Anexa 2)..\restructurare curricula\Anexe\Anexe fen termice\fise conducţie.doc;

neagră), suport; şi **cere elevilor să experimenteze:** - *grupa 1:* transmiterea căldurii prin conducţie, să identifice conductoarele şi a izolatoarele; - *grupa 2:* transmiterea căldurii prin convecţie; - *grupa 3:* transmiterea căldurii prin radiaţie termică;	
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile:** - *grupa 1.* Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tijei de aluminiu; În cazul tijei de lemn, picăturile de ceară nu se topesc; - *grupa 2.* În interiorul lichidului se formează curenţi ţi are loc transmiterea căldurii prin convecţie; - *grupa 3.* Corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă; Corpurile de culoare deschisă reflectă lumina;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări; Daţi şi alte exemple de transmitere a căldurii cunoscute şi explicaţi fenomenele ce apar; Corpuri care nu conduc căldura şi aplicaţiile acestora; Imaginaţi un dispozitiv pentru analiza conductibilităţii termice.	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: Dau exemple de transmitere a căldurii cunoscute şi explică fenomenele ce apar; Dau exemple de corpuri care nu conduc căldura şi aplicaţiile acestora (izolatori termici) ;.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv: inducţie. **Scenariul lecţiei: inductiv** . Elevii: 1. sintetizează probele colectate; 2. elaborează o primă explicaţie (o primă regulă de producere a fenomenului); 3. observă exemple şi contraexemple ale explicaţiei; 4. a doua elaborare a regulii (ca ea să convină exemplelor şi să nu contravină contraexemplelor).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** etapei de explorare şi cere elevilor să treacă în tabel temperaturile măsurate pentru corpurile utilizate;	• **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **reunesc într-un tabel comun** timpii şi temperaturile măsurate pentru corpurile puse la dispoziţie;
• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** cu ajutorul tabelului să explice de ce unele corpuri transmit căldura mai repede iar altele aproape de loc;	• **Constată** că: - pentru corpurile prin care se transmite căldura variaţia temperaturii temperatura depinde de natura acestora, iar pentru izolatori temperatura nu se modifică, etc.;
• **Precizează** elevilor că substanţele/ corpurile observate diferă prin modul de transmitere a căldurii; **denumeşte** corpurile conductoare, izolatoare termice şi o **defineşte** această proprietate, conducţie termică, convecţie, radiaţie; apoi **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *în termeni de căldură*;	• **Reformulează constatările**, în termeni de conducţie termică, convecţie, radiaţie; • **Constată** că un corp poate transmite căldura in diferite moduri în funcţie de condiţii, natură, etc.; • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tijei de aluminiu, iar în cazul tijei de lemn, picăturile de ceară nu se topesc, în interiorul

	lichidului se formează curenţi şi are loc transmiterea căldurii prin convecţie, corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, corpurile de culoare deschisă reflectă lumina; • **Formulează enunţul (relaţia, legea)** conducţia termică depinde de natura corpurilor;
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: *Ce este conducţia, convecţia şi radiaţia??* şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;	• **Formulează o explicaţie a fenomenului analizat** : corpurile se clasifica in conductoare termice şi izolatoare termice, conducția, convecţia şi radiaţia sunt fenomenele de transmisie a căldurii prin corpuri!”;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: Analizaţi mecanismul de transmitere a căldurii în solide, lichide, gaze; Ce s-ar întâmpla dacă ar dispărea Soarele? ; Ce este încălzirea globală?.	• **Efectuează tema pentru acasă**: Studiază mecanismul de transmitere a căldurii în solide, lichide, gaze; Explică ce s-ar întâmpla dacă ar dispărea Soarele? ; Definește încălzirea globală, efectele acestea, măsuri de diminuare a efectelor produse de aceasta, etc.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Lecţia 4

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv: deducţie. **Scenariul lecţiei: deductiv**. Elevii: 1. observă o regulă/ o explicaţie a conceptului sau produsului de realizat; 2. creează exemple particulare care convin acestei reguli şi explicitează caracteristici ale exemplelor care sunt sau nu sunt conforme cu regula;

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza altor condiţii de transmitere a căldurii: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? etc.;	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: e) **observă şi optimizează** condiţiile de condiţiile noi de transmitere a căldurii; f) **extind condiţia de** *transmitere a căldurii vara, iarna, la munte la mare, pe diverse planete, în univers, modelând/ explicând ascensiunea curenţilor calzi în atmosferă, brizele de seară şi de dimineaţă, etc.;*
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 5

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecţiei: empiric.** Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Cere elevilor să determine experimental** proprietăţile de transmitere a căldurii prin corpuri solide, lichide (*să verifici dacă corpurile sunt izolatoare*!), să **realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) pe baza condiţiei de transmitere a căldurii, **să distingă/ clasifice** substanţele/ corpurile în funcţie de conductibilitatea termică, să aplice noţiunile însuşite la aliaje, amestecuri de substanţe gazoase si lichide, etc.;	• Organizaţi în grupurile de lucru, elevii: - **măsoară** temperaturile corpurilor ce conduc căldura şi timpii cât durează fenomenele *dar şi pentru corpurile izolatoare*.; - **determină experimental** temperaturile la transmiterea căldurii prin amestecuri de substanţe gazoase şi lichide etc.; - **demonstrează/ aplică** pe baza experimentelor efectuate că nu există izolatoare termice perfecte;
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.;	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru; • **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, sesiuni de comunicări ştiinţifice, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele;
• **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;	Test sumativ, (Anexa 1)..\restructurare curricula\Anexe\Anexe fen termice\test.doc;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.); *Cum se transmite căldura prin corpul vostru?* ;	Studiază transmiterea căldurii prin corpul uman, etc.

Bibliografie:

25. Programa şcolară
26. Fizica –Manual pentru clasa a X-a, Constantin Mantea/Mihaela Garabet
27. Lewis Carroll Epstein – Gândiţi Fizica – Editura All Educational, 2004
28. http://www.youtube.com/watch?v=4JZcS8BCnjM&NR=1
29. http://www.youtube.com/watch?v=FU4Y0wYAaPQ&feature=related
30. http://www.youtube.com/watch?v=v-f1JYpfg-E&feature=relatedhttp://www2.biglobe.ne.jp/~norimari/science/JavaApp/e-JavaP.html
31. http://gilbert.gastebois.pagesperso-orange.fr/java/accueil.htm
32. http://surendranath.tripod.com/Apps.html
33. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html

34. http://iwp2.ncssm.edu/pps/problemList.php
35. http://www.youtube.com/watch?v=quVf-oKkTtM&NR=1
36. http://www.hotcity.ro/social/rubrica/aventuri-urbane/caldura-mare-monser

Unitate de învăţare:X.2.4
Titlul : „Noţiuni termodinamice de bază”
Subtitlu: „Căldura este un agent invizibil. Desigur, invizibil nu înseamnă nedetectabil. Căldura poate fi „văzută ?” “Cum ar fi viaţa fără căldură?”

Doina Petre, Răsleanu Daniela, Lenu Tuţa

: **Clasa: a X-a**

Număr orelor / lecţiilor repartizate: 5

Conţinuturile conceptuale repartizate lecţiei*: Noţiuni termodinamice de bază:* Sistem termodinamic. Stare termodinamică. Parametrii de stare. Proces termodinamic. **Principiul I al termodinamicii**: Lucrul mecanic în termodinamică. Energia internă. Căldura. Transferul căldurii. *Transferul căldurii* prin conducţie, convecţie şi radiaţie termică. Incintă adiabatică. **Echilibru termic**, **Temperatura,**Temperatura empirică. Măsurarea temperaturii. Scară de temperatură;

Model de învăţare asociat unităţii de învăţare: Proiectul

Competenţe specifice (Modelul de predare)

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare – Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie – Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare – Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizat pe o **întrebare deschisă: Căldura poate fi „văzută? Cum ar fi viaţa fără căldură** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, şi anume: *„Atâta timp cât este soarele pe cer există căldură, iar viaţa fără schimb de energie nu e posibilă”. ……*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv: planificare sau anticipare. Scenariul lecţiei: tehnologic. Elevii fac încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează fenomenele	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind fenomenele termice, prea cald, prea rece, izolare

termice în contextul general al fenomenelor din natură: încălzire, răcire, încălzire globală, analiza ştirilor meteo, etc. ;	termică, încălzire globală, etc.;
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: studiul transmiterii căldurii în solide, lichide, şi altele; (2) **construcţii:** *dispozitiv de studiu pentru studiul conducţiei, convecţie şi radiaţiei*; (3) **referate ştiinţifice** explicând**:** *transmiterea căldurii, fenomene meteo natură produse vara în zilele caniculare, studiul echilibrului termic, măsurarea temperaturii, termometre, principiul I al termodinamicii şi aplicaţiile acestuia, etc.* ; (4) **postere, desene, eseuri literare etc.**, evocând noile cunoştinţe, etc.;	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu ştiinţific, eseu plastic sau literar etc.);
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (fenomene termice, procese termice, lucrul mecanic, energie interna, căldură, transmiterea căldurii, temperatură, principiul I ,etc.); cu acest prilej, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* (utilizarea unor instrumente de măsură pentru transmiterea căldurii prin metodele folosite);	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind fenomenele în termeni de fenomen termic, proces , echilibru termic, temperatură, L, U, Q, transmiterea căldurii, principiul I; • **Evocă/ exersează măsurarea** *temperaturii*, şi **transmiterea căldurii** (utilizând corpuri din materiale diverse, solide şi lichide, ceară, sursă de căldură, etc.);
• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat;	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă informaţii de tipul „Ce este?”. *Ce este conducţia, convecţia şi radiaţia?; Ce este încălzirea globală? şi altele.*	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului**. Scenariul lecţiei: experimental**. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate;	• **Evocă informaţiile culese** cu privire la proiectul ales, **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare: - *grupa 1*: tije din materiale diferite (lemn,	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite(3 grupe), elevii: - *grupa 1* **observă** că picăturile de ceară se înmoaie

aluminiu), ceară, cleşte, sursă de căldură, vas cu apă, tije din materiale diferite (lemn, sticlă, aluminiu, cupru) ; - *grupa 2:* spirală de hârtie, suport, lumânare, spirală de hârtie, suport, lumânare, rumeguş; - *grupa 3:* două foi de tablă, dintre care una colorată în negru, ceară, sursă de căldură două termometre (fiecare având lipită de rezervor câte o plăcuţă metalică – una argintată şi cealaltă neagră), suport;	succesiv în funcţie de natura tijelor, **măsoară şi înregistrează**: care picături se topesc primele; - *grupa 2* **observă** că prin lichide şi gaze, căldura se transmite prin convecţie; - *grupa 3* **observă** că prin radiaţie, căldura se propagă şi în lipsa unui mediu între sursă şi receptor, corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, **măsoară şi înregistrează** cu termometrul temperatura plăcuţelor, termometrul aflat în contact cu plăcuţa metalică neagră indică o temperatură mai mare; - **compară temperaturile** pentru o plăcuţă metalică – una argintată şi cealaltă neagră;
• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile:** - *grupa 1* Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tijei de aluminiu; În cazul tijei de lemn, picăturile de ceară nu se topesc; - *grupa 2* În interiorul lichidului se formează curenţi ţi are loc transmiterea căldurii prin convecţie; - *grupa 3* Corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, corpurile de culoare deschisă reflectă lumina;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări; - Daţi şi alte exemple de transmitere a căldurii cunoscute şi explicaţi fenomenele ce apar; - Corpuri care nu conduc căldura şi aplicaţiile acestora; - Imaginaţi un dispozitiv pentru studiul conductibilităţii termice.	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: - Dau exemple de transmitere a căldurii cunoscute şi explică fenomenele ce apar; - Dau exemple de corpuri care nu conduc căldura şi aplicaţiile acestora (izolatori termici) ; - realizează un dispozitiv pentru studiul conductibilităţii termice.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: inducţie. **Scenariul lecţiei: inductiv**. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):

• **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă şi **să distingă un patern** care să explice de ce unele corpuri conduc căldura , iar altele nu;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tijei de aluminiu; în cazul tijei de lemn, picăturile de ceară nu se topesc, - În interiorul lichidului se formează curenţi şi are loc transmiterea căldurii prin convecţie; - Corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, corpurile de culoare deschisă reflectă lumina; lemnul nu conduce căldura;
• **Distribuie elevilor** materiale - tije din materiale diferite (lemn, aluminiu), ceară, cleşte, sursă de căldură, vas cu apă, tije din materiale diferite (lemn, sticlă, aluminiu, cupru) ; spirală de hârtie, suport, lumânare, rumeguş; două foi de tablă, dintre care una colorată în negru, ceară, sursă de căldură două termometre (fiecare având lipită de rezervor câte o plăcuţă metalică – una argintată şi cealaltă neagră), suport; şi **cere elevilor să experimenteze:** transmiterea căldurii prin conducţie, prin convecţie, prin radiaţie termică; şi **cere elevilor**: a) să înregistreze temperatura pentru plăcuţa lucioasă şi pentru cea neagră b) să identifice conductoarele şi a izolatoarele; c) să reprezinte grafic temperaturile (pe ordonată) şi materialul (pe abscisă);	• **Înregistrează** într-un tabel comun temperatura pentru corpurile (substanţele) puse la dispoziţie, incluzând măsurători pentru diferite cantităţi; • **Reprezintă grafic** prin puncte temperaturile (pe ordonată) şi materialul (pe abscisă); pentru materialele utilizate;
• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** cu ajutorul tabelului/ graficului, unele corpuri conduc căldura , iar altele nu;	• **Constată** că: - pentru corpurile prin care se transmite căldura temperatura depinde de natura acestora,iar pentru izolatori temperatura nu se modifică etc.;
• **Precizează** elevilor că substanţele/ corpurile observate diferă prin modul de transmitere a căldurii; **denumeşte** corpurile conductoare, izolatoare termice şi o **defineşte** această proprietate, conducţie termică, convecţie, radiaţie; apoi **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *în termeni de căldură*;	• **Reformulează constatările**, în termeni de conducţie termică, convecţie, radiaţie; • **Constată** că un corp poate transmite căldura in diferite moduri în funcţie de condiţii, natură, etc.; • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tijei de aluminiu, iar în cazul tijei de lemn, picăturile de ceară nu se topesc, în interiorul lichidului se formează curenţi şi are loc transmiterea căldurii prin convecţie, corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, corpurile de culoare deschisă reflectă lumina; • **Formulează enunţul (relaţia, legea)** conducţia termică depinde de natura corpurilor;
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: *Ce este conducţia, convecţia şi radiaţia??* şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;	• **Formulează o explicaţie a fenomenului analizat** : corpurile se clasifica in conductoare termice şi izolatoare termice, conducţia, convecţia şi radiaţia sunt fenomenele de transmisie a căldurii prin corpuri!”;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: Care este mecanismul de transmitere a căldurii în solide, lichide, gaze?; Ce s-ar întâmpla dacă ar dispărea Soarele?;	• **Efectuează tema pentru acasă**: Studiază mecanismul de transmitere a căldurii în solide, lichide, gaze. Explică ce s-ar întâmpla dacă ar dispărea Soarele? Defineşte încălzirea globală, efectele acestea, măsuri de diminuare a efectelor produse de aceasta, etc.

Ce este încălzirea globală?.	

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Lecţia 4

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv: deducţie. **Scenariul lecţiei: deductiv.** Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în evaluarea a produselor realizate, a procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este acest model potrivit pentru tema aleasă? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? etc.;	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: g) **observă şi optimizează** condiţiile de condiţiile noi de transmitere a căldurii; h) **extind condiţia de** *transmitere a căldurii vara, iarna, la munte la mare, pe diverse planete, în univers, modelând/ explicând ascensiunea curenţilor calzi în atmosferă, brizele de seară şi de dimineaţă, etc.;*
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 5

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecţiei: empiric.** Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Cere elevilor să determine experimental** proprietăţile de transmitere a căldurii prin corpuri solide, lichide (*să verifici dacă corpurile sunt izolatoare*!), să **realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) pe baza condiţiei de transmitere a căldurii, **să distingă/ clasifice** substanţele/	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **determină experimental** temperaturile la transmiterea căldurii prin amestecuri de substanţe gazoase şi lichide etc.; - **demonstrează/ aplică** pe baza experimentelor efectuate că nu există izolatoare termice perfecte;

corpurile în funcţie de conductibilitatea termică, să aplice noţiunile însuşite la aliaje, amestecuri de substanţe gazoase si lichide, etc.;	
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară), etc.;	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru; • **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, sesiuni de comunicări ştiinţifice, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele;
• **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;	Test sumativ, Fişă de activitate experimentală ..\vacanta restr. curricula\Anexe\Anexe fen termice\fişă transformarisimple.doc(Anexa)
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.); *Cum se transmite căldura prin corpul vostru?*.	Studiază transmiterea căldurii prin corpul uman; etc.

Bibliografie:

37. Programa şcolară;
38. Fizica –Manual pentru clasa a X-a, Constantin Mantea/Mihaela Garabet
39. Lewis Carroll Epstein – Gândiţi Fizica – Editura All Educational, 2004;
40. http://www.youtube.com/watch?v=4JZcS8BCnjM&NR=1;
41. http://www.youtube.com/watch?v=FU4Y0wYAaPQ&feature=related;
42. http://www.youtube.com/watch?v=v-f1JYpfg-E&feature=relatedhttp://www2.biglobe.ne.jp/~norimari/science/JavaApp/e-JavaP.html;
43. http://gilbert.gastebois.pagesperso-orange.fr/java/accueil.htm;
44. http://surendranath.tripod.com/Apps.html;
45. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html;
46. http://iwp2.ncssm.edu/pps/problemList.php;
47. http://www.youtube.com/watch?v=quVf-oKkTtM&NR=1.

Unitatea de învăţare: X.3
Principiul I al termodinamicii

sau

„Cum putem explica de ce în oraşele de pe malul mării clima nu are variaţii mari de temperatură?”

Doina Petre

Clasa: a X-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **5**

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Principiul I al termodinamicii. Lucrul mecanic. Energia internă. Căldura. Consecinţe ale principiului I al termodinamicii: Coeficienţii calorici ai gazelor ideale. Relaţia Robert Mayer. (Programa de fizică pentru clasa a X-a).

Modelul de învăţare asociat: **EXERCIŢIUL**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: *„De ce în oraşele de pe malul mării clima nu are variaţii mari de temperatură?*

Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către modalităţile *de modificare a temperaturii unui sistem termodinamic atunci când acesta schimbă căldură cu mediul exterior şi determinarea cantitativă a acesteia cunoscând căldurile specifice.* Elevii devin capabili *de a arăta că verile sunt mai puţin toride iar iernile mai blânde şi de a verifica experimental aceste variaţii lente ale temperaturii.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;

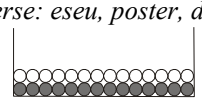
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	

• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): Prezintă exemple din viaţa cotidiană de fenomene termice, evidenţiind schimbul de energie dintre acestea şi mediul exterior pornind de la întrebarea cheie: *„Cum putem explica de ce în oraşele de pe malul mării clima nu are variaţii mari de temperatură?”* • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (definirea elementelor caracteristice mişcării termice şi sistemului) etc., precum şi norme de protecţia muncii în laborator);	• **Evocă** observaţii proprii, **comunică răspunsurile** în clasă: - **Recunosc** mişcările termice în exemplele prezentate; - **Identifică** şi **definesc** caracteristicile mişcării termice; - **Identifică** şi **definesc** sistem termodinamic, parametrii de stare; stări termodinamice; procese termodinamice, lucrul mecanic, căldura, energia internă;
• **Comunică scopul prelegerii**: identificarea şi definirea schimbului de energie dintre sistemul termodinamic şi mediul exterior; **cere elevilor să realizeze** o analogie pentru energia mecanică;	• **Evocă** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, şi pe tablă); **Definesc şi deosebesc între**: sisteme închise - deschise; izolate - neizolate şi lucrul mecanic în termodinamică şi mecanică; ca urmare a interacţiunii dintre sistemul termodinamic şi mediul exterior poate avea loc un transfer de energie, cu excepţia sistemelor izolate;
• **Solicită elevilor** să descrie şi să reprezinte printr-un desen schimbul de energie în timpul unui proces al sistemului termodinamic; să identifice transformarea şi conservarea energiei în timpul procesului termodinamic; • **Defineşte (operaţional)** expresia matematică generală a primului principiu al termodinamicii; • **Extinde** cerinţa pentru cazuri particulare; • **Cere elevilor** să deducă din expresia primului principiu al termodinamicii lucrul mecanic, energia internă şi căldura pentru cazurile particulare;	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen); • **Determină** formulele, **modelează,** utilizând cunoştinţele despre lucrul mecanic şi căldura care deşi au dimensiunile unei energii, ele nu sunt *forme de energie*, ci *forme de schimb de energie* şi nu sunt echivalente. *Lucrul mecanic* este o formă macrofizică (ordonată) de transmitere a energiei de la un sistem la altul, în timp ce *căldura* este o formă microfizică (neordonată) de transmitere a energiei. *Energia internă a unui sistem este o mărime de stare, dar cantitatea de căldură şi lucrul mecanic sunt mărimi de proces;* • **Analizează** enunţul principiului I al termodinamicii; $Q = \Delta U + L$ şi arată că **reprezintă** schimbul de energie în timpul unui proces oarecare a sistemului termodinamic şi **extind** reprezentările pentru sistemele izolate mecanic, termic şi ciclice; scriu expresia primului principiu al termodinamicii în aceste cazuri;  1. $L = 0 \Rightarrow Q = \Delta U$ (izolat mecanic) 2. $Q = 0 \Rightarrow L = -\Delta U$ (izolat termic-adiabatic) 3. $\Delta U = 0 \Rightarrow Q = L$ (ciclic) !!!! • **Identifică** în cazul 3 imposibilitatea transformării integrale a căldurii în lucru mecanic (perpetuum mobile de speţa I (Q = L);
• **Defineşte (operaţional)** că principiul I al termodinamicii este o lege de variaţie şi de conservare a energiei unui sistem termodinamic;	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe grafic): $\Delta U = Q - L$ din această ecuaţia primului principiu rezultă că variaţia energiei interne a sistemului este egală cu diferenţa dintre cantitatea de căldură schimbată de sistem cu mediul înconjurător şi lucrul mecanic efectuat asupra sistemului (sau de către sistem către exterior), energia se conservă *etc.;*

• **Cere elevilor** să realizeze o analogie cu legile de conservare din mecanică;	**Formulează** (în perechi) **şi comunică concluzii** (notate pe caiete): *transformări ale lucrului mecanic în căldură se întâlnesc în toate fenomenele de frecare între corpuri, la transformarea lucrului mecanic în energie electrică şi apoi în căldură prin efect Joule etc.;*
• **Propune elevilor** să găsească o analogie între principiul I al termodinamicii ca o lege de variaţie şi de conservare a energiei unui sistem termodinamic şi variaţia şi conservarea energiei *la comprimarea şi dilatarea gazelor;* **Orientează** gândirea elevilor spre a găsi *insuficienţele primului principiu al termodinamicii: Q=L!!!!., nu se poate aplica la transformări reversibile, etc.;*	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *explică de ce gazele şi lichidele lăsate libere tind întotdeauna să se amestece, nu să se separe; sarea se dizolvă în apă, dar o soluţie de sare în apă nu se separă de la sine în sare pură şi apă pură, din punctul de vedere al primului principiu al termodinamicii, este posibilă în transformarea energiei mecanice în energie internă cât şi a energiei interne (integral) în energie mecanică, cu condiţia ca suma dintre energiile mecanice şi internă să rămână constantă, căldura se transformă integral în lucrul mecanic etc. fenomene ce nu sunt verificate experimental etc.;*
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[10]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [11];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• ***Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă*** *(ca temă pentru acasă), cerându-le să explice* ***insuficienţele primului principiu al termodinamicii din exemplele:*** *1. să presupunem că într-un vas avem două rânduri de bile identice ca masă şi dimensiuni, dar având culori diferite, ce observaţi după ce agitaţi vasul?, explicaţi fenomenul;* *2. Energia electrică se poate transforma în energie internă prin creare de căldură, dar invers?*	• ***Efectuează tema pentru acasă*** *(având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.):*   *1. Deci, prin agitarea vasului aranjarea ordonată a bilelor trece într-o aranjare dezordonată. În ciocnirile neelastice energia mecanică se transformă în energie internă (spunem energie internă şi nu căldură deoarece căldura care apare constituie variaţie de energie internă a corpurilor care se ciocnesc şi a mediului înconjurător), dar această energie nu ar putea fi transformată integral în energie mecanică. De fapt, transformarea energiei mecanice în energie internă este un proces de trecere a unui ansamblu de particule de la o stare cu probabilitatea termodinamică mai mică la*

[10] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[11] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

	starea cu probabilitate mai mare; are loc trecerea de la o mişcare dirijată a particulelor la o mişcare dezordonată, haotică a acestora. din punctul de vedere al primului principiu al termodinamicii, este posibilă atât transformarea energiei mecanice în energie internă cât şi a energiei interne (integral) în energie mecanică, cu condiţia ca suma dintre energiile mecanice şi internă să rămână constantă. 2. Energia electrică se poate transforma în energie internă prin creare de căldură, dar transformarea inversă nu poate avea loc integral.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *ipoteze privind transferul de căldură, caracterizarea cantitativă a acestuia se face folosind mărimi fizice numite coeficienţi calorici;*	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete); Schimbul de căldură se face pentru toate corpurile fizice neizolate şi mediul exterior de la corpul rece la cel cald;
• **Revine** la întrebarea iniţială „Cum putem explica de ce în oraşele de pe malul mării clima nu are variaţii mari de temperatură?” la căldura transferată, defineşte coeficienţii calorici şi **cere elevilor** să deducă formulele acestora;	• **Definesc:** Coeficienţii calorici sunt mărimi fizice scalare care arată cum se modifică temperatura unui sistem termodinamic atunci când acesta schimbă căldura cu mediul exterior şi **scriu** formulele: ***- Capacitatea calorică*** $C = \frac{Q}{\Delta T}$. $\langle C \rangle_{SI} = \frac{J}{K}$ ***- Căldura specifică*** $c = \frac{Q}{m\Delta T}$ $\langle c \rangle_{SI} = \frac{J}{kg \cdot k}$.

	- ***Căldura molară*** $C = \frac{Q}{\nu \Delta T} \quad (C)_{SI} = \frac{J}{kmol \cdot K}$ • **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** la întrebarea iniţială: apa are căldură specifică mai mare decât a aerului, deci apa se încălzeşte – răceşte mai greu ca aerul;
• **Cere elevilor** să definească coeficienţii calorici pentru transformări la volum şi presiune constante; să distingă deosebirile dintre aceştia;	• **Definesc:** C_v, C_p şi c_v şi c_p; • **Formulează** ipoteze (în perechi) şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - la gaze $C_p > C_v$ - la solide şi lichide $C_p \approx C_v$ - valorile coeficienţilor calorici depind de procesul prin care are loc schimbul de căldură cu exteriorul;
• **Prezintă relaţia** Robert Mayer ca relaţie de legătură dintre căldurile molare pentru procesele la volum şi presiune constantă şi cere elevilor să deduce relaţia Robert Mayer cu călduri specifice;	• **Deduc** formula Robert Mayer folosind: $C_p - C_v = R$, $Q = \Delta U + L$ şi $C = \mu \cdot R$, deduc: $\mathbf{c_v - c_p = R/\mu}$
• **Cere elevilor să scrie** ecuaţia calorică de stare şi **să definească** căldura molară pentru procese la volum şi presiune constantă; **să deducă** formulele variaţia energiei pentru transformările studiate în cazul gazelor monoatomice şi biatomice**; să determine valorile** pentru căldura molară în procese la volum şi presiune constantă;	• **Definesc:** ecuaţia termică de stare: U=U(V,T) sau U=U(p,V) sau U=U(p,T); ecuaţia calorică de stare pentru gazul ideal: $U = \frac{3}{2}\nu RT$ • **Formulează concluzii:** energia internă nu depinde de presiune şi volum; ecuaţia calorică de stare valabilă pentru gazele monoatomice este; $U=3/2 \cdot \upsilon \cdot R \cdot T$; • **Deduc formula** căldurii molare pentru gaze biatomice pornind de la ecuaţia calorică de stare: 1. transformare izocoră: $C_V=1/\upsilon \cdot \Delta U/\Delta T$, $U = \frac{3}{2}\nu RT$ $\mathbf{C_V=3/2 \cdot R;}$ 2. transformare izobară: analog se găseşte: $\mathbf{Cp}= 5/\mathbf{2 \cdot R}$ • **Compară formulele** pentru ce două tipuri de gaze;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **să deducă** formulele pentru lucrul mecanic, variaţia energiei şi căldura pentru procesele transformările studiate pentru gazele poliatomice; să definească raportul dintre C_V şi Cp, să prezinte şi alte aplicaţii ale primului principiu al termodinamicii;	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: machete, materiale filmate, desene, demonstraţii). **Deduc: $C_V = i/2 \cdot R$; $Cp = (i+2)/2 \cdot R$** **Definesc: C_V / Cp** ca fiind este o constantă caracteristică gazului: - monoatomic: **$Cp/ C_V = 5/3 = 1.667$** - biatomic: **$Cp/ C_V = 7/5 = 1,4$**

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): definiţii operaţionale ale ecuaţiei calorice de stare, coeficienţi calorici pentru procese diferite; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
Cere elevilor să definească ecuaţia calorică de stare şi căldura molară pentru procese la volum şi presiune constantă; **să deducă** formulele variaţiei energiei pentru transformările studiate în cazul gazelor monoatomice şi biatomice**; să determine valorile** pentru căldura molară în procese la volum şi presiune constantă;	• **Definesc:** ecuaţia termică de stare: U=U(V,T) sau U=U(p,V) sau U=U(p,T); ecuaţia calorică de stare pentru gazul ideal monoatomic: $U=3/2\cdot\upsilon\cdot R\cdot T$ • **Formulează concluzii:** energia internă nu depinde de presiune şi volum; ecuaţia calorică de stare valabilă pentru gazele monoatomice este; $U=3/2\cdot\upsilon\cdot R\cdot T$; • **Deduc formula** căldurii molare pentru gaze biatomice pornind de la ecuaţia calorică de stare: - transformare izocoră: $C_V=1/\upsilon\cdot\Delta U/\Delta T$, $U=\frac{3}{2}\nu RT$ **$C_V=3/2\cdot R$;** - transformare izobară: **Cp**= 5**/2·R** **Compară formulele** pentru ce două tipuri de gaze;
• **Favorizează deducerea** coeficienţilor pentru gazele politrope, **şi cere elevilor**: - să definească gradele de libertate şi numărul acestora pentru gazele monoatomice, biatomice; - să deducă energia internă şi coeficienţii calorici pentru gazul politrop; - să observe cum se modifică valorile acestora pentru gazele monoatomice, biatomice şi poliatomice; - să generalizeze deducţiile pentru gazele poliatomice;	• **Formulează** (în perechi) constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - defineşte *gradele de libertate (i)* ale unei particule oricare: parametru care caracterizează poziţia particulei şi care se poate modifica independent în timp, i=3, 5, 7, pentru gazul monoatomic, biatomic, poliatomic etc.; - scrie *ecuaţia termică de stare* pentru ***i*** grade de libertate: $U = i/2\cdot\upsilon\cdot R\cdot T$, unde i=3, 5, 7 pentru gazul monoatomic, biatomic, poliatomic; - **generalizând**, au coeficienţii calorici pentru gazul cu i grade de libertate au expresiile: - $C_V=i/2\cdot R$; $Cp= (i+2)/2\cdot R$ - $Cp > C_V$ - $Cp/C_V =(i+2)/i$
• **Cere elevilor:** - **să explice** de ce se construiesc sobele din fontă şi nu din aluminiu? - de ce la începutul verii apa mării e mai rece decât aerul, iar la sfârşitul verii e mai caldă ca aerul?	***Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):* - *fonta are căldură specifică mai mare deci se răceşte mai încet decât aluminiu;* - *apa are căldura specifică mai mare ca aerul, deci se răceşte mai greu decât aerul;*

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să descrie, de exemplu a) **cere elevilor:** să analizeze *energetic* ce se întâmplă cu temperatura a două corpuri de aceiaşi greutate dacă primesc aceiaşi căldură?; b) să identifice corpuri din natură care au călduri specifice foarte mari şi respectiv foarte mici;	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

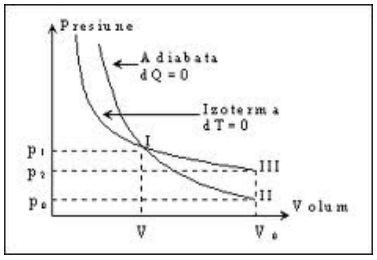
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): definirea transformării adiabatice, aplicarea primului principiu al termodinamicii pentru deducerea formulelor pentru lucrul mecanic, căldura şi energia internă pentru procesele izocor, izobar, izoterm şi adiabatic;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, eseuri, referate, machete şi **evocă** aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *privind aplicarea primului principiu al termodinamicii pentru procesele izocor, izobar, izoterm şi adiabatic;*
• **Defineşte** transformarea adiabatică, modul de variaţie a presiunii cu temperatura şi cere elevilor să deducă legea acesteia;	• **Elevii deduc** legea lui Poisson: $PV^{\gamma} = const.$
• **Implică elevii,** organizaţi pe grupe, în deducerea pentru: : - **Grupa I**: lucrul mecanic, căldura şi energia internă în procesul izocor; - **Grupa II**: lucrul mecanic, căldura şi energia internă în procesul izobar; - **Grupa III**: lucrul mecanic, căldura şi energia internă în procesul izoterm;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă, pe tablă, *formulele pentru lucrul mecanic, căldura şi energia internă pentru procesele izocor, izobar, izoterm şi adiabatic etc.,;* - **Grupa I:** $L=0$, $Q = \Delta U = \nu C_v \Delta T$ - **Grupa II:** $L = p\Delta V = p(V_2 - V_1)$ $Q = \nu C_p \Delta T$ $\Delta U = \nu C_v \Delta T$

- **Grupa IV**: legea transformării (Poisson), lucrul mecanic, căldura şi energia internă în procesul adiabatic;	- **Grupa III:** $L = Q = \nu RTlnV_2/V_1$ $\Delta U = 0$ - **Grupa IV:** $Q=0$ $L = -\Delta U$ $\Delta U = \nu C_v \Delta T$ $L = -\nu C_v \Delta T$
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: - să reprezinte grafic legea transformării adiabatice şi izoterme şi să explice diferenţa dintre cele doua pante?;	• **Efectuează tema pentru acasă.** 

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): relaţia dintre echilibrul mecanic şi energia potenţială; şi **cere elevilor** să întocmească un tabel în care să fie trecute pe coloane Q, L, ΔU, expresia primului principiu, iar pe linii tipul transformării;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi prezintă tabelul realizat în clasă;
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[12];	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;

[12] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite)

<table>
<tr>
<td>• Anunţă verificarea orală/ testul scris pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;</td>
<td>
<table>
<tr><th>Nr. crt.</th><th>Tipul transf.</th><th>ΔU</th><th>Q</th><th>L</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Izotermă</td><td>ΔU=Q-L</td><td>Q=υRTln V_2/V_1</td><td>L= υRTln V_2/V_1</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Izocoră</td><td>ΔU=Q-L</td><td>Q_v=υC_vΔT</td><td>L=0</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Izobară</td><td>ΔU=Q-L</td><td>Q_p=υC_pΔT</td><td>L= υRΔT</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Adiabatică</td><td>ΔU=Q-L</td><td>Q=0</td><td>L= υC_vΔT</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr>
<td>• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.</td>
<td>• *Îşi propun să expună produsele realizate în expoziţii şcolare, să prezinte rezultatele activităţilor experimentale în cadrul unor sesiuni de comunicare</td>
</tr>
</table>

Bibliografie:

5. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
6. Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
7. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
8. www.physicsclassroom.com
9. http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
10. Hristev, A., *Mecanică şi Acustică*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1982;
11. Creţu, T., *Fizică Curs Universitar*, Editura Tehnică, Bucureşti 1996.
12. http://surendranath.tripod.com/Apps.html;
13. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html;
14. http://iwp2.ncssm.edu/pps/problemList.php;
15. http://www.youtube.com/watch?v=quVf-oKkTtM&NR=1.

---

corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

9. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
10. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
11. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
12. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: X.4.1
Principiul al II-lea al termodinamicii - Motoare termice

sau

„Presupunem că se poate atinge temperatura 0° K. În aceste condiţii putem construi un perpetuum mobile de speţa a doua?”

Doina Petre

Clasa: a X-a
Număr orelor / lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturile conceptuale repartizate lecţiei: 1.6. ***Motoare termice. Randament:*** Motorul Carnot, Motorul Otto, Motorul Diesel, Motorul cu reacţie. **1.7.** ***Principiul al II-lea al termodinamicii:*** Transformare ciclică monotermă, Transformare ciclică bitermă, Randamentul maşinilor termice, Formularea Thomson a principiului al II-lea, Formularea Clausius a principiului al II-lea.
Model de învăţare asociat unităţii de învăţare: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei; „Călătorind prin lume cu .....maşina ” sau “Cu motorul….uman”
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii:
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor: 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea Rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele rezolvării de probleme** (definind competenţe specifice), ca o succesiune lecţii declanşate de „sesizarea unei probleme autentice, din viaţa reală” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor rezolvării problemei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea mijloacelor* (elevii dezvoltă noile cunoştinţe, analizând reuşitele parţiale ale acţiunilor lor, prin analogie cu modele deja exersate).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de întrebarea cheie a temei: ***„Presupunem că se poate atinge temperatura 0°K. În aceste condiţii putem construi un perpetuum mobile de speţa a doua?”!***

Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către *identificarea modalităţilor de atingere a temperaturii de* ***0°K*** *şi către* distincţia dintre *motorul real şi un perpetuum mobile de speţa a doua (ca un motor ideal) precum şi ideea de construcţie a acestuia utilizând un ciclu Carnot cu* $T_2 = 0$*;*

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează motoarele termice într-un concept mai cuprinzător (fenomene termice,	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind: - fenomene termice observate în natură, principiul I al

principiul I al termodinamicii: enunţ, consecinţe, surse d căldură, echilibrul termic, transferul căldurii);	termodinamicii: enunţ, consecinţe, surse de căldură, echilibrul termic, transferul căldurii; - motoare termice utilizate personal sau folosite în familie, necesitatea condiţiei de echilibru termic în activitatea zilnică etc.;
• **Evocă întrebarea de investigat**: ***„Presupunem că se poate atinge temperatura 0°K. În aceste condiţii putem constr un perpetuum mobile de speţa a doua?”!*** - „ Ce consecinţă a principiului I nu se verifică în practică şi nici experimental? !” - cere elevilor să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebarea, privind, aplicarea principiului I termodinamicii la transformările ciclice, transformarea căldurii, etc., în natură şi în practică nu există transformări ciclice monoterme (perpetuum mobile de speţa I);	• **Formulează ipoteze (răspunsuri) la:** - „probabil” că există şi alte formulări ale principiului al II-lea”; - mersul cu maşina e mai comod, dar mersul pe jos e mai sănătos, caută şi noi aplicaţii ale principiului I; - nu există perpetuum mobile, existenţa diferitelor transformări ciclice în natură şi altele;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură: termometru, cilindru gradat pentru măsurarea volumului etc., norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă/ exersează** modul de transfer al căldurii de la corpul rece la corpul cald (utilizând materiale de care dispun şi metodele cunoscute);
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor formulate de ei; orientează gândirea elevilor către identificarea proprietăţilor fizice: -** L, ΔU, Q schimb de energie, conservarea energiei , transformare ciclică) care disting ipotezele formulate, identifică *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* (utilizarea unor metode si mijloace rudimentare de transfer ai căldurii, izolare termică, de formularea principiilor termodinamicii, a transformărilor gazelor, etc.);	• **Disting situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica:** consecinţele şi aplicarea principiului I (Q=L=O, Q=L >0, Q=L<0); realizarea practică a izolării termice pentru diferite procese termodinamice utilizând materiale ce le au la îndemână, pahare plastic, dopuri, termometre, pentru sisteme termodinamice diferite alese de ei, etc.; • Alcătuiesc grupuri de lucru în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe; • **Menţionează că:** L, ΔU, Q schimb de energie, conservarea energiei , transformare ciclică şi reformulează ipotezele formulate anterior: despre formulări ale principiului al II-lea, perpetuum mobile, transformări ciclice, transformări ciclice din natură, etc.; • **Evocă/ exersează** echivalenţa pentru cele două formulări ale principiului al II-lea, fenomene ciclice în natură, verifică diferite moduri de conservare a energiei, transfer al căldurii: termos, frigider şi altele cunoscute sa utilizate de ei;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[13]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a***	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini

[13] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

rezultatelor finale ale elevilor (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[14]	personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselo pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele d lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele; 4. dau exemple de aplicaţii practice utilizate personal (pompe de căldură);
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificare ipotezelor, să extragă informaţii de tipul: Ce este un perpetuum mobile de speţa I şi II?; De ce mersul cu maşina e mai comod, dar mersul pe jos e mai sănătos? *Ce fenomene se produc când fierbe apa într-un vas sub presiune?*	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):;	
• **Oferă elevilor materiale pentru experimentare** (apă, vas, pistoane, carton, sursă căldură, termometre, cilindru gradat, corpuri cu masa marcată; cântar sau balanţă cu etaloane de masă) şi **cere elevilor să experimenteze** (eventual, să verifice ideea că Q≠L, SI câtă căldură se transformă în lucrul mecanic şi apoi să determine randamentul;	• **Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii:** - **observă** condiţiile de realizare, s-a realizat un motor cu ardere externă, simplitatea transformărilor, de pierderile de căldură, combustibilul utilizat; - **măsoară şi înregistrează**: temperatura, volumul de apă, timpul;. - **observă, măsoară şi înregistrează**: ca apa fierbe, pistonul se ridică, măsoară distanţa pe care să deplasat pistonul; - **compară** deplasarea pistonului dacă pe piston se aşează o masă m, determină randamentul în cele doua

[14] **Protocolul de evaluare** privesc: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

	situaţii şi compară rezultatele;
• **Cere elevilor să comunice observaţiile;** referitoare la randament, la tipul transformării şi să facă comparaţii cu motorul Carnot, Otto sau Diesel;	• **Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observaţiile privind**: randamentul pentru fiecare grupă si pentru cele două cazuri(piston şi piston cu masa m); • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, să conceapă experimente pentru a răspunde la un set de întrebări; *1. Utilizând corpuri cu stări diferite de încălzire, putem obţine lucru mecanic?*; *2. Este simplu de construit un motor?*; *3. Care este rolul savanţilor români la dezvoltarea motoarelor termice?*; *4. Ce ştiţi despre Coandă şi motorul cu reacţie?; 5. Ce impact produc motoarele prin poluarea marilor oraşe şi urmările acesteia, etc.*;. *6. „De la Vlaicu, Vuia la Coandă!”*; *7. Cum este influenţat viitorul de descoperirile trecutului?* ; *8. Mai prezintă interes motoarele termice pentru noi? Dacă da , care? Şi de ce?*	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări; *Posibile răspunsuri:* *1. Este un motor prea simplu, materialele utilizate sunt de o anume calitate, căldura transformată este prea mică, lucrul mecanic obţinut este prea mic, randamentul foarte mic, este un exemplu pentru studiu principiilor termodinamice;* *2. Este un mod de a constata câte studii, încercări, verificări,...sunt necesare pentru o obţine un motor performant, utilizabil. A crescut curiozitatea de a aprofunda temele.*

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **reunesc într-un tabel comun** masele şi volumele măsurate pentru corpurile puse la dispoziţie, incluzând măsurătorile pentru apă şi adaugă o coloană a rapoartelor masă/ volum;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **şi cere elevilor să distingă un patern (model, regulă))** cu ajutorul tabelului/ graficului privind raportul L /Q: *- să explice ce reprezintă panta dreptei;* *- să explice valorile diferite obţinute pe grupe;* *- să calculeze erorile şi să precizeze sursele;* *- de ce pentru anumite valori ale masei corpului aşezat pe piston acesta nu se mai ridică?*	• **Constată că:** - există puncte pe grafic care sunt departe de dreapta obţinută; - erori de măsurare, erori grosolane; - panta este egală cu raportul dintre L şi Q şi reprezintă randamentul; - calculează erorile; - iar rezultatul se scrie sub forma: $\eta = \tilde{\eta} \pm \Delta \tilde{\eta}$; - pistonul nu se ridică deoarece Q<< L;
• **Cere elevilor să** reprezinte grafic prin puncte valorile pentru randament în cazul motorului	• **Constată** că: *1. panta dreptei reprezintă randamentul; 2. pentru pante*

studiat;	*mici randamentul creşte, 3. randamentul dispozitivului depinde de sursa de căldură, de modul de realizare a dispozitivului, ci de temperaturile celor două surse, deprinderile experimentatorilor, **de materialul** din care sunt alcătuite (natura substanţei şi calitatea); 4. pistonul se ridică deoarece forţa aburului acţionează de jos în sus;5. dacă masa pistonului este mărită aşezând un corp de masă m constată că pistonul se ridică mai puţin, deci randamentul este foarte mic;*
• **Precizează elevilor că** diferă raportul dintre lucrul mecanic şi căldura, de la grupă la grupă şi că depinde de precizia măsurătorilor, doar de temperaturile sursei calde şi sursei reci, **denumeşte** acest raport ca fiind randamentul dispozitivului, **defineşte randamentul** ca fiind raportul dintre lucrul mecanic efectuat şi căldura consumată; apoi **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *folosind termenul de randament ;* şi **să reţină** că randamentul depinde doar de temperatura celor două surse (flacăra şi apa rece);	• **Reformulează constatările,** în termeni de: *randament*; • **Constată** că un corp cu masă mare poate avea totuşi o densitate mică; • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: căldura trece de la sine de la corpul cald la cel rece; • **Formulează enunţul (relaţia, legea)** conform căreia, randamentul depinde doar de temperatura sursei calde şi reci;
• **Cere elevilor să revină** la exclamaţia iniţială: „**Să călătorim prin lume cu.....!"** şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a alegerii mijloacelor de călătorie, cum funcţionează motorul ales;	• **Formulează un argument la mirarea iniţială:** să călătorim? cu ce?, *alege din multitudinea de mijloace cu care ar călători virtual prin lume, motivează alegerea (tipul maşinii, puterea, viteza atinsă, siguranţa, imaginează un itinerar, costuri , etc.)* ;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă); *1. Care sunt deosebirile dintre motorul realizat de elevi şi cel în 4 timpi? 2. Care sunt deosebirile dintre motoarele Otto şi Diesel? 3. Ce ştiţi de spre motorul cu reacţie? despre Henri Coandă? 4. De ce nu sunt folosite motoare puternice cu apă? 5. Care credeţi că sunt cele mai bune maşini? Explicaţi de ce? 6. Cum vă imaginaţi maşina viitorului?*	• **Efectuează tema pentru acasă.**

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;

• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Oferă elevilor materiale pentru experimentare,** implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza condiţiilor de funcţionare a motoarelor termice: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: i) **optimizează** condiţiile pentru obţinerea unui randament cât mai bun: dacă temperatura sursei reci este mult mai mică decât a cele reci creşte randamentul; j) **extind condiţia de** creştere a randamentului prin izolare termică a dispozitivului realizat, etc.; k) **calculează randamentul**: $\eta=L/Q$ pentru cele cazuri; l) **demonstrează experimental** că nu există motor termic care să aibă randamentul egal cu cel al motorului Carnot; e) verifică legile Carnot: $\eta_C > \eta$; depinde doar de temperaturile celor două surse;
• **Cere elevilor să determine experimental** *condiţiile de creştere a randamentului unui motor termic;* să **realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) privind viitorul maşinilor moderne, **să distingă/ clasifice** motoarele termice în funcţie de natura combustibilului, de construcţie, de randament, să aplice noţiunile însuşite la motoarele cu reacţie etc.;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **determină experimental/ demonstrează/ aplică**: - **calculează randamentul**: $\eta=L/Q$ pentru cele cazuri; - **demonstrează experimental** că nu există motor termic care să aibă randamentul egal cu cel al motorului Carnot ; verifică legile Carnot: $\eta_C > \eta$; depinde doar de temperaturile celor două surse; • **Revine la întrebarea cheie,** definesc perpetuum mobile de speţa a doua şi arată că este posibilă *ideea de construcţie a acestuia dacă se utilizează un ciclu Carnot cu* $T_2 = 0$*;*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final : cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, tipul de produs care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Negociază în grup conţinutul şi structura** raportului final, convin modalitatea de prezentare (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
• **Cere elevilor să determine experimental** randamentul maşinii termice realizate experimental utilizând in loc de apă soluţie de sare (saramură). *Prin determinarea randamentului maşinii termice în noile condiţii poţi să verifici că acesta nu depinde decât de temperaturile celor 2 surse şi nu cum este alcătuit*!), să **realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) pe baza noilor motoare termice, **să distingă/ clasifice** motoarele după randament, pistoane, combustibili etc.;	• *Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **determină experimental/ demonstrează/ aplică**:* - *randamentul maşinii termice realizate experimental utilizând in loc de apă soluţie de sare (saramură);* - *randamentului maşinii termice în noile condiţii poţi să verifici că acesta nu depinde decât de temperaturile celor 2 surse şi nu cum este alcătuit! etc.;* - *imaginează maşina viitorului, etc.;* - *pe baza randamentului alcătuieşte o clasificare a motoarelor;*
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[15];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	teste - fişe de lucru\Test motoare-pr.II.doc teste - fişe de lucru\test motor termic.doc teste - fişe de lucru\fişă de lucru motoare.doc;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc. - Studiaţi funcţionarea motorului cu reacţie, motorul utilizat la motociclete, bărci, etc. - *„Motorul termic... uman!”*	• ****Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.*

[15] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe” şi „abilităţi” (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

13. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
14. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
15. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
16. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Bibliografie:

1. Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
2. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
3. Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
4. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
5. Principiul al II-lea al termodinamicii
6. http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1h3.html
7. http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1h3.html
8. http://iulia-andrada.blogspot.com/2011/01/principiul-al-ii-lea-al-termodinamicii.html
9. Motor in 4 timpi
10. http://www.youtube.com/watch?v=6-udN4cZ6HU&feature=related - Otto
11. http://www.youtube.com/watch?v=LEOunrS9oXY - Otto
12. http://video.e-transport.ro/HfOmJR1ZnMo/Asamblare_si_functionare_motor_diesel.html
13. http://www.youtube.com/watch?v=IJGWCSK2jYk
14. Motor in 2 timpi
15. http://www.youtube.com/watch?v=4w0HfDplPGw&feature=related

Unitatea de învăţare: X.4.2
Principiul al II-lea al termodinamicii. Motoare termice

sau

„Presupunem că se poate atinge temperatura 0° K. În aceste condiţii putem construi un perpetuum mobile de speţa a doua?”

Doina Petre

Clasa: a X-a
Număr orelor / lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturile conceptuale repartizate lecţiei: **1.6.** ***Motoare termice. Randament:*** Motorul Carnot, Motorul Otto, Motorul Diesel, Motorul cu reacţie. **1.7.** ***Principiul al II-lea al termodinamicii:*** Transformare ciclică monotermă, Transformare ciclică bitermă, Randamentul maşinilor termice, Formularea Thomson a principiului al II-lea, Formularea Clausius a principiului al II-lea.
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimenta	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realiza preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (d învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele rezolvării de probleme** (definind competenţe specifice), ca o succesiune lecţii declanşate de „sesizarea unei probleme autentice, din viaţa reală” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor rezolvării problemei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea mijloacelor* (elevii dezvoltă noile cunoştinţe, analizând reuşitele parţiale ale acţiunilor lor, prin analogie cu modele deja exersate).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de întrebarea cheie a temei: ***„Presupunem că se poate atinge temperatura 0 °K. În aceste condiţii putem construi un perpetuum mobile de speţa a doua?”!***
Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către *identificarea modalităţilor de atingere a temperaturii de* ***0 °K*** *şi către* distincţia dintre *motorul real şi un perpetuum mobile de speţa a doua (ca un motor ideal) precum şi ideea de construcţie a acestuia utilizând un ciclu Carnot cu* $T_2 = 0$*;*

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă)pornind de la întrebarea cheie a temei: ***„Presupunem că se poate atinge temperatura 0 °K. În aceste condiţii putem construi un perpetuum mobile de speţa a doua?"!*** **şi încadrează** motoarele termice într-un concept mai cuprinzător (fenomene termice, principiul I al termodinamicii: enunţ, consecinţe, surse de căldură, echilibrul termic, transferul căldurii); sunt rugaţi să urmărească cu atenţie, filmuleţe cu imagini din istoria motoarelor româneşti folosite în aviaţie, utilizând adresele: http://www.google.ro/#hl=ro&source=hp&q=De+la+Vuia+la+Coandă.ppt http://www.youtube.com/watch?v=ja6Jovm_TC8&feature=related http://www.didactic.ro/materiale-didactice/44393_traian-vuia	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind: fenomene termice observate în natură, consecinţe ale principiului I al termodinamicii, surse de căldură, echilibrul termic, transferul căldurii motoarele termice utilizate personal sau folosite în familie, necesitatea condiţiei de echilibru termic în activitatea zilnică etc.; Elevii, pornind de la imaginile prezentate şi de la filmuleţele vizionate, îşi vor pune întrebări şi vor emite diverse ipoteze cu privire la: 1. Ce este un motor termic? cum funcţionează motoarele? 2. Care este enunţul principiului II al termodinamicii? 3. Care este principiul de funcţionare a maşinii termice pe care v-o doriţi? 4. Cum funcţionează: bicicleta, motocicleta, maşina, vaporul sau avionul, etc., vor face referiri la maşinile pe care le au în familie sau pe care ţi le-ar dori?
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: să vizioneze filmuleţele cu experimente din natură în care sunt prezentate aplicaţii ale principiul I, să realizeze experimente din care să deducă principiul al II-lea să estimeze transformării căldurii în lucru mecanic, a randamentului şi altele; - să analizeze o cană în care s-a turnat ceai fierbinte; - să explice cum răcesc ceaiul când se grăbesc, cum se răcesc alimentele în frigider, şi alte exemple personale, etc. ; (2) **construcţii:** un dispozitiv simplu care să funcţioneze pe principiul al II-lea utilizând materialele de acasă: apă, sursă căldură, termometru/dacă au, *machete, jucării*; (3) **referate ştiinţifice** explicând**:** aplicaţiile principiul al II-lea in diferite domenii şi situaţii (4) **postere, desene, eseuri literare** **prezentări** **PowerPoint**, **filme**, etc**.** evocând noile cunoştinţe etc.; [16]	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat: (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu ştiinţific, eseu plastic sau literar etc.);
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (transformare,	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător,

[16] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

transfer de energie, motor, randament, aplicaţii ale principiul al II-lea, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* (utilizarea unor instrumente simple măsurarea transferului de căldură, a cantităţilor de noxe şi compoziţia acestora); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură: termometru, cilindru gradat pentru măsurarea volumului, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	deosebind fenomenele în termeni de: principiul al II-lea/formulări, aplicaţii, transformări ciclice, , randament; • **Evocă/ exersează** modul de transfer al căldurii de la corpul rece la corpul cald (utilizând materiale de care dispun şi metodele cunoscute);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[17]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele; 4. dau exemple de aplicaţii practice utilizate personal (pompe de căldură);
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul: *Ce fenomene se produc când fierbe apa într-un vas sub presiune?Care este principiul frigiderului? Ce este transformarea politropă? Mai prezintă interes motoarele termice pentru noi? Dacă da , care? Şi de ce?*	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare
Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, reprezentarea şi realizarea preliminară a produsului („proiectului");
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **evocă proiectele pentru**	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în

[17] **Protocolul de evaluare** privesc: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

care elevii au optat şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de parcurs etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind **plutirea corpurilor**; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează ipoteze** privind *relaţiile studiate*;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (apă, vas, pistoane, carton, sursă căldură, termometre, cilindru gradat, corpuri cu masa marcată; cântar sau balanţă cu etaloane de masă) şi **cere elevilor să experimenteze** (eventual, să verifice ideea că Q≠L, SI câtă căldură se transformă în lucrul mecanic şi apoi să determine randamentul;	• **Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii:** **- observă** condiţiile de realizare, s-a realizat un motor cu ardere externă, simplitatea transformărilor, de pierderile de căldură, combustibilul utilizat; **- măsoară şi înregistrează**: temperatura, volumul de apă, timpul; - **observă, măsoară şi înregistrează**: ca apa fierbe, pistonul se ridică, măsoară distanţa pe care s-a deplasat pistonul ; - **compară** deplasarea pistonului dacă pe piston se aşează o masă m, determină randamentul în cele doua situaţii şi compară rezultatele;
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;** referitoare la randament, la tipul transformării şi să facă comparaţii cu motorul Carnot, Otto sau Diesel;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind: randamentul pentru fiecare grupă si pentru cele două cazuri(piston şi piston cu masa m); • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări; *1. Utilizând corpuri cu stări diferite de încălzire, putem obţine lucru mecanic?*; *2. Construit un motor simplu*; *3. Care este rolul savanţilor români la dezvoltarea motoarelor termice?*; *4. Ce ştiţi despre Coandă şi motorul cu reacţie? 5. Ce impact produc motoarele prin poluarea marilor oraşe şi urmările acesteia, etc.;. 6. „De la Vlaicu, Vuia la Coandă!”*; *7. Cum este influenţat viitorul de descoperirile trecutului?* ; *8. Mai prezintă interes motoarele termice pentru noi? Dacă da , care? Şi de ce?*	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; analizează datele credibile, argumentează alegerile şi reunesc într-un tabel comun masele şi volumele măsurate pentru corpurile puse la dispoziţie, incluzând măsurătorile pentru apă şi adaugă o coloană a rapoartelor masă/ volum;
• **Invită elevii să distingă un patern** cu ajutorul tabelului/ graficului privind raportul L /Q: care să explice ce reprezintă panta dreptei; valorile diferite obţinute pe grupe; erorile şi să precizeze sursele; de ce pentru anumite valori ale masei corpului aşezat pe piston acesta nu se mai ridică?	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - există puncte pe grafic care sunt departe de dreapta obţinută-erori de măsurare, erori grosolane; - panta este egală cu raportul dintre L şi Q şi reprezintă randamentul; - calculează erorile; - iar rezultatul se scrie sub forma: $\eta = \tilde{\eta} \pm \Delta\tilde{\eta}$; - pistonul nu se ridică deoarece $Q << < L$;
• **Distribuie elevilor** materiale (corpuri de mase diferite pe care să le aşeze pe piston) şi **cere elevilor**: a) să înregistreze într-un tabel comun: Numărul grupei; Masele şi distanţe la care se ridică pistoanele când apa fierbe; Raportul dintre lucrul mecanic şi căldura utilizată, randamentul; b) să reprezinte grafic L (pe ordonată) şi Q (pe abscisă); valorile de la toate grupele;	• **Înregistrează** într-un tabel comun înregistreze într-un tabel comun: Numărul grupei; Masele şi distanţe la care se ridică pistoanele când apa fierbe; Raportul dintre lucrul mecanic şi căldura utilizată, randamentul; b) să reprezinte grafic L (pe ordonată) şi Q (pe abscisă); valorile de la toate grupele • **Reprezintă grafic** L (pe ordonată) şi Q (pe abscisă); valorile de la toate grupele;
• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** cu ajutorul tabelului/ graficului: - să explice ce reprezintă panta dreptei; - să explice valorile diferite obţinute pe grupe; - să calculeze erorile şi să precizeze sursele; - de ce pentru anumite valori ale masei corpului aşezat pe piston acesta nu se mai ridică?	• **Constată că:** - există puncte pe grafic care sunt departe de dreapta obţinută-erori de măsurare, erori grosolane; - panta este egală cu raportul dintre L şi Q şi reprezintă randamentul; - calculează erorile; - iar rezultatul se scrie sub forma: $\eta = \tilde{\eta} \pm \Delta\tilde{\eta}$; - pistonul nu se ridică deoarece $Q << < L$;
• **Precizează elevilor că** diferă raportul dintre lucrul mecanic şi căldura, de la grupă la grupă şi că depinde de precizia măsurătorilor, doar de temperaturile sursei calde şi sursei	• **Reformulează constatările**, în termeni de: *randament*; • **Constată** că un corp cu masă mare poate avea totuşi o densitate mică;

reci, **denumeşte** acest raport ca fiind randamentul dispozitivului, **defineşte randamentul** ca fiind raportul dintre lucrul mecanic efectuat şi căldura consumată; apoi **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *folosind termenul de randament ;* şi **să reţină** că randamentul depinde doar de temperatura celor două surse (flacăra şi apa);	• **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: căldura trece de la sine de la corpul cald la cel rece; • **Formulează enunţul (relaţia, legea)** conform căreia, randamentul depinde doar de temperatura sursei calde şi reci;
• **Cere elevilor să revină** la exclamaţia iniţială: „**Să călătorim prin lume cu.....!"** şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a alegerii mijloacelor de călătorie, cum funcţionează motorul ales;	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: să călătorim? cu ce?, *alege din multitudinea de mijloace cu care ar călători virtual prin lume, motivează alegerea(tipul maşinii, puterea, viteza atinsă, siguranţa, imaginează un itinerar, costuri ,etc.)*;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: 1. Care sunt deosebirile dintre motorul realizat de elevi şi cel în 4 timpi? 2. Care sunt deosebirile dintre motoarele Otto şi Diesel? 3. Ce ştiţi de spre motorul cu reacţie? despre Henri Coandă? 4. De ce nu sunt folosite motoare puternice cu apă? 5. Care credeţi că sunt cele mai bune maşini? Explicaţi de ce? 6. Cum vă imaginaţi maşina viitorului?	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **- optimizează** condiţiile pentru obţinerea unui randament cât mai bun: dacă temperatura sursei

definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza randamentului maşinii termice; Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.;	reci este mult mai mică decât a cele reci creşte randamentul; **- extind condiţia de** creştere a randamentului prin izolare termică a dispozitivului realizat, etc.;
• **Cere elevilor să determine experimental** *condiţiile de creştere a randamentului unui motor termic;* să **realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) privind viitorul maşinilor moderne, **să distingă/ clasifice** motoarele termice în funcţie de natura combustibilului, de construcţie, de randament, să aplice noţiunile însuşite la motoarele cu reacţie etc.;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **determină experimental/ demonstrează/ aplică**: **- calculează randamentul**: $\eta=L/Q$ pentru cele cazuri; **- demonstrează experimental** că nu există motor termic care să aibă randamentul egal cu cel al motorului Carnot ; verifică legile Carnot: $\eta_C > \eta$; depinde doar de temperaturile celor două surse; • **Revine la întrebarea cheie,** definesc perpetuum mobile de speţa a doua şi arată că este posibilă *ideea de construcţie a acestuia dacă se utilizează un ciclu Carnot cu* $T_2 = 0$*;*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final : cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	• **Negociază în grup conţinutul şi structura** raportului final, convin modalitatea de prezentare (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile*	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;

de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
• **Cere elevilor să determine experimental** randamentul maşinii termice realizate experimental utilizând in loc de apă soluţie de sare (saramură). *Prin determinarea randamentului maşinii termice în noile condiţii poţi să verifici că acesta nu depinde decât de temperaturile celor 2 surse şi nu cum este alcătuit*!), să **realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) pe baza noilor motoare termice, **să distingă/ clasifice** motoarele după randament, pistoane, combustibili, construcţie etc.;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **determină experimental/ demonstrează/ aplică**: - randamentul maşinii termice realizate experimental utilizând în loc de apă soluţie de sare (saramură); - randamentului maşinii termice în noile condiţii poţi să verifici că acesta nu depinde decât de temperaturile celor 2 surse şi nu cum este alcătuit! etc.; - imaginează maşina viitorului, etc.; - pe baza randamentului alcătuieşte o clasificare a motoarelor;
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[18];	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	teste -fişe de lucru\Test motoare-pr.II.doc teste -fişe de lucru\test motor termic.doc teste -fişe de lucru\fişă de lucru motoare.doc;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.). - Studiaţi funcţionarea motorului cu reacţie, motorul; utilizat la motociclete, bărci, etc. - Poate fi considerat organismul uman drept un motor termic?	• **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie:

1. Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;

[18] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

17. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
18. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
19. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
20. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

2. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
3. Păcurari, O. (coord.), *Învățarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
4. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
5. http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1h3.html
6. http://iulia-andrada.blogspot.com/2011/01/principiul-al-ii-lea-al-termodinamicii.html
7. http://www.youtube.com/watch?v=6-udN4cZ6HU&feature=related - Otto
8. http://www.youtube.com/watch?v=LEOunrS9oXY - Otto
9. http://video.e-transport.ro/HfOmJR1ZnMo/Asamblare_si_functionare_motor_diesel.html
10. http://www.youtube.com/watch?v=IJGWCSK2jYk
11. http://www.youtube.com/watch?v=4w0HfDplPGw&feature=related
12. http://www.google.ro/#hl=ro&source=hp&q=De+la+Vuia+la+Coandă.ppt
13. http://www.youtube.com/watch?v=hvvfIRCMMuA
14. http://www.youtube.com/watch?v=ja6Jovm_TC8&feature=related
15. http://www.didactic.ro/materiale-didactice/44393_traian-vuia
16. http://www.youtube.com/watch?v=DWgDaDExWTA&feature=related –pompa de căldură
17. http://www.youtube.com/watch?v=kXBLCrc9VZA&feature=related–pompa de căldură
18. http://www.youtube.com/watch?v=aLR-Oo7pVZM&feature=related
19. http://www.youtube.com/watch?v=6-udN4cZ6HU
20. http://www.youtube.com/watch?v=5u_M3t1V8Sk
21. http://www.youtube.com/watch?v=YR-nFlxxlV0&feature=related
22. http://www.youtube.com/watch?v=e9-kRh1s18Y&feature=related

Unitatea de învăţare: X.4.3
Principiul al II-lea al termodinamicii - Motoare termice
sau
„Presupunem că se poate atinge temperatura 0° K. În aceste condiţii putem construi un perpetuum mobile de speţa a doua?”

Doina Petre

Clasa: a X-a
Număr orelor / lecţiilor repartizate: 4
Conţinuturile conceptuale repartizate lecţiei: **1.6.** ***Motoare termice. Randament:*** Motorul Carnot, Motorul Otto, Motorul Diesel, Motorul cu reacţie. **1.7.** ***Principiul al II-lea al termodinamicii:*** Transformare ciclică monotermă, Transformare ciclică bitermă, Randamentul maşinilor termice, Formularea Thomson a principiului al II-lea, Formularea Clausius a principiului al II-lea.
Modelul de învăţare asociat: **REZOLVARE DE PROBLEME**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei şi avansarea strategiilor de rezolvare;
II. Explorare - Experimentare	2. Generarea soluţiilor alternative;
III. Reflecţie - Explicare	3. Evaluarea şi alegerea soluţiei adecvate;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea soluţiei şi a predicţiilor bazate pe ea şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea soluţiei.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele rezolvării de probleme** (definind competenţe specifice), ca o succesiune lecţii declanşate de „sesizarea unei probleme autentice, din viaţa reală” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor rezolvării problemei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea mijloacelor* (elevii dezvoltă noile cunoştinţe, analizând reuşitele parţiale ale acţiunilor lor, prin analogie cu modele deja exersate).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de întrebarea cheie: ***„Presupunem că se poate atinge temperatura 0 °K. În aceste condiţii putem construi un perpetuum mobile de speţa a doua?”!***
Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către *identificarea modalităţilor de atingere a temperaturii de* ***0 °K*** *şi către* distincţia dintre *motorul real şi un perpetuum mobile de speţa a doua (ca un motor ideal) precum şi ideea de construcţie a acestuia utilizând un ciclu Carnot cu* $T_2 = 0$*;*

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul rezolvării de probleme): 1. Sesizarea problemei şi avansarea strategiilor de rezolvare;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare sau anticipare;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face diferite încercări de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă)pornind de la întrebarea iniţială: ***„Presupunem că se poate atinge temperatura 0 °K. În aceste condiţii putem construi un perpetuum mobile de speţa a doua?”!***	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind modul de transfer al căldurii de la corpul rece la corpul cald, fenomene termice observate în natură, principiul I al termodinamicii: enunţ, consecinţe, surse de

încadrează motoarele termice într-un concept mai cuprinzător (fenomene termice, principiul I termodinamicii: enunţ, consecinţe, surse de căldură, echilibrul termic, transferul căldurii); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură: termometru, cilindru gradat pentru măsurarea volumului etc., norme de protecţia muncii în laborator etc.);	căldură, echilibrul termic, transferul căldurii; motoare termice utilizate personal sau folosite în familie, necesitatea condiţiei de echilibru termic în activitatea zilnică etc.; (utilizând materiale de care dispun şi metodele cunoscute);) prin utilizarea unor instrumente de măsură obişnuite, în conflict cu rezultatele explorării *vizuale*, *auditive*, *tactile* produse de organele de simţ; • **Argumentează** necesitatea cunoaşterii proprietăţilor fizice în activitatea zilnică, de a distinge clase de corpuri în raport cu acestea etc.;- fenomene termice observate în natură, principiul I al termodinamicii: enunţ, consecinţe, surse de căldură, echilibrul termic, transferul căldurii; - motoare termice utilizate personal sau folosite în familie, necesitatea condiţiei de echilibru termic în activitatea zilnică etc.;
• **Transmite elevilor** întrebarea cheie a temei: ***„Presupunem că se poate atinge temperatura 0° K. În aceste condiţii putem construi un perpetuum mobile de speţa a doua?"!*** **şi** încadrează motoarele termice într-un concept mai cuprinzător (fenomene termice, principiul I al termodinamicii: enunţ, consecinţe, surse de căldură, echilibrul termic, transferul căldurii); • **Transmite elevilor *problema de rezolvat pornind de la*** consecinţe ale principiului I, de la motoare termice utilizate în viaţa de zi cu zi;	
• **Cere elevilor** să: - găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebarea, privind, aplicarea principiului I al termodinamicii la transformările ciclice, transformarea căldurii, etc., în natură şi în practică nu există transformări ciclice monoterme(perpetuum mobile de speţa I);	• **Împart** circumferinţa cercului în părţi egale cu ajutorul unui compas, numără segmentele şi înmulţesc numărul cu distanţa dintre vârfurile compasului; • **Formulează** propuneri pentru creşterea preciziei rezultatului (metoda aproximaţiilor succesive), necesitatea adecvării unităţilor şi instrumentelor de măsură la precizia cerută a măsurării;
• **Cere elevilor**: - **să evoce** experienţe personale de determinare a randamentului motoarelor termice; - **să distingă/ clasifice** metodele de măsurare (directe/ indirecte, aplicate unor figuri regulate/ neregulate);	• **Evocă** pentru mărimile fizice cunoscute: simboluri, definiţii (relaţii de calcul), unităţi de măsură în S.I.U., instrumente de măsură, metode de măsurare (directe/ indirecte);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[19]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor, de exemplu, *la alegere*: 1. să indice într-un tabel, tipuri de combustibili, motoare ce utilizează	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (poster, tabel, grafic, film material ppt. etc.), lucrând pe grupe/ individual;

[19] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

aceşti combustibili, ciclul de transformări ciclice corespunzătoare, timpii de funcţionare, randament; 2. să precizeze relaţii între randamentul motoarelor studiate;	
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util evaluării finale, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[20]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul rezolvării de probleme): 2. Generarea soluţiilor alternative;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv (scenariul lecţiei): analogie cu anticiparea efectului. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Formulează *definiţii operaţionale*** pentru *lungimea* unui corp: *distanţa dintre două puncte, măsurată cu rigla, pentru linii drepte; suma distanţelor dintre puncte cât mai apropiate, măsurate cu rigla sau compasul sau lungimea firului de aţă aşezat de-a lungul liniei curbe etc.*;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind relaţia dintre lucrul mecanic şi căldura primită, pentru a obţine un randament optim pentru motorul termic studiat; norme de protecţia muncii în laboratorul de fizică;	• **Formulează ipoteze** privind *relaţia dintre căldura primită şi lucrul mecanic efectuat;*
• **Indică** (pe tablă) Q, L randamentul**,** şi **cere elevilor**: - **să deseneze** o transformare ciclică bitermă; - **să măsoare** temperaturile; - **să calculeze** lucrul mecanic şi căldura, raportul dintre L şi Q, randamentul; - **oferă elevilor materiale pentru experimentare** (apă, vas, pistoane, carton, sursă căldură, termometre, cilindru gradat,	• **Propun** procedee pentru măsurarea căldurii şi lucrului mecanic etc.); • **Propun** modalităţi de creştere a *preciziei* măsurărilor;

[20] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

corpuri cu masa marcată; cântar sau balanţă cu etaloane de masă) şi **cere elevilor să experimenteze** (eventual, să verifice ideea că Q≠L, SI câtă căldură se transformă în lucrul mecanic şi apoi să determine randamentul; - **să înregistreze** măsurătorile în tabelul desenat pe tablă, respectiv, în caiete (după ce au verificat în grupă rezultatele proprii şi au convenit asupra celui mai precis/ de încredere rezultat; sau, dacă nu au căzut de acord, după ce au calculat *media aritmetică* a măsurătorilor efectuate de membrii grupei); - **să comunice** rezultatele cu privire la relaţia dintre L şi Q;	
- • **Stimulează elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate înscrise în tabel, pe grupe şi **să distingă reguli/ pattern-uri**, prin *idealizarea/ abstractizarea* rezultatelor obţinute: - Căldura trece de la corpul cald la corpul rece - să verifice ideea că Q≠L, SI câtă căldură se transformă în lucrul mecanic - să calculeze randamentul; - să elimine dintre acestea *erorile grosolane*; - să calculeze *valoarea medie* a randamentului - să formuleze concluzia experimentului; - să descrie motorul Otto şi Diesel; - să distingă între motorul real şi ideal; - să compare randamentul motoarelor reale cu cel a lui Carnot;	• **Formulează concluzia**: *indiferent de valoarea , raportul dintre lucrul mecanic şi căldura utilizată Randamentul este întotdeauna mai mic decât unitatea*;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, să conceapă experimente pentru a răspunde la un set de întrebări; *Utilizând corpuri cu stări diferite de încălzire, putem obţine lucru mecanic?* ; *1. Sunteţi mulţumiţi de motorul realizat? Dacă nu, de ce?* ; *2. Este simplu de construit un motor?*; *3. Care este rolul savanţilor români la dezvoltarea motoarelor termice?*; *4. Ce ştiţi despre Coandă şi motorul cu reacţie? 5. Ce impact produc motoarele prin poluarea marilor oraşe şi urmările acesteia, etc.;.* *6. „De la Vlaicu, Vuia la Coandă!”*; *7. Cum influenţat viitorul de descoperirile trecutului?* ; *8. Mai prezintă interes motoarele termice pentru noi? Dacă da , care? Şi de ce?*	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări; *Posibile răspunsuri:* *1. Este un motor prea simplu, materialele utilizate sunt de o anume calitate, căldura transformată este prea mică, lucrul mecanic obţinut este prea mic, randamentul foarte mic, este un exemplu pentru studiu principiilor termodinamice;* *2. Este un mod de a constata câte studii, încercări, verificări,...sunt necesare pentru o obţine un motor performant, utilizabil. A crescut curiozitatea de a aprofunda temele;*

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul rezolvării de probleme): 3. Evaluarea şi alegerea soluţiei adecvate;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv (scenariul lecţiei): inducţie. Elevul observă exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele credibile, argumentează alegerile şi reunesc într-un tabel** valorile pentru randament în cazul celor două situaţii; să calculeze erorile şi să precizeze sursele de erori; - funcţionarea dispozitivului depinde de sursa de căldură, de modul de realizare a dispozitivului, ci de temperaturile celor două surse, deprinderile experimentatorilor, **de materialul** din care sunt alcătuite (natura substanţei şi calitatea); - pistonul se ridică deoarece forţa aburului acţionează de jos în sus; - dacă masa pistonului este mărită aşezând un corp de masă m constată că pistonul se ridică mai puţin, deci randamentul este foarte mic;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Precizează elevilor** că valoarea medie ce trebuie obţinută randamentl trebuie comparată cu panta graficului L funcţie de Q;	• **Deduc/ calculează** relaţia sub forma: $\eta = \tilde{\eta} \pm \Delta\tilde{\eta}$;
• **Propune** acordarea notelor/ punctajelor pentru activitatea practică efectuată (trasare grafic, calcul pantă care este egală cu raportul dintre L şi Q, calculează randamentul; calculează erorile iar rezultatul se scrie sub forma: $\eta = \tilde{\eta} \pm \Delta\tilde{\eta}$; **în funcţie de eroarea absolută la fiecare grupă, înscrisă în tabelul clasei*;	• ****Calculează*** *eroarea absolută a măsurătorilor înregistrate pentru fiecare grupă;* • ****Calculează*** *eroarea absolută medie - media aritmetică a erorilor absolute obţinute pentru fiecare grupă*; • ****Scriu*** *rezultatul determinării sub forma*: $\eta = \tilde{\eta} \pm \Delta\tilde{\eta}$; • **Stabilesc** notele/ punctajele pentru fiecare membru al grupei în funcţie de activitatea fiecăruia şi nu mai mare decât nota acordată anterior grupei;
• **Precizează elevilor că** diferă raportul dintre lucrul mecanic şi căldura, de la grupă la grupă si că depinde de precizia măsurătorilor, doar de temperaturile sursei calde şi sursei reci, **denumeşte** acest raport ca fiind randamentul dispozitivului, **defineşte randamentul** ca fiind raportul dintre lucrul mecanic efectuat şi căldura consumată; apoi **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *folosind termenul de randament ;* şi **să reţină** că randamentul depinde doar de temperatura celor două surse (flacăra şi apa);	• **Reformulează constatările,** în termeni de: *randament*; • **Constată** că un corp mai rece primeşte căldură de la un corp mai cald; • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: căldura trece de la sine de la corpul cald la cel rece; • **Formulează enunţul (relaţia, legea)** conform căreia, randamentul depinde doar de temperatura sursei calde şi reci;
• **Propune** acordarea notelor/ punctajelor pentru determinarea experimentală a randamentului şi constatarea dependenţei randamentului de temperatura sursei calde şi a sursei reci **în funcţie de eroarea absolută obţinută de fiecare grupă, înscrisă în tabelul clasei*;	• ****Calculează*** *eroarea absolută* a măsurătorilor *înregistrate pentru fiecare grupă*$_m$; • ****Calculează*** *eroarea absolută medie - media aritmetică a erorilor absolute obţinute pentru fiecare grupă*; • ****Scriu*** *rezultatul determinării sub forma*: $\eta = \tilde{\eta} \pm \Delta\tilde{\eta}$;

	• **Stabilesc** notele/ punctajele pentru fiecare membru al grupei în funcţie de activitatea fiecăruia şi nu mai mare decât nota acordată grupei;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă); 1. Care sunt deosebirile dintre motorul realizat de elevi şi cel în 4 timpi? 2. Care sunt deosebirile dintre motoarele Otto şi Diesel? 3. Ce ştiţi de spre motorul cu reacţie? despre Henri Coandă? 4. De ce nu sunt folosite motoare puternice cu apă? 5. Care credeţi că sunt cele mai bune maşini? Explicaţi de ce? 6. Cum vă imaginaţi maşina viitorului?	• **Efectuează tema pentru acasă.**

Secvenţa a IV-a. Aplicare - Transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul rezolvării de probleme): 4. Testarea soluţiei şi a predicţiilor bazate pe ea şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea soluţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză; a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a procesului deductiv, respectiv, a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.); lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de montaj etc., pe care le aplică în exemple particulare, explicitând caracteristicile care sunt/ nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observând şi analizând reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *mărimile fizice* sunt invarianţi ai proceselor, numărul π este o mărime fizică; *legile fizicii* sunt relaţii experimentale între diverse mărimi; *teoremele matematicii* sunt relaţii teoretice (stabilite prin raţionament) între diverse proprietăţi;	
Cere elevilor să aplice relaţiile stabilite pentru randament în cazuri particulare: implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări): Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: m) **optimizează** condiţiile pentru obţinerea unui randament cât mai bun: dacă temperatura sursei reci este mult mai mică decât a cele reci creşte randamentul; n) **extind condiţia de** creştere a randamentului prin izolare termică a dispozitivului realizat, etc.; o) **calculează randamentul**: η=L/Q pentru cele

bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc. ;	cazuri; d) **demonstrează experimental** că nu există motor termic care să aibă randamentul egal cu cel al motorului Carnot ; verifică legile Carnot: $\eta_C > \eta$; depinde doar de temperaturile celor două surse;
• **Cere elevilor să determine experimental** randamentul maşinii termice realizate experimental utilizând in loc de apă soluţie de sare (saramură). *Prin determinarea randamentului maşinii termice în noile condiţii poţi să verifici că acesta nu depinde decât de temperaturile celor 2 surse şi nu cum este alcătuit*!), să **realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) pe baza noilor motoare termice, **să distingă/ clasifice** motoarele după randament, pistoane, combustibili etc.;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **determină experimental/ demonstrează/ aplică**: - randamentul maşinii termice realizate experimental utilizând in loc de apă soluţie de sare (saramură); - randamentului maşinii termice în noile condiţii poţi să verifică că acesta nu depinde decât de temperaturile celor 2 surse şi nu cum este alcătuit! etc.; - imaginează maşina viitorului, etc.; - pe baza randamentului alcătuieşte o clasificare a motoarelor;
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *portofoliului*, pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[21];	• **Prezintă** portofoliile, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*; • **Revine la întrebarea cheie,** definesc perpetuum mobile de speţa a doua şi arată că este posibilă *ideea de construcţie a acestuia dacă se utilizează un ciclu Carnot cu $T_2 = 0$;*
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	Fisă de lucru; teste -fişe de lucru\test motoare.doc;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc. - Studiaţi funcţionarea motorului cu reacţie, motorul; utilizat la motociclete, bărci, etc. - Poate fi considerat organismul uman drept un motor termic?	*- Explică cum funcţionează motorul cu reacţie, motorul utilizat la motociclete, bărci, etc.;* *- Explică de ce organismul uman **este un adevărat** motor termic;* ***- Organismul uman** este un adevărat **motor termic**, care foloseşte energia alimentelor pentru necesităţile lui metabolice de baza (menţinerea în viaţă) şi pentru efectuarea activităţilor inerente vieţii (deplasare, muncă, etc.). Producţia de energie este însoţită de o producţie de **deşeuri** al căror nume este **căldura,** transpiraţie, acid lactic şi altele;* *Un **echilibru permanent** trebuie să existe între*

[21] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

21. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
22. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
23. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
24. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

	producţie şi consum de energie. Pierderile de căldură se fac pe patru căi : ***conducţie*** *(suprafaţa de contact),* ***convecţie*** *(aerul expirat),* ***evaporare*** *(transpiraţia pielii) şi* ***radiaţie*** *(infraroşie);* ***Producţie de căldură = pierderi prin conducţie + convecţie + evaporare + radiaţie;*** • *Îşi propun să expună produsele realizate în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale, să informeze factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele.

Bibliografie:

16. Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
17. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
18. Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
19. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
20. Principiul al II-lea al termodinamicii
21. http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1h3.html
22. http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1h3.html
23. http://iulia-andrada.blogspot.com/2011/01/principiul-al-ii-lea-al-termodinamicii.html
24. Motor in 4 timpi
25. http://www.youtube.com/watch?v=6-udN4cZ6HU&feature=related - Otto
26. http://www.youtube.com/watch?v=LEOunrS9oXY - otto
27. http://video.e-transport.ro/HfOmJR1ZnMo/Asamblare_si_functionare_motor_diesel.html
28. http://www.youtube.com/watch?v=IJGWCSK2jYk
29. Motor in 2 timpi
30. http://www.youtube.com/watch?v=4w0HfDplPGw&feature=related

Unitatea de învăţare: X.5.1
„ Transformări de stare de agregare”
sau
„Topirea retrogradă un paradox al naturii ?”

Doina Petre

Clasa: a X-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **6**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: ***1.5. Transformări de stare de agregare:*** Topirea - solidificarea. Vaporizarea-condensarea. Sublimarea-desublimare. Starea triplă a apei. Relaţionarea mărimilor şi relaţiilor matematice dintre acestea cu fenomene si procese observabile. Integrarea relaţiilor matematice în rezolvarea de probleme. (Programa de fizică pentru clasa a X-a).
Modelul de învăţare asociat: **EXERCIŢIUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele experimentului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii declanşate de sesizarea unei probleme a cărei soluţie presupune realizarea unui experiment, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului. Procesul cognitiv central este **inducţia** sau **generalizarea** unor observaţii în condiţii de laborator.
Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie problemă***: „Topirea retrogradă un paradox al naturii? "şi de a afla dacă există alte paradoxuri din natură***.
Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către distincţia dintre *topirea substanţelor când temperatura creşte şi acest paradox care constă în topirea unor substanţe cu scăderea temperaturii acesteia; acest fenomen inedit ar putea avea o deosebită importanţă în sistemele ce utilizează materiale semiconductoare de puritate înaltă, fiind un mod eficient de a izola impurităţile*

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul exerciţiului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv	• **Evocă** observaţii proprii, **comunică răspunsurile**

(prelegere introductivă): pornind de la întrebarea cheie a temei: ***„Topirea retrogradă un paradox al naturii?" şi* încadrarea fenomenelor de transformare de fază intr-un concept mai cuprinzător:** *stare agregare,* transformarea de stare de agregare etc.; •**Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (relaţii între multipli şi submultipli ai unităţilor de măsură, utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	în clasă;
• **Comunică scopul prelegerii**: explicarea termenilor de; Vaporizarea-condensarea, lichefiere pornind de cel mai des fenomen observat de elevi: scoaterea din frigider a unei sticle cu apă şi de la exemplele din adresele: http://ro.wikipedia.org/wiki/Condensare, http://ro.wikipedia.org/wiki/Evaporare, http://ro.wikipedia.org/wiki/Fierbere, şi **cere elevilor să argumenteze** de ce apar picături de apă pe sticlă, care este căldura schimbată la scoaterea sticlei din frigider(apă) , care este dependenţa acesteia de temperatură pentru fenomenele de vaporizare - condensare, urmărind şi filmuleţele de la adresele de mai sus;	• **Evocă** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă: - reamintindu-şi principiul al II-lea al termodinamicii şi principiul frigiderului răspunsul probabil va fi: *aerul din vecinătatea sticlei cedează căldură apei reci şi trece în stare lichidă;* - pentru vaporizare - condensare substanţele schimbă căldură;
• **Defineşte (operaţional)** noţiunea de vaporizare: *fenomenul de trecere a unei substanţe din stare lichidă în stare gazoasă*; noţiunea de temperaturii de vaporizare: *temperatura din timpul* vaporizării; căldura latentă de vaporizare: *căldura primită din exterior pentru* vaporizare; căldura latentă specifică de topire*: λ=Qv/ m*, şi **cere elevilor** *să descrie acest fenomen pentru vaporizarea apei dintr-o cană şi din apa mării, a acetonei dintr-o sticluţă sau dintr-o farfurie, a alcoolului medicinal şi din alte exemple personale; să argumenteze cum variază timpul pentru producere fenomenelor descrise, ce se întâmplă cu temperatura şi să formuleze legile fenomenului de vaporizare; să distingă între vaporizarea în atmosferă gazoasă(apa mărilor) şi în vid (în laborator);*	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe graficul de dependenţă a temperaturii în timpul vaporizării): *formulează tipul transformărilor; arată că temperatura rămâne constantă în timpul acestor fenomene*; *temperatura şi căldura schimbată sunt mărimi caracteristice pentru fiecare substanţă; dau formulări pentru legile vaporizării: e un fenomen lent, se face la temperatură constantă, depinde de suprafaţa liberă a lichidului; definesc vaporizarea în atmosferă gazoasă(apa mărilor) şi în vid(în laborator);*
• **Defineşte (operaţional)** noţiunea de condensare: *fenomenul de trecere a unei substanţe din stare gazoasă în stare lichidă*; noţiunea de temperatură de condensare: *temperatura din timpul* condensării; căldura latentă de condensare: *căldura cedată în exterior pentru* condensare; căldura latentă specifică de condensare*: λ=Qc/ m* şi **cere elevilor** să descrie acest fenomen pentru condensarea aerului din jurul unei sticle scoase din frigider şi din filmuleţele prezentate sau exemple personale; să argumenteze cum variază temperatura timpul condensării dacă presiunea rămâne constantă analizând diagrama de stare; să arate că temperatura şi căldura latentă diferă în funcţie de natura substanţei;	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând pârtia): *energia potenţială a săniuţei este diferită de zero în vârf şi la mijlocul pârtiei, este nulă la baza pârtiei, la capătul ei şi în toate punctele porţiunii orizontale de oprire*; *formulează tipul transformărilor; arată că temperatura rămâne constantă în timpul acestor fenomene*; *temperatura şi căldura schimbată sunt mărimi caracteristice pentru fiecare substanţă; dau formulări pentru legile vaporizării: e un fenomen lent, se face la temperatură constantă, depinde de suprafaţa liberă a lichidului; definesc vaporizarea în atmosferă gazoasă(apa mărilor) şi în vid(în laborator);*
• **Cere elevilor** să realizeze un bilanţ al felului cum variază temperatura pe timpul transformărilor *(temperatura rămâne constantă dacă presiunea este constantă);*	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe o diagramă): *temperatura creste până începe vaporizarea apoi rămâne constantă şi se*

• **Cere elevilor** să rezume ideile şi constatările de până acum; **identifică *preconcepţiile*** elevilor cu privire la temă (explicaţii neştiinţifice);	*numeşte temperatură de vaporizare*; *temperatura scade până începe condensarea apoi rămâne constantă şi se numeşte temperatură de condensare*; • **Formulează** (în perechi) ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă);
• **Comunică elevilor** ideea că în toate transformările schimbul de căldură se face între substanţă şi mediul exterior(căldura primită pentru topire, sublimare şi cedată pentru solidificare şi desublimare); **cere elevilor** să construiască o definiţie a noţiunii de căldură latentă şi unitatea de măsură pentru transformările prezentate;	• **Formulează** (în perechi) ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *plecând de la formula $\lambda=Q/m$ definesc* căldură latentă ca fiind căldura necesară trecerii unităţii de masa a uneia substanţe dintr-o stare de agregare în altă stare de agregare; - *unitatea de măsură pentru Q este J iar pentru λ este J/kg;*
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[22]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare)[23];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să descrie, de exemplu, repartizarea energiei cinetice în timpul fierberii.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.); Studiază fierberea apei.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul exerciţiului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):

[22] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[23] **Protocolul de evaluare** privesc: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind cauze ale *schimbării stării de agregare, realizarea echilibrului termic*; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** (în perechi) ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Revine** la fenomenul de vaporizare şi **cere elevilor** să anticipeze: *cum se produce vaporizarea în atmosferă gazoasă; cum se produce vaporizarea în vid; pornind de la experimentele prezentate în filmuleţele văzute în lecţiile anterioare;*	• **Formulează** ipoteze (în perechi) şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *în vid vaporizarea este instantanee*; - *în atmosferă gazoasă vaporizare este lentă;* - *în ambele cazuri vaporizarea depinde de natura substanţei;*
• **Defineşte v***aporizarea în vid şi în atmosfera gazoasă; evaporarea şi fierberea şi* **cere elevilor** să identifice condiţiile în care se produce vaporizarea în atmosferă gazoasă;	• **Formulează** (în perechi) constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *- vaporizarea în atmosfera gazoasă se produce in condiţii normale(în laborator, cameră);* *- evaporarea este vaporizarea la suprafaţa lichidului;* *- fierberea este vaporizarea produsă în toată masa lichidului;*
• **Defineşte** *vaporii saturanţi şi presiunea vaporilor saturanţi:* şi **cere elevilor** să arate de cine depinde presiunea vaporilor saturanţi;	• **Formulează** ipoteze (în perechi) şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *- presiunea vaporilor saturanţi depinde neliniar cu temperatura, de natura lichidului dacă presiune e constantă; de volum dacă temperatura nu rămâne constantă* *- presiunea vaporilor saturanţi nu depinde de masa lichidului şi a vaporilor ce vin în contact cu suprafaţa lichidului;* *- presiunea vaporilor saturanţi este independentă de existenţa altor vapori sau gaze în incinta care îi conţine;*
• **Defineşte**; *legile vaporizării* şi **cere elevilor** să identifice particularităţile acestora pentru evaporare şi fierbere utilizând observaţiile experimentelor efectuate anterior;; - ce se întâmpla dacă vasele se pun în frigider?	• **Formulează** (în perechi) constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): ***legile vaporizării în atmosferă gazoasă:*** *1. se produce într-un interval de timp adică este un fenomen lent; care depinde de suprafaţa libera a lichidului;* 2. presiunea vaporilor saturanţi este independentă de existenţa altor vapori sau gaze în incinta care îi conţine; • **Răspuns parţial:** - Evaporarea are loc prin suprafaţa liberă a lichidului; cu cât această suprafaţă este mai mare, cu atât viteza de evaporare va fi mai mare. - evaporarea se face prima dată pentru vasul cu cea mai mică cantitate de acetonă, deci timpul de vaporizare depinde de masa lichidului; - timpul de evaporare creşte, deci depinde de temperatura le care se produce , creşte cu scăderea temperaturii;

• **Cere elevilor să găsească un criteriu** pentru a identifica fenomenele în următoarele situaţii: ***1. Fierberea apei la temperatura camerei!*** Introduce 3 ml de apă într−o seringă de 10 ml. Elimină bulele de aer din seringă. Astupă orificiul seringii şi trage de piston. Dacă laşi pistonul brusc ce se observă?  ***2. Nori în... butelie!*** Formarea norilor este esenţială pentru clima Pământului. Poţi investiga formarea norilor utilizând lucruri la îndemână! (2 bidoane de plastic)  - Toarnă apa dintr-un pahar într-un flacon de plastic transparent de 2,5 l (cum sunt cele în care se îmbuteliază băuturile răcoritoare); Înşurubează−i capacul. În câteva secunde, vaporii de apă din butelie devin saturanţi; Strânge puternic flaconul pentru câteva secunde, apoi eliberează−l brusc. Ce observi? - Deşurubează capacul şi aruncă în interiorul flaconului un băţ de chibrit aprins, ce se întâmplă?	• **Formulează** (în perechi) constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *1. Reducând suficient de mult presiunea, apa fierbe la temperatura camerei; Şocul va forma mii de bule microscopice, care vor constitui tot atâtea nuclee de vaporizare, care vor favoriza vaporizarea. Trage din nou pistonul. De data aceasta, fierberea apei începe deodată în mii de locuri;* *2. strângând puternic flaconul, măreşti presiunea şi temperatura aerului şi a vaporilor de apă; Aşteptând câteva secunde, este transferată căldură mediului ambiant, astfel încât aerul şi vaporii de apă au din nou aproape temperatura mediului ambiant, dar la o presiune mai ridicată, vaporii fiind saturanţi;* *Eliberând brusc flaconul, presiunea şi temperatura scad brusc (destindere adiabatică), iar vaporii devin suprasaturaţi − cantitatea de vapori din aer este mai mare decât cea corespunzătoare stării de vapori saturanţi la temperatura acum mai coboară;* *Cu toate acestea, vaporii nu condensează! Condensarea vaporilor are nevoie de centre de condensare, care să favorizeze începerea condensării;* *Acesta se stinge imediat, dar particulele de fum pe care le lasă în aerul din flacon reprezintă excelente centre de condensare. Înşurubează capacul, strânge puternic flaconul pentru câteva secunde, apoi eliberează−l brusc; De data aceasta, în flacon apare un veritabil nor! În jurul particulelor de fum se formează picături fine de apă condensată;* *- în concluzie, tot astfel, vaporii de apă care se ridică în atmosferă şi întâlnesc aer foarte rece, devin suprasaturaţi şi condensează în jurul particulelor de praf sau ale altor centre de condensare;*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să descrie, de exemplu: 1. **Aburi:** Aburii pe care îi vezi ridicându−se deasupra unei ceşti de ceai fierbinte sunt oare vapori de apă? 2. Repartizarea căldurii pentru ***Oala... minune!***	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul exerciţiului): 3. Compararea cu modelul original;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă) definiţii operaţionale pentru: Topirea - solidificarea, Sublimarea - desublimare; norme de protecţia muncii în laborator şi **revine la întrebarea iniţială:** ***„Topirea retrogradă un paradox al naturii?”*** cerând elevilor să **prezinte noi argumente** la întrebare;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete); • *Topirea retrogradă este paradox asemănător cu anomalia apei care constă în trecerea unei substanţe din stare solidă în stare lichidă la scăderea temperaturii acesteia.*
• **Defineşte (operaţional)** noţiunea de **topire**: *fenomenul de trecere a unei substanţe din stare solidă în stare lichidă*; noţiunea de temperaturii de topire: *temperatura din timpul topirii* ; căldura latentă de topire: *căldura primită din exterior pentru topire*; ; căldura latentă specifică de topire*:* $\lambda=Q_t/m$ şi **cere elevilor** să descrie acest fenomen pentru topirea gheţii din filmuleţele prezentate sau exemple personale; să argumenteze cum variază temperatura timpul topirii dacă presiunea rămâne constantă analizând diagrama de stare; să arate că temperatura şi căldura latentă de topire sunt diferite pentru fiecare substanţă; **să deducă** legile topirii; sa compare topirea gheţii cu cea a bilelor de ceară;	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe graficul de dependenţă a temperaturii în timpul topirii;): *arată că temperatura de topire rămâne constantă în timpul topirii dacă presiune rămâne constantă; temperatura şi căldura latentă de topire sunt mărimi caracteristice pentru fiecare substanţă; formulează legile topirii: topirea e un fenomen lent, se face la temperatură constantă; pentru ceară topirea se face intr-un interval de temperatură(ceara e substanţă amorfă si nu solidă);*
• **Defineşte (operaţional)** noţiunea de **solidificare**: *fenomenul de trecere a unei substanţe din stare lichid în stare solidă*; noţiunea de temperaturii de solidificare: *temperatura din timpul solidificării* ; căldura latentă de solidificare: *căldura cedată în exterior pentru solidificare* ; căldura latentă specifică de topire*:* $\lambda=Q_s/m$ şi **cere elevilor** să descrie acest fenomen pentru solidificarea apei din filmuleţele prezentate sau exemple personale; să argumenteze cum variază temperatura timpul solidificării dacă presiunea rămâne constantă analizând diagrama de stare; să arate că temperatura şi căldura latentă sunt diferite pentru fiecare substanţă;	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, , pe graficul de dependenţă a temperaturii în timpul solidificării): *arată că temperatura rămâne constantă în timpul solidificării dacă presiune rămâne constantă; temperatura şi căldura latentă de solidificare sunt mărimi caracteristice pentru fiecare substanţă; formulează legile solidificării: este un fenomen lent, se face la temperatură constantă;*
• **Defineşte (operaţional)** noţiunea de **sublimare**: *fenomenul de trecere a unei substanţe din stare solidă în stare gazoasă*; noţiunea de temperaturii de sublimare: *temperatura din timpul sublimării* ; căldura latentă de topire: *căldura primită din exterior pentru sublimare*; ; căldura latentă	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, , pe graficul de dependenţă a temperaturii în timpul sublimării): *arată că temperatura rămâne constantă în timpul solidificării dacă presiune rămâne constantă; temperatura şi căldura latentă de* sublimare) *sunt*

specifică de *sublimare : $\lambda=Q_s/m$* şi **cere elevilor să** descrie acest fenomen din filmuleţele prezentate sau exemple personale; să argumenteze cum variază temperatura timpul solidificării dacă presiunea rămâne constantă analizând diagrama de stare; să arate că temperatura şi căldura latentă sunt diferite pentru fiecare substanţă;	*mărimi caracteristice pentru fiecare substanţă; formulează legile* sublimării*: este un fenomen lent, se face la temperatură constantă;*
• **Defineşte (operaţional)** noţiunea de **desublimare**: *fenomenul de trecere a unei substanţe din stare gazoasă în stare solidă*; noţiunea de temperaturii de desublimare: *temperatura din timpul desublimării* ; căldura latentă de sublimare: *căldura cedate în exterior pentru de sublimare*; ; *căldura latentă specifică de desublimare : $\lambda=Q_{ds}/m$* şi **cere elevilor să** descrie acest fenomen din filmuleţele prezentate sau exemple personale; să argumenteze cum variază temperatura timpul solidificării dacă presiunea rămâne constantă analizând diagrama de stare; să arate că temperatura şi căldura latentă sunt diferite pentru fiecare substanţă;	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, , pe graficul de dependenţă a temperaturii în timpul desublimării): *arată că temperatura rămâne constantă în timpul* desublimării *dacă presiune rămâne constantă*; *temperatura şi căldura latentă de desublimare sunt mărimi caracteristice pentru fiecare substanţă; enunţă legile solidificării: este un fenomen lent, se face la temperatură constantă;*
• **Cere elevilor să argumenteze** care este căldura schimbată de o masă m de substanţă (gheaţă) , care este dependenţa acesteia de temperatură pentru fenomenele de topire – solidificare, vaporizare - condensare, sublimare – desublimare (urmărind ţi filmuleţele de la adresele de mai sus);	• **Evocă** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (pentru topire şi solidificare substanţele schimbă căldură;
• **Cere elevilor** să realizeze un bilanţ al felului cum variază temperatura pe timpul transformărilor *(temperatura rămâne constantă dacă presiunea este constantă);*	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe o diagramă): - *temperatura creste până începe topire sau sublimarea apoi rămâne constantă şi se numeşte temperatură de topire , sublimare*; - *temperatura scade până începe solidificarea sau desublimarea apoi rămâne constantă şi se numeşte temperatură de solidificare , desublimare*;
• **Cere elevilor** să argumenteze de ce fenomenele se produc la temperatură constantă?	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): Temperatura rămâne constantă numai dacă presiunea rămâne constantă;
• C**ere elevilor** o definiţie a noţiunii de căldură latentă şi să definească unitatea de măsură pentru transformările prezentate;	• **Formulează** (în perechi) ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - căldură latentă specifică reprezintă căldura necesară trecerii unităţii de masă a unei substanţe dintr-o stare de agregare în altă stare de agregare; - *unitatea de măsură pentru Q este J iar pentru λ este J/kg;*
• **Cere elevilor** să rezume ideile şi constatările de până acum; **identifică *preconcepţiile*** elevilor cu privire la temă (explicaţii neştiinţifice);	• **Formulează** (în perechi) ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă);
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să descrie, de exemplu, transformările de stare de agregare pentru substanţele amorfe (ceara, sticla, parafina).	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul exerciţiului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): definiţiile/ expresiile *pentru căldura latentă de vaporizare, topire, sublimare*; *căldura specifică latentă;*	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.; • **Formulează** (în perechi) constatările lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): definiţii operaţionale; - *căldura latentă de vaporizare, topire, sublimare - călduri primite.;* - *căldura latentă de condensare, solidificare, de sublimare - călduri cedate;*
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *definiţii operaţionale* ale energiei cinetice şi energiei potenţiale, definiţia lucrului mecanic al unei forţe neconservative, principiul conservării energiei mecanice, principiul variaţiei energiei mecanice;
****Deduce relaţia** de calcul pentru căldura latentă de vaporizare, topire, sublimare* (H. D. Young, Manual de fizică pentru clasa a X - a, Ed. All, 2005);	* ***Calculează şi formulează concluzii**: plecând de la formula $\lambda=Q/m$ definesc căldură latentă specifică ca fiind căldura necesară trecerii unităţii de masa a unei substanţe dintr-o stare de agregare în altă stare de agregare; unitatea de măsură pentru Q este J iar pentru λ este J/kg; expresia pentru căldura latentă este: $Q=m\cdot\lambda$;*
• ***Implică elevii** în explicarea condiţiilor de existenţe a unei substanţe în cele trei stări de agregare şi definirea punctului triplu al apei;*	• ***Calculează şi formulează concluzii**:* - identifică forţele neconservative: tracţiunea F din cablul macaralei; - calculează lucrul mecanic al forţei de tracţiune, $F(h_B-h_A)$, care măsoară variaţia energiei mecanice, E_B-E_A; - întrucât mişcarea este uniformă, $F=G=mg$, iar variaţia energiei cinetice este nulă; - variaţia energie potenţiale, $E_{pB}-E_{pA}=mgh_B-mgh_A$; - energia potenţială gravitaţională este $E_p=mgh$;

• **Orientează gândirea elevilor** pentru a face distincţia între: *1. echilibrul de fază şi echilibru termic*: Două sau mai multe faze sunt în echilibru (echilibru de fază) dacă la contactul acestora masa fiecăreia se menţine constantă în timp. *2. stare triplă şi stare critică;* *3. să distingă între gaz şi vapori;*	• **Revin la întrebarea iniţială: *„Topirea retrogradă un paradox al naturii?”*, evocă** observaţii, experienţe şi arată că *acest paradox constă în topirea unor substanţe cu scăderea temperaturii acesteia* şi prezintă si alt paradox din natură: anomalia apei;
• **Oferă elevilor exemple** de bilanţ energetic pentru procese termice şi c**ere elevilor** să alcătuiască un tabel în care să rezulte bilanţul energetic al proceselor studiate, să compare între căldura primită, cedată şi conservarea acesteia pentru proceselor de fază studiate;	• **sintetizează cunoştinţe anterioare:** *- În timpul acestor transformări de fază, distanţele intermoleculare se modifică, ceea ce va determina schimbarea valorii energiei interne a sistemului (pentru valori diferite ale distanţelor intermoleculare, energia potenţială datorată interacţiunii dintre molecule are valori diferite). Atunci când valoarea distanţelor intermoleculare creşte, Ep internă creşte, astfel ΔU>0 (Ec datorată mişcării termice fiind constată, tranziţiile de fază desfăşurându-se la temperatură constantă). Pentru procesele ce se desfăşoară cu micşorarea distanţelor intermoleculare, determinând scăderea energiei interne a sistemului (ΔU<0). Modificându-se volumul substanţei, sistemul va primi sau va ceda lucru mecanic, în funcţie de sensul desfăşurării procesului (la creşterea volumului, L>0, iar la comprimare L<0).* *Aceste modificări energetice din sistem determină un schimb caloric de energie cu mediul exterior, căldura schimbată, fiind numită căldură latentă, iar aceste procese se desfăşoară la temperatură constantă;* *Căldura latentă ce revine unităţii de masă, notată cu λ, se numeşte **căldură latentă specifică:*** $\lambda = Q/m,\ [\lambda]_{SI} = J/kg$ *Alcătuieşte tabelul: teste -fişe de lucru\Tabel bilanţ energetic-transformări de stare.doc* *- Analizând informaţiile prezentate în tabelul anterior, constată faptul, că valorile acestui coeficient sunt egale pentru procesele: vaporizare - condensare, topire - solidificare, sublimare - desublimare, acest lucru evidenţiază **reversibilitatea transformărilor de fază.***
• **Oferă elevilor diagrama Andrews** şi **cere elevilor** să identifice fazele şi să explice semnificaţia punctului critic;	• **Remarcă faptul că:** în urma unei comprimări izoterme, se obţin vapori saturanţi, în echilibru cu faza lichidă, presiunea menţinându-se constată până când toată masa de substanţă se transformă în lichid.; fiind continuată comprimarea, pentru variaţii foarte mici ale volumului, presiunea creşte foarte mult, remarcându-se astfel o caracteristică a lichidelor (cunoaşteţi faptul că lichidele sunt practic incompresibile); lărgimea palierelor se micşorează o dată cu creşterea temperaturii; deasupra punctului critic (pC, TC, VC) nu mai poate fi obţinut lichid prin comprimare;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: 1. Analizaţi diagrama echilibrului fazelor pentru apă, diagramă în care sunt prezentate curbele p(T) ce corespund stărilor de echilibru dintre faze, fiind ales acest exemplu pornind de la importantul rol al apei în natură. 2. În tabelul de prezentare al bilanţul energetic pentru procesele studiate, remarcaţi există un marcaj pentru procedee de topire şi solidificare. La ce se referă această semnalare?	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul exerciţiului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): transformare de stare de agregare şi căldură schimbată; **identifică *preconcepţiile*** elevilor cu privire la temă (explicaţii neştiinţifice);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă;
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[24];	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;

[24] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite)

• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ***Îşi propun să expună** produsele realizate în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale, să informeze factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele*.

Bibliografie:

48. Programa şcolară
49. Fizica –Manual pentru clasa a X-a, Constantin Mantea/Mihaela Garabet
50. www. didactic.ro
51. Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
52. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
53. Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
54. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
55. Gândiţi Fizica – Editura All Educational, 2004
56. Oveges Jozsef, Azélő fizica (Fizica vie) Ed. Gondolat, Budapest, 1966 Lewis Carroll Epstein
57. H. D. Young - Fizica,

http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1f2.html
http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1f3.html
http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1f4.html
http://www.youtube.com/watch?v=_6_lJYj4GX4
http://ro.wikipedia.org/wiki/Condensare,
http://ro.wikipedia.org/wiki/Evaporare,
http://ro.wikipedia.org/wiki/Fierbere,
http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1f6.html
http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1f5.html+topire,
http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1f3.html

---

corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

25. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
26. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
27. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
28. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: X.5.2
Transformări de stare de agregare
sau
„Topirea retrogradă un paradox al naturii ”

Doina Petre

Clasa: a X-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **5**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: ***1.5. Transformări de stare de agregare:*** Topire – solidificare. Vaporizarea-condensarea, Sublimarea-desublimare. Starea triplă a apei. Relaţionarea mărimilor şi relaţiilor matematice dintre acestea cu fenomene şi procese observabile. Integrarea relaţiilor matematice în rezolvarea de probleme. (Programa de fizică pentru clasa a X-a).
Modelul de învăţare asociat: **Experimentul**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Competenţe specifice** (Modelul de predare)
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei, formularea ipotezelor şi planificarea experimentului;
II. Explorare - Experimentare	2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele experimentului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii declanşate de sesizarea unei probleme a cărei soluţie presupune realizarea unui experiment, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului. Procesul cognitiv central este **inducţia** sau **generalizarea** unor observaţii în condiţii de laborator.
Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie problemă***: „Topirea retrogradă un paradox al naturii? "şi de a afla dacă există alte paradoxuri din natură***.
Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către distincţia dintre *topirea substanţelor când temperatura creşte şi acest paradox care constă în topirea unor substanţe cu scăderea temperaturii acesteia; acest fenomen inedit ar putea avea o deosebită importanţă în sistemele ce utilizează materiale semiconductoare de puritate înaltă, fiind un mod eficient de a izola impurităţile.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 1. Avansarea ipotezelor şi planificarea experimentului;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă) pornind de la întrebarea cheie a temei: ***„Topirea retrogradă! un paradox al naturii?" şi*** **încadrarea** fenomenelor de transformare de fază într-un concept mai cuprinzător (stare de agregare, fenomene termice, transformări termodinamice, transferul căldurii etc.), filme care **ilustrează întrebarea din tema unităţii de învăţare**; **stimulează atenţia şi interesul** elevilor pentru ceea ce urmează să fie învăţat, prin intermediul unor, imagini captivante, lansarea unei întrebări incitante, unei probleme, studiu de caz (cu soluţie experimentală), norme de protecţia muncii în laborator, pe care focalizează prezentarea, astfel încât elevii să fie atenţi la expunere pentru a afla răspunsul; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale (în diverse maniere: oral, scris, prin desene, experimente, mimare etc.) privind vaporizarea, condensarea, fierberea, evaporarea, sublimarea, desublimarea etc., necesitatea cunoaşterii şi aplicării acestora în activitatea zilnică etc.;
• **Cere elevilor** să evoce definiţia vaporizării, condensării, căldurii latente de vaporizare şi condensare (prin enumerarea mărimilor care intervin în relaţia de definire a acestora) şi **prezintă** relaţiile utilizate pentru definirea căldurii specifice latente (scrise pe tablă);	• **Evocă** semne convenţionale pentru căldura cedată în cazul condensării şi pentru căldura primită în cazul vaporizării (fierbere, evaporare), scrie relaţiile pentru căldura specifică latentă şi a unităţilor de măsură;
• Plecând de la *experienţe proprii* despre vaporizare-condensare, fierbere-vaporizare, **demonstrează experimental producerea acestora,** având la dispoziţie:vas, o masă m de gheaţă, sursă de căldură şi un termometru, **prezintă elevilor** modul de utilizare a acestora şi **ghidează gândirea** elevilor către observarea fenomenelor ce apar dacă punem gheaţa în vas, vasul pe o plită sau folosim un fierbător;	• **Formulează** ipoteze cu privire la explicarea fenomenelor observate: urmăresc temperaturile înregistrate şi observă că gheaţa începe să se topească iar la suprafaţă apar aburi – apa fierbe şi în vas mai există gheaţă, deci există apă în toate cele trei stări de agregare;
• **Oferă grupelor de elevi:** vas, o masă m de gheaţă, sursă de căldură şi un termometru şi **cere elevilor**: - ***să încălzească apa****(atenţie frige!!!);* - ***să măsoare*** *temperatura înainte de a pune gheaţa în vas şi după ce s-a topit;* - ***să treacă*** *într-un tabel temperaturile măsurate;* - ***să observe*** *fenomenele ce apar;* - ***să repete experimentul*** *folosind mase diferite de gheaţă;* - ***să înregistreze*** *şi* ***să comunice*** *observaţiile realizate şi ipotezele cu privire la transferul de căldură, temperatura de topire etc.;*	• Organizaţi în grupuri de lucru: - **încălzesc apa***(atenţie frige!!!);* - **măsoară temperatura;** - **înregistrează** temperaturile înainte de a pune gheaţa în vas şi după ce s-a topit; - **trec într-un tabel temperaturile măsurate;** • Organizaţi în grupuri de lucru, **constată** că: - apa fierbe la 100°C; - gheaţa se topeşte la 0°C; - după un anume interval de timp se topeşte gheaţa; - timpul de topire depinde de masa de gheaţă; - la fierbere apa primeşte căldură; - la topire gheaţa cedează căldură;
• **Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele	• **Identifică produse** pe care ar dori să le realizeze şi evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura

efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[25]	portofoliului, convin modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor***; [26]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor să gândească şi să prezinte alcătuirea *portofoliului propriu* necesar evaluării finale, *„Jurnal de observaţii*" (observaţii sistematice, de ex., Repartizarea căldurii pentru ***Oala... minune!*** etc.); *Demonstraţii experimentale:* ce observă dacă se pune acetonă în palmă? aburii pe care îi vezi ridicându− se deasupra unei ceşti de ceai fierbinte sunt oare vapori de apă? *Construcţii de dispozitive* (de ex., un dispozitiv pentru fierberea apei.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând în grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute/ ipotezele formulate cu privire la efectele interacţiunii dintre generator şi consumator, la cauzele diferenţelor dintre tensiunea electromotoare şi tensiunea de la bornele becului etc.;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor,	

[25] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[26] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **ipoteze** privind reversibilitatea celor două transformări vaporizare-condensare etc.;	
• **Demonstrează elevilor** folosind experimente simulate că realizarea vaporizării se face până la atingerea unei presiuni maxime a vaporilor (exemplificând oala sub presiune, ceainicul); **oferă elevilor** (pe grupe): apă, pahare, sticle (bidoane) de plastic de 2,5 L, chibrituri (atenţie la flacără);  şi **cere elevilor să obţină** ***Nori în... butelie urmând următorii paşi:***: *- să toarne apa dintr−un pahar într−un flacon de plastic transparent de 2,5 L (cum sunt cele în care se îmbuteliază băuturile răcoritoare);* *- înşurubează capacul, ce observă? (În câteva secunde, vaporii de apă din butelie devin saturanţi);* *- strânge puternic flaconul pentru câteva secunde, apoi eliberează−l brusc;* - **să formuleze ipoteze** cu privire la *fenomenele observate*;	• Organizaţi în grupuri de lucru, **elevii pot să formuleze ipoteze şi posibile explicaţii:** *Strângând puternic flaconul, măreşti presiunea şi temperatura aerului şi a vaporilor de apă. Aşteptând câteva secunde, este transferată căldură mediului ambiant, astfel încât aerul şi vaporii de apă au din nou aproape temperatura mediului ambiant, dar la o presiune mai ridicată, vaporii fiind saturanţi;* *Eliberând brusc flaconul, presiunea şi temperatura scad brusc (destindere adiabatică), iar vaporii devin suprasaturaţi − cantitatea de vapori din aer este mai mare decât cea corespunzătoare stării de vapori saturanţi la temperatura acum mai coboară. Cu toate acestea, vaporii nu condensează! Condensarea vaporilor are nevoie de centre de condensare, care să favorizeze începerea condensării;* *Deşurubează capacul şi aruncă în interiorul flaconului un băţ de chibrit aprins. Acesta se stinge imediat, dar particulele de fum pe care le lasă în aerul din flacon reprezintă excelente centre de condensare. Înşurubează capacul, strânge puternic flaconul pentru câteva secunde, apoi eliberează−l brusc. De data aceasta, în flacon apare un veritabil nor! În jurul particulelor de fum se formează picături fine de apă condensată.* *Tot astfel, vaporii de apă care se ridică în atmosferă şi întâlnesc aer foarte rece, devin suprasaturaţi şi condensează în jurul particulelor de praf sau ale altor centre de condensare;*
• **Oferă elevilor** apă, pahare, termometre, gheaţă **şi cere elevilor:** - să măsoare temperatura din clasă şi a apei din pahar; - să pună gheaţa în apă; - să măsoare temperatura după ce gheaţă s-a topit; - să descrie fenomenele observate; **- să formuleze ipoteze** cu privire la *apariţia vaporilor pe pereţii exteriori ai paharului*;	• Organizaţi în grupuri de lucru, **observă** că - temperatura scade când pune gheaţa în apă; - apar picături de apă pe pereţii exteriori; - s-a produs fenomenul de condensare a aerului din vecinătatea paharului care a cedat căldura paharului;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) ş şi cere elevilor: 1. să reprezinte grafic relaţia dintre curent şi tensiune pentru seturile de valori înregistrate; 2. să compare graficele obţinute pentru bobină şi bec şi să formuleze ipoteze cu privire la diferenţele observate; 3. să conceapă experimente proprii pentru a verifica ipotezele propuse etc.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute, **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă şi **să distingă reguli/ pattern-uri** în datele colectate, pe baza reprezentărilor grafice realizate, prin *idealizarea/ abstractizarea* acestora;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Comunică rezultatele** obţinute prin efectuarea temei pentru acasă şi **observă**: - vaporii nu condensează! Condensarea vaporilor are nevoie de centre de condensare, care să favorizeze începerea condensării; - s-a produs fenomenul de condensare a aerului din vecinătatea paharului care a cedat căldura apei şi paharului;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei*): studierea experimentală a fenomenelor de vaporizare condensare şi verificarea legilor vaporizării - condensării*;	
- • **Denumeşte** *noţiunea de vaporizare, condensare, vaporizare în vid şi atmosferă gazoasă, vapori saturanţi,* cum şi când se obţin aceştia;	• **Definesc** vaporizarea şi condensarea, vaporii saturanţi; • **Caracterizează** condiţiile vaporizării în vid şi atmosferă gazoasă; • **Enunţă** *legile vaporizării în vid şi atmosferă gazoasă*; cu aplicabilitate pentru evaporare şi fierbere;
• **Oferă elevilor:** apă, vas, sursă de căldură (fierbător), termometre şi **cere elevilor** *pe baza experimentului realizat de ei* analizeze producerea vaporizării şi condensării, şi **să enunţe** *legile vaporizării în vid şi atmosferă gazoasă,* să analizeze pentru fiecare experiment diferenţele de temperatură şi căldură transferată;	• **Calculează** *diferenţa de temperatură şi transferul de căldură pentru vaporizare şi condensare după formula:* $\lambda = Q/m$, $[\lambda]_{SI} = J/kg$;
• ***Cere elevilor** (facultativ) să înscrie în tabelul temperatura măsurată şi **să comunice** rezultatele lor pentru:* - *valoarea medie a căldurii schimbate* (după eliminarea *erorilor grosolane*); $Q=mc\Delta t$ - *erorile absolute asociate măsurătorilor*; $\Delta(Q)=Q-(Q)_m$; - *rezultatul măsurării (căldura):* $Q=(Q)_m\pm\Delta(Q)_m$;	• ****Efectuează calcule***;
• **Denumeşte** evaporarea şi fierberea. Legile	• **Definesc** evaporarea şi fierberea;

acestora;	• **Aplică** *legile vaporizării* pentru evaporare şi fierbere;
• ***Ghidează elevii** să studieze evaporarea şi fierberea* şi **să verifice** *legile vaporizării în vid,* **să identifice** *de cine depinde viteza de fierbere şi evaporare, temperatura la care au loc fenomenele, cum se modifică temperatura în timpul acestor fenomene;*	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii **observă** progresiv: **1. evaporarea** *- are loc la orice temperatură;* *- viteza creşte cu temperatura;* *- în timpul evaporării temperatura scade;* **2. fierberea** *- la o temperatură dată, fiecare lichid are o temperatură de fierbere caracteristică, constantă în timpul fierberii;* *- temperatura creşte când presiunea exterioară creşte;* *- fierberea începe atunci când, prin ridicarea temperaturii, presiunea vaporilor saturanţi devine egală cu cea exterioară exercitată asupra suprafeţei libere a lichidului;*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): şi **cere elevilor** *să* utilizeze legile transformărilor de fază pentru calcularea căldurii latente specifice (culegere de probleme).	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *studiul fenomenelor de topire şi solidificare;* şi **revine la întrebarea iniţială**:***„Topirea retrogradă unul din paradoxurile naturii”*** cerând elevilor să **prezinte noi argumente** la întrebare, să dea exemple de alte paradoxuri;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** aspecte interesante, dificultăţi întâlnite, noi probleme, **argumente** la întrebarea iniţială etc.; • *Topirea retrogradă este paradox asemănător cu anomalia apei care constă în trecerea unei substanţe din stare solidă în stare lichidă la scăderea temperaturii acesteia.* • *Un alt paradox-anomalia apei;*
• ***Oferă elevilor** materiale: cuburi de gheaţă;*	• ***Măsoară** temperatura la cere se produce fenomenul*

cronometre; termometre şi ***cere elevilor****:* - ***să măsoare*** *temperatura la care se produce fenomenul de topire, timpul cât durează topirea;* - *să mărească presiunea şi* ***să comunice*** *rezultatele obţinute*;	*de topire şi timpul cât durează topirea;* - trasează diagrama de topire(T, timp);
• **Defineşte (operaţional)** topirea şi solidificarea, **denumeşte** diferenţa dintre aceste fenomene şi **cere elevilor** să explice această diferenţă şi să dea exemple de fenomene întâlnite de ei;	- • **Formulează ipoteze** privind diferenţa dintre aceste fenomene pornind de la exemplele date: - formarea norilor; - prin topire volumul creşte iar prin solidificare volumul scade; - apa prezintă o anomalie, adică îşi măreşte volumul prin îngheţare; - temperaturile de sublimare şi desublimare depind de presiunea exterioară;
• **Cere elevilor să deducă** *legile topirii şi solidificării pe baza rezultatelor experimentale înregistrate;*	• **Deduc** *legile topirii şi solidificării;*
• **Defineşte (operaţional)** *căldura latentă de topire şi solidificare şi* cere elevilor **să calculeze**: căldura latentă de topire pe baza rezultatelor experimentale;	• **Calculează** *căldura latentă specifică după formula*: $\lambda = Q/m$, $[\lambda]_{SI} = J/kg$;
• **Cere elevilor** să realizeze un bilanţ al felului cum variază temperatura pe timpul transformărilor *(temperatura rămâne constantă dacă presiunea este constantă);*	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe o diagramă): - *temperatura creste până începe topire apoi rămâne constantă şi se numeşte temperatură de topire*; - *temperatura scade până începe solidificarea apoi rămâne constantă şi se numeşte temperatură de solidificare*; - *temperatura de topire este egală cu cea de solidificare;* • **Revin la întrebarea iniţială *paradox al naturii?”*, evocă** observaţii, experienţe şi arată că *acest paradox constă în topirea unor substanţe cu scăderea temperaturii acesteia* şi prezintă un alt paradox din natură: anomalia apei;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să repete experimentul din clasă dar să introducă sare în apă până saturaţie şi să explice diferenţa între cele două tipuri de experimente, la ce temperatură va îngheţa? etc.	• **Efectuează tema pentru acasă**. - *verifică saturarea prim metoda cu oul care stă la suprafaţa apei când apa este saturată;* - temperatura de fierbere e mai mare; - temperatura de solidificare(îngheţare) este de -20°C.

Secvenţa a V-a. Transfer

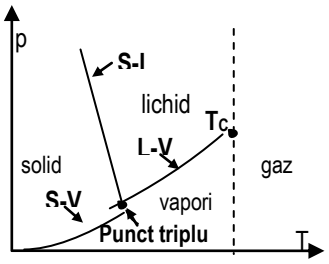
Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *studiul fenomenelor de sublimare şi desublimare*;	
• ******Oferă elevilor** *materiale: pastile de naftalină; cronometre; termometre şi* **cere elevilor***:* - ***să măsoare*** *temperatura la cere se produce fenomenul de sublimare, timpul cât durează sublimarea ;* - *să mărească temperatura* ***(să aşeze vasul pe o plită caldă);*** - ***să comunice*** *rezultatele obţinute*;	• ******Măsoară** *temperatura la cere se produce fenomenul de sublimare, timpul cât durează sublimarea ;* ******Pe baza măsurătorilor înregistrate,* ***comunică*** *în clasă următoarele observaţii, respectiv, generalizări*: *- sublimarea se face cu primire de căldură, ta temperatură constantă, numita temperatură de sublimare;* *- desublimarea se face cu cedare de căldură la temperatură constantă, numită de desublimare;* *- căldura primită pentru sublimare este egală cu cea cedată la desublimare;* *- timpul necesar transformărilor de fază depinde de natura substanţei, masă etc.;*
• **Defineşte (operaţional)** sublimarea şi desublimarea, **denumeşte** diferenţa dintre aceste fenomene şi **cere elevilor** să explice această diferenţă şi să dea exemple de fenomene întâlnite de ei;	- • **Formulează ipoteze** privind diferenţa dintre aceste fenomene pornind de la exemplele date: - zăpada şi gheaţa sublimează direct în vapori, aşa se explică uscarea rufelor iarna; - tot prin fenomenul de sublimare se explică mirosul unor corpuri solide (detergent, săpun, naftalină etc.); - temperaturile de sublimare şi desublimare depind de presiunea exterioară;
• **Cere elevilor să deducă** *legile sublimării şi desublimării pe baza rezultatelor experimentale înregistrate;*	• **Deduc** *legile sublimării şi desublimării şi* **calculează** *căldura latentă specifică după formula*: $\lambda = Q/m$, $[\lambda]_{SI} = J/kg$
• **Defineşte (operaţional)** punctul triplu şi starea triplă; şi **cere elevilor să analizeze** diagrama echilibrului fazelor pentru apă, diagramă în care sunt prezentate curbele p=f(T) ce corespund stărilor de echilibru dintre faze, fiind ales acest exemplu pornind de la importantul rol al apei în natură; *În tabelul de prezentare al bilanţul energetic al proceselor, remarcaţi existenţa un marcaj pentru procedeele de topire şi solidificare. La ce se referă această semnalare?*	• **Trasează diagrama:**  Diagrama echilibrului de fază pentru apă *Remarcă cele trei curbe ce corespund echilibrului fazelor lichid–vapori (L-V), solid-vapori (S-V), solid-lichid (S-L), precum şi punctul de intersecţie al acestora, punctul triplu, ce corespunde echilibrului celor trei faze;*

	• ***Constată*** *faptul că pentru o anumită valoare a presiunii, există o anumită valoare a temperaturii pentru care se obţine echilibrul fazelor;* • ***Identifică*** *în diagrama fazelor şi zonele din planul p,V ce corespund fazei solide, lichide, de vapori, remarcând faptul că pentru orice valoare a presiunii, pentru $T > T_C$ substanţa se poate afla numai în stare gazoasă. Este de asemenea important faptul că punctul triplu (ce corespunde echilibrului celor trei faze), prin parametrii ce-l definesc, reprezintă o caracteristică a fiecărei substanţe, existând şi substanţe ce prezintă chiar mai multe puncte triple;* *Deoarece comportarea apei este un reper important al dezvoltării subiectului prezentat, sunt importante* câteva *caracteristici ale acesteia ce se manifestă la tranziţiile de fază: 1. Căldura latentă specifică de topire a gheţii este mai mare comparativ cu a altor substanţe, iar acest lucru este important de cunoscut pentru că astfel se justifică topirea lentă a zăpezilor, o valoare mai mare a acestui coeficient ar avea efecte importante prin amploarea inundaţiilor ce se produc în urma topirii zăpezii; 2. Majoritatea substanţelor se comportă la topire şi solidificare astfel : volumul lor creşte în urma topirii, contractându-se la solidificare. Există însă substanţe, printre care şi apa, constituent chimic important al planetei noastre, care prezintă o comportare mai specială, iar această comportare a apei are un rol important în natură;*
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**;[27]	• **Prezintă** portofoliile, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte** elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• *****Îşi propun*** *să* ***expună produsele realizate*** *în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale,* ***să informeze*** *factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele;* • **Efectuează tema pentru acasă**.

[27] **Criteriile de evaluare finală** vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.
Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite" corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

29. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
30. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
31. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
32. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Bibliografie:

58. Programa școlară
59. Fizica –Manual pentru clasa a X-a, Constantin Mantea/Mihaela Garabet
60. www. didactic.ro
61. Cerghit, I. ș.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001
62. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005
63. Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001.
64. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
65. Gândiți Fizica – Editura All Educational, 2004
66. Oveges Jozsef, Azélő fizica (Fizica vie) Ed. Gondolat, Budapest, 1966 Lewis Carroll Epstein
67. http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1f2.html
68. http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1f3.html
69. http://www.youtube.com/watch?v=_6_lJYj4GX4
70. http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1f6.html
71. http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1f5.html+topire, http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1f3.html
72. http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1f4.html
73. www.roenciclopedia.ro/apa-chimia-moleculei-de-apa.htm
74. www.ro.wikipedia.org/wiki/Stare_de_agregarehttp://ro.wikipedia.org/wiki/Circuitul_apei_%C3%AEn_natur%C4%83
75. http://www.e-scoala.ro/referatanc/apa/12.htm
76. http://www.fizica.ro/textbooks/fizica10/html/1f5.html
77. http://ro.wikipedia.org/wiki/Evaporare
78. http://ro.wikipedia.org/wiki/Fierbere
79. http://ro.wikipedia.org/wiki/Condensare
80. http://ro.wikipedia.org/wiki/Evaporare
81. http://ro.wikipedia.org/wiki/Fierbere

Unitatea de învăţare: X.6.1
Calorimetrie
sau
„Dacă peste apa fierbinte dintr–un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aştepţi ca apa iniţial caldă să rămână caldă?”

Doina Petre

Clasa: a X-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **5**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: ***1.2. Calorimetrie.*** Noţiuni teoretice despre calorimetrie. Principiile calorimetriei. Ecuaţia calorimetrică. Studiul calorimetrului. Determinarea căldurii specifice a unui corp solid. (Programa de fizică pentru clasa a X-).
Modelul de învăţare asociat: **INVESTIGAŢIA**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizat pe o **întrebare deschisă: *„Dacă peste apa fierbinte dintr–un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aştepţi ca apa iniţial caldă să rămână caldă?”*** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, şi anume: *„În termos substanţa nu schimbă căldură cu exteriorul, rămâne la aceiaşi temperatură (înveliş adiabatic).* Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea*: În termos are loc schimb de căldură între apa fierbinte şi apa rece până la realizarea echilibrului termic, abia după aceea temperatura rămâne constantă.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează materialul cu tema: ***Căldură mare, monşer!*** într-un concept mai cuprinzător (fenomene termice, calorimetrie); - Prezintă un citat din materialul ***prezentat:*** ***„****Animăluţelor urbane li se pare ca în ultimele zile a fost cam cald. Corecţie: li se pare ca a fost chiar insuportabil de cald",* precizând că tema face referire la căldură şi transferul acesteia;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind plutirea corpurilor în apă, în aer, necesitatea înţelegerii condiţiei de plutire în activitatea zilnică etc.; - elevii privesc pe ecran materialul şi după zâmbete vor emit primele ipoteze; - analizează din nou cu mare atenţie imaginile; - citesc şi analizează cu atenţie citatul prezentat de profesor; - încearcă să îşi amintească despre căldură şi transferul acesteia prin corpul uman din lecţiile anterioare;
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice" (la dispoziţia elevilor în clasă): ***- Căldură mare monşer!"*** ***-„Dacă peste apa fierbinte dintr–un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aştepţi ca apa iniţial caldă să rămână caldă?*** ; şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat;	• **Formulează ipoteze (răspunsuri) la întrebare, întrebări, de exemplu:** - analizează afirmaţiile din imagini şi mai ales ipotezele emise: 1. optimiştii **„Ei o să fie bine. Doar nu ne vom topi cu totul"**; 2. pesimiştii: „**O să leşinăm, o să murim!** „ Câtă căldură este necesară pentru a ne topi?; - analizează întrebarea esenţială şi unii emit ipoteza precum că apa caldă se răceşte deoarece are loc transfer de căldură; alţii spun ca nu deoarece in termos temperatura rămâne aceiaşi;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă/ exersează** măsurarea masei şi măsurarea volumului (utilizând corpuri din materiale diverse, solide şi lichide, balanţă, dinamometrul, cilindrul gradat, apă, seringi);
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; **orientează gândirea elevilor către identificarea proprietăţilor fizice** şi definirea calorimetriei şi identificarea principiilor acesteia, care disting ipotezele formulate (în ce fel in ce mod se determina căldura cu calorimetrul) – adică identificarea unor **variabile**: temperatură, cantitatea de căldură transferată; pornind de la exemplificări simple;	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica legătura schimbului de căldură cu variaţia temperaturii, transmiterea căldurii prin conducţie, convecţie şi radiaţie; m**enţionează** *calorimetrie,principii, transfer de căldură volumul, materialul* (substanţa) şi **reformulează** ipotezele formulate anterior: arată că moleculele apei iniţial caldă sunt mai energice; când mai multe corpuri schimbă căldură între ele, cantitatea de căldură cedată de unele este, în valoare absolută, egală cu cantitatea de căldură primită de celelalte, dar de semne contrare: – $Q_{cedată} = Q_{primită}$; • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;

• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[28]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[29]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este un lucru?”.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	
• **Oferă elevilor materiale** pentru	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii:

[28] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[29] **Protocolul de evaluare** privesc: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

experimentare (calorimetru, apă, fir de aliaj de lipit, termometru, sursă de căldură, pahar de sticlă termorezistentă pentru fiert apa etc.) şi **cere elevilor să experimenteze** (să măsoare masa şi lungimea unui fir lung de aliaj de lipit, să calculeze masa unităţii de lungime, să taie lungimea corespunzătoare unei mase de 50 g şi înfăşuraţi–o pe un creion rotund. Formaţi un cârlig la un capăt al înfăşurării şi legaţi de cârlig un fir de aţă lung de aproximativ 30 cm) şi să determine căldura specifică a aliajului; *Fiecare grupă va avea alt aliaj şi va efectua mai mute determinări pentru lungimi diferite ale firului;* Să recupereze aliajul de lipit – acesta poate fi folosit în proiectele viitoare, nefiind afectat de "tratamentul" la care a fost supus;	- **aleg** materialele de pe masa de lucru, **măsoară** lungime si masa aliajului de lipit, **şi înregistrează** valorile lungimii, temperatura, volumul apei din calorimetru; - **observă nivelul de scufundare** a corpului în apa din calorimetria; **măsoară şi înregistrează**: temperatura acestora(apă, calorimetru); - **compară** temperatura apei din calorimetru după ce s-a introdus corpul(aşteptând realizarea echilibrului) cu cea iniţială; - **efectuează, observă, măsoară şi înregistrează**: *1. Toarnă în calorimetru o cantitate de apă cu masa 100 g şi măsoară temperatura apei la echilibru termic cu termosul;* *2. Pune proba de aliaj de lipit într–un pahar de sticlă termorezistentă, plin cu apă. Trece firul de aţă peste marginea paharului, astfel încât să poată scoate proba trăgând de fir. Aduce apa la fierbere cu un încălzitor;* *3. Când apa fierbe, scoate proba din apă (ţinând de capătul liber al firului de aţă) şi cufundaţi–o repede în apa din termos.* ***Notează temperatura*** *la care se stabileşte echilibrul termic;* *4. Aplică principiile calorimetriei şi determinaţi căldura specifică a aliajului de lipit;* - ***Compară*** *rezultatul obţinut cu cele obţinute de celelalte echipe. Analizaţi sursele de erori care ar fi putut afecta rezultatul şi faceţi propuneri pentru creşterea acurateţei determinării;*
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind condiţiile de realizare a echilibrului termic; - observă că valoarea căldurii specifice nu depinde de lungime, de masa firului; - Analizează sursele de erori care ar fi putut afecta rezultatul şi faceţi propuneri pentru creşterea acurateţei determinării; - compară rezultatul obţinut experimental cu valoarea din tabelul cu coeficienţi calorici; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)** şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, să **conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări; *1." Ritmul răcirii" ; 2. Cura de apă... rece! 3. Încălzirea eficientă.*	• **Efectuează tema pentru acasă,** ca răspunsuri la întrebări.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **reunesc într-un tabel comun** masele, timpul şi temperaturile măsurate pentru substanţele puse la dispoziţie;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă)** cu ajutorul tabelului/ graficului, care să explice de ce la un moment dat temperatura rămâne constantă, de ce pentru apă temperatura scade iar pentru fir creste până la atingerea echilibrului termic;	• **Formulează ipoteze** privind: - După un anume timp se realizează echilibrul termic, termometrul indică aceiaşi temperatură; - Oricare ar fi corpurile care interacţionează termic, suma algebrică a cantităţilor de căldură transferate este nulă (al doilea principiu al calorimetriei)- căldura trece de la sine de la corpul „cald" la cel „rece" etc.;
• **Cere elevilor să reprezinte** grafic prin puncte diagrama de echilibru;	• **Constată** că: *la transformări de fază temperatura rămâne constantă în timp; iar cele două faze în care se găseşte substanţa la un moment dat sunt în echilibru termic;*
• **Precizează** elevilor că substanţele/ corpurile observate diferă prin temperatura iniţială, starea lor de agregare, respectiv prin cantitatea de căldură primită sau cedată; **denumeşte** acest proprietate conducţie, convecţie sau radiaţie termică şi o **defineşte** ca raportul dintre cantitatea de căldură primită sau cedată de masa m a unui corp în unitatea de timp ; apoi **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *în termeni de „căldură specifică"*;	• **Reformulează constatările**, în termeni de conducţie, convecţie sau radiaţie termică: *corpurile pot schimba pentru unitatea de masă, o căldură bine determinată, definită de natura acestuia*; • **Constată** că putem afla materialul din care este alcătuit corpul dacă am determinat căldura specifică a acestuia; • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: întotdeauna căldura trece de la sine de la corpul „cald" la cel „rece"; • **Formulează enunţul (relaţia, legea)** Oricare ar fi corpurile care interacţionează termic, suma algebrică a cantităţilor de căldură transferate este nulă (al doilea principiu al calorimetriei) etc.;
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: *Dacă peste apa fierbinte dintr–un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aştepţi ca apa iniţial caldă să rămână caldă?* şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;	• **Formulează un argument** la întrebarea iniţială: Moleculele apei iniţial caldă sunt mai energice. Amestecate cu cele ale apei iniţial rece (mai puţin energice), vor interacţiona până când energiile cinetice medii ale moleculelor se vor egala. Toată apa din termos va ajunge la aceeaşi temperatură – mai mică decât cea a apei iniţial caldă şi mai mare decât cea a apei iniţial rece; generalizând: dacă mai multe corpuri cu temperaturi iniţiale diferite interacţionează termic, după un timp suficient de lung, ajung toate la aceeaşi temperatură, *Primul principiu al calorimetriei;*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt:	• **Efectuează tema pentru acasă**: *Posibilă explicaţie*: Energia cinetică pierdută de moleculele iniţial mai energice este câştigată de

Dacă peste apa fierbinte dintr–un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, ce se întâmplă oare cu energia cinetică pe care o pierd moleculele apei iniţial fierbinte?.	moleculele iniţial mai puţin energice (ale apei iniţial rece, ale termosului, ale aerului din imediata vecinătate a apei etc.). Pe ansamblu, nu se pierde şi nu se câştigă energie cinetică de agitaţie termică - aceasta doar se redistribuie etc.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza metodei utilizate: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc. ; ***Materiale:*** *termos, apă, fir de aliaj de lipit, termometru, sursă de căldură, pahar de sticlă termorezistentă pentru fiert apa etc. pe baza condiţiilor de funcţionare a motoarelor termice: - determinare a căldurii specifice pentru aliajul de lipit se realizează în alt mod: se lasă firul in termos şi se toarnă apa fiartă în termos;- se diminuează astfel faţă de primul experiment pierderile de căldură în timpul aducerii firului încălzit în termos;*	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: p) **observă că s-au optimizat** condiţiile de izolare termică pentru termos în comparaţie cu calorimetrul; q) **calculează** căldura specifică pentru aliajul de lipit; r) **demonstrează experimental** că în condiţii de izolare foarte bună(înveliş adiabatic la termos) valoarea obţinută are mai mici erori ca în primul experiment; s) **construiesc un calorimetru , posibil** din două pahare de plastic unul mare altul mai mic aşezat pe un dop de plută în primul, capacul este din carton etc.; t) **calculează** căldura specifică ; u) **calculează** erorile şi constată că sunt mai mari decât prin celelalte metode; sursa principală de erori este slaba izolare termică, învelişul adiabatic nu este bun;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări

întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
• ***Cere elevilor să determine experimental*** *- căldura specifică pentru două bile din metale necunoscute, de aceleaşi dimensiuni; Fiecare grupă va avea bile din alte metale şi va efectua mai mute determinări pentru aceiaşi bilă (Prin determinarea căldurii specifice a bilelor, să verifice din ce substanţă este alcătuit!), să **realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) pentru bile de mase diferite echilibrul se realiza în timpi diferiţi, **să distingă/ clasifice** substanţele/ corpurile în funcţie de căldura specifică etc.;*	• *Organizaţi în grupurile de lucru, elevii:* - ***măsoară timpul** pentru **realizarea echilibrului termic,** şi fenomenul de conducţie termică, etc.;* - ***determină experimental** dependenţa căldurii specifice de natura corpurilor;* - ***demonstrează/ aplică** pe baza graficului căldurii specifice cu variaţia temperaturii dependenţa lineară a acesteia;*
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor

competenţele cheie[30];	stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	Test sumativ; Referatul lucrării de laborator;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.; ***1. Cum poţi oare întoarce din drum radiaţia termică?*** ***2. Ritmul răcirii:*** *Încălzeşte apă într–un ibric (sau alt vas metalic din bucătărie). Ia ibricul de pe foc şi măsoară cu un termometru, din minut în minut, temperatura apei. Transcrie datele într–un tabel şi reprezintă grafic cum scade în timp temperatura apei.* *Când scade mai repede temperatura apei: când aceasta este fierbinte sau când este doar cu puţin mai caldă decât aerul din încăpere?*	• ****Îşi propun să expună produsele realizate*** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele; *Posibil răspuns:* *1. Cu oglinzi! Suprafeţele reflectorizante împiedică transferul de căldură prin radiaţie(asemeni termosului).* *Termosul poate fi utilizat drept calorimetru dacă înlocuieşti capacul termosului cu unul prin care să poţi trece un termometru şi un agitator;* *2. Viteza de răcire (cu câte grade scade temperatura în fiecare minut) este cu atât mai mare cu cât este mai mare diferenţa de temperatură dintre apa fierbinte şi aerul din încăpere.*

Bibliografie

(1) ** *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
(2) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;
(6) David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
(7) Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;
(8) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(9) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(10) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

[30] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

33. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
34. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
35. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
36. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: X.6.2
Calorimetrie

sau

„Dacă peste apa fierbinte dintr−un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aştepţi ca apa iniţial caldă să rămână caldă?”

Doina Petre

Clasa: a X-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: ***1.2. Calorimetrie.*** Noţiuni teoretice despre calorimetrie. Principiile calorimetriei. Ecuaţia calorimetrică. Studiul calorimetrului. Determinarea căldurii specifice a unui corp solid. (Programa de fizică pentru clasa a X- a).
Modelul de învăţare asociat: **PROIECTUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizat pe o **întrebare deschisă: *„Dacă peste apa fierbinte dintr−un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aştepţi ca apa iniţial caldă să rămână caldă?”*** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, şi anume: *„În termos substanţa nu schimbă căldură cu exteriorul, rămâne la aceiaşi temperatură (înveliş adiabatic).* Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea*: În termos are loc schimb de căldură între apa fierbinte şi apa rece până la realizarea echilibrului termic, abia după aceea temperatura rămâne constantă..*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): ” precizând că tema face referire la căldură şi transferul acesteia elevilor se proiectează materialul cu tema: ***Căldură mare, monşer:*** *„Animăluţelor urbane li se pare ca in ultimele zile a fost cam cald. Corecţie: li se pare ca a fost chiar insuportabil de cald*; **şi evocă** întrebarea esenţială: ***„Dacă peste apa fierbinte dintr–un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aştepţi ca apa iniţial caldă să rămână caldă?”***	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind plutirea corpurilor în apă, în aer, necesitatea înţelegerii condiţiei de plutire în activitatea zilnică etc.; - elevii privesc pe ecran materialul şi după zâmbete vor emit primele ipoteze; - analizează din nou cu mare atenţie imaginile; - citesc şi analizează cu atenţie citatul prezentat de profesor; - încearcă să îşi amintească despre căldură şi transferul acesteia prin corpul uman din lecţiile anterioare; - emit ipoteze referitoare la temperatura apei din termos;
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: studiul căldurii specifice a apei prin metoda amestecurilor; (2) **construcţii:** - construirea unui calorimetru utilând următoarele materiale: pahare plastic, sau termos, dopuri, carton, termometru sau un termos în loc de pahare, cu care vor repeta experimentul anterior, ce vor constată?; (3) **referate ştiinţifice** explicând**:** - explică de ce ne arde soarele la prânz şi când e bine să ne expunem pentru bronzare; - motivează pe baza absorbţiei căldurii de ce vara trebuie să ne îmbrăcăm în haine subţiri de bumbac, in şi de culoare deschisă iar iarna cu haine groase şi de culoare închisă; - prezintă metode de protecţie la căldură; (4) **postere, desene, eseuri literare etc.**, evocând noile cunoştinţe etc.;[31]	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Fiecare grup alege câte o temă de proiect, referat ştiinţific;** • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, poster, prezentare P.P.);
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (căldură, transfer de căldură, principiul al I-lea al termodinamicii, calorimetrie, descrierea calorimetrului - care sunt principiile calorimetriei - ce metode se utilizează pentru determinarea coeficienţilor calorici); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură: calorimetrului, termometru pentru măsurarea temperaturii, etc.);	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind fenomenele conducţie, convecţie, radiaţie, calorimetru, coeficienţi calorici, diagramă de echilibru; • **Evocă/ exersează determinarea căldurii specifice a unui corp solid şi a factorilor de care depind**(utilizând calorimetrul şi a termosul);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare***	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini

[31] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

a rezultatelor finale ale elevilor (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare)[32];	personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă informaţii despre calorimetrie şi aplicaţiile acesteia.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual; Caută informaţii pe internet, bibliotecă.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, reprezentarea şi realizarea preliminară a produsului („proiectului");

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de parcurs etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind **plutirea corpurilor**; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează ipoteze** privind *relaţiile studiate*;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (calorimetru, apă, fir de aliaj de lipit, termometru, sursă de căldură, pahar de sticlă termorezistentă pentru fiert apa etc.) şi **cere elevilor să experimenteze** (să măsoare masa şi lungimea unui fir lung de aliaj de lipit, să calculeze masa unităţii de lungime, să taie lungimea corespunzătoare unei mase de 50 g şi înfăşuraţi−o pe un creion rotund. Formaţi un cârlig la un capăt al înfăşurării şi legaţi de	• **Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii:** - **aleg** materialele de pe masa de lucru, **măsoară** lungime şi masa aliajului de lipit, **şi înregistrează** valorile lungimii, temperatura, volumul apei din calorimetru; - **observă nivelul de scufundare** a corpului în apa din calorimetru; **măsoară şi înregistrează**: temperatura acestora(apă, calorimetru); - **compară** temperatura apei din calorimetru după ce s-a introdus corpul(aşteptând realizarea echilibrului) cu cea iniţială;

[32] **Protocolul de evaluare** privesc a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

cârlig un fir de aţă lung de aproximativ 30 cm) şi să determine căldura specifică a aliajului; *Fiecare grupă va avea alt aliaj şi va efectua mai mute determinări pentru lungimi diferite ale firului*; Să recupereze aliajul de lipit − acesta poate fi folosit în proiectele viitoare, nefiind afectat de "tratamentul" la care a fost supus; *Vor măsura căldura specifică a aliajului de lipit deoarece conexiunile electrice în aparatura electronică sunt efectuate prin topirea acestuia iar caracteristicile termice ale aliajului de lipit sunt esenţiale pentru reuşita operaţiei*;	- **efectuează, observă, măsoară şi înregistrează**: 1. Toarnă în calorimetru o cantitate de apă cu masa 100 g şi măsoară temperatura apei la echilibru termic cu termosul; 2. Pune proba de aliaj de lipit într−un pahar de sticlă termorezistentă, plin cu apă. Trece firul de aţă peste marginea paharului, astfel încât să poată scoate proba trăgând de fir. Aduce apa la fierbere cu un încălzitor; 3. Când apa fierbe, scoate proba din apă (ţinând de capătul liber al firului de aţă) şi cufundaţi−o repede în apa din termos. **Notează temperatura** la care se stabileşte echilibrul termic; 4. Aplică principiile calorimetriei şi determinaţi căldura specifică a aliajului de lipit; - **Compară** rezultatul obţinut cu cele obţinute de celelalte echipe. Analizaţi sursele de erori care ar fi putut afecta rezultatul şi faceţi propuneri pentru creşterea acurateţei determinării;
• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind condiţiile de realizare a echilibrului termic; - observă că valoarea căldurii specifice nu depinde de lungimea, masa firului; - Analizează sursele de erori care ar fi putut afecta rezultatul şi faceţi propuneri pentru creşterea acurateţei determinării; - compară rezultatul obţinut experimental cu valoarea din tabelul cu coeficienţi calorici; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă**)** şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, să conceapă experimente pentru a răspunde la un set de întrebări; *1." Ritmul răcirii".* Încălzeşte apă într−un ibric (sau alt vas metalic din bucătărie). Ia ibricul de pe foc şi măsoară cu un termometru, din minut în minut, temperatura apei. Transcrie datele într−un tabel şi reprezintă grafic cum scade în timp temperatura apei. Când scade mai repede temperatura apei: când aceasta este fierbinte sau când este doar cu puţin mai caldă decât aerul din încăpere? 2. „*Un grad în plus!"* Imaginează−ţi că ai pregătit apa pentru baie şi nu eşti mulţumit de temperatura acesteia − ai vrea un grad în plus. În cadă sunt 200 L de apă cu temperatura 39°C. Câtă apă cu temperatura 55°C trebuie să adaugi apei din cadă, astfel ca temperatura finală a apei să fie 40°C? *3. Cura de apă... rece!* *4. Încălzirea eficientă.*	• **Efectuează tema pentru acasă,** ca răspunsuri la întrebări: 1. Posibil răspuns: Viteza de răcire (cu câte grade scade temperatura în fiecare minut) este cu atât mai mare cu cât este mai mare diferenţa de temperatură dintre apa fierbinte şi aerul din încăpere; 3. Atunci când bei apă rece, aceasta se încălzeşte aproape imediat la temperatura internă corporală (aproximativ 37°C), preluând energie de la corpul tău. Câtă apă rece cu temperatura 10°C ar trebui să bei pentru a utiliza energia oferită de ciocolata favorită? Este oare recomandabilă o cură de slăbire cu apă rece? 4. Flacăra trebuie dată la maxim. Aşa se reduce cel mai mult consumul de gaze (şi se reduce, totodată, timpul de aşteptare.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Invită elevii să distingă un patern** care să explice: *1. „Ritmul răcirii”.* Încălzeşte apă într-un ibric (sau alt vas metalic din bucătărie). Ia ibricul de pe foc şi măsoară cu un termometru, din minut în minut, temperatura apei. Transcrie datele într-un tabel şi reprezintă grafic cum scade în timp temperatura apei; Când scade mai repede temperatura apei: când aceasta este fierbinte sau când este doar cu puţin mai caldă decât aerul din încăpere? 2. *„Un grad în plus!”* Imaginează−ţi că ai pregătit apa pentru baie şi nu eşti mulţumit de temperatura acesteia − ai vrea un grad în plus. În cadă sunt 200 L de apă cu temperatura 39°C; Câtă apă cu temperatura 55°C trebuie să adaugi apei din cadă, astfel ca temperatura finală a apei să fie 40°C?; ***3. Cura de apă... rece!*** ***4. Încălzirea eficientă***;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: 1. Viteza de răcire (cu câte grade scade temperatura în fiecare minut) este cu atât mai mare cu cât este mai mare diferenţa de temperatură dintre apa fierbinte şi aerul din încăpere; 2, folosind ecuaţia calorimetrică determină câtă apă cu temperatura 55°C trebuie să adaugi apei din cadă, astfel ca temperatura finală a apei să fie 40°C?; 3. Atunci când bei apă rece, aceasta se încălzeşte aproape imediat la temperatura internă corporală (aproximativ 37°C), preluând energie de la corpul tău. Câtă apă rece cu temperatura 10°C ar trebui să bei pentru a utiliza energia oferită de ciocolata favorită? Este oare recomandabilă o cură de slăbire cu apă rece?; 4. Flacăra trebuie dată la maxim. Aşa se reduce cel mai mult consumul de gaze (şi se reduce, totodată, timpul de aşteptare) ;
• **Distribuie elevilor materiale** pentru experimentare (calorimetru, apă, fir de aliaj de lipit, termometru, sursă de căldură, pahar de sticlă termorezistentă pentru fiert apa etc.) şi **cere elevilor să experimenteze** (să măsoare masa şi lungimea unui fir lung de aliaj de lipit, să calculeze masa unităţii de lungime, să taie lungimea corespunzătoare unei mase de 50 g şi înfăşuraţi−o pe un creion rotund. Formaţi un cârlig la un capăt al înfăşurării şi legaţi de cârlig un fir de aţă lung de aproximativ 30 cm) şi să determine căldura specifică a aliajului; *Fiecare grupă va avea alt aliaj şi va efectua mai mute determinări pentru lungimi diferite ale firului*; Să recupereze aliajul de lipit − acesta poate fi folosit în proiectele viitoare, nefiind afectat de "tratamentul" la care a fost supus;	• **Efectuează experimentul** şi **înregistrează** într-un tabel valorile măsurate şi calculate: 1. Toarnă în calorimetru o cantitate de apă cu masa 100 g şi măsoară temperatura apei la echilibru termic cu termosul; 2. Pune proba de aliaj de lipit într−un pahar de sticlă termorezistentă, plin cu apă. Trece firul de aţă peste marginea paharului, astfel încât să poată scoate proba trăgând de fir. Aduce apa la fierbere cu un încălzitor; 3. Când apa fierbe, scoate proba din apă (ţinând de capătul liber al firului de aţă) şi cufundaţi−o repede în apa din termos; **Notează temperatura** la care se stabileşte echilibrul termic; 4. Aplică principiile calorimetriei şi determinaţi căldura specifică a aliajului de lipit; **Compară** rezultatul obţinut cu cele obţinute de celelalte echipe. Analizaţi sursele de erori care ar fi putut afecta rezultatul şi faceţi propuneri pentru creşterea acurateţei

	determinării;
• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** pe baza experimentului pentru determinarea căldurii specifice a unui corp solid;	• **Constată** că: 1. După un anume timp se realizează echilibrul termic, termometrul indică aceiaşi temperatură; 2. Oricare ar fi corpurile care interacţionează termic, suma algebrică a cantităţilor de căldură transferate este nulă (al doilea principiu al calorimetriei)- căldura trece de la sine de la corpul „cald" la cel „rece" etc.;
• **Precizează** elevilor că substanţele/ corpurile observate diferă prin temperatura iniţială, starea lor de agregare, respectiv prin cantitatea de căldură primită sau cedată; **denumeşte** acest proprietate conducţie, convecţie sau radiaţie termică şi o **defineşte** ca raportul dintre cantitatea de căldură primită sau cedată de masa ***m*** a unui corp în unitatea de timp ; apoi **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *în termeni de „căldură specifică"*;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **reformulează constatările:** în termeni de conducţie, convecţie sau radiaţie termică: coeficient caloric, calorimetrie, corpurile pot schimba pentru unitatea de masă o căldură bine determinată, definită de natura acestuia; - putem afla materialul din care este alcătuit corpul dacă am determinat căldura specifică a acestuia; - **propun explicaţii** (sub forma unor *generalizări/ inducţii)*: Oricare ar fi corpurile care interacţionează termic, suma algebrică a cantităţilor de căldură transferate este nulă (al doilea principiu al calorimetriei) etc.; - **formulează enunţul principiului II(legea)** întotdeauna căldura trece de la sine de la corpul „cald" la cel „rece";
• **Cere elevilor** să revină la **exclamaţia iniţială**: „Dacă peste apa fierbinte dintr−un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aştepţi ca apa iniţial caldă să rămână caldă?" şi să **formuleze** un argument la observaţie;	• **Formulează un argument** la iniţială: Energia cinetică pierdută de moleculele iniţial mai energice este câştigată de moleculele iniţial mai puţin energice (ale apei iniţial rece, ale termosului, ale aerului din imediata vecinătate a apei etc.). Pe ansamblu, nu se pierde şi nu se câştigă energie cinetică de agitaţie termică - aceasta doar se redistribuie. Etc.;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: Dacă peste apa fierbinte dintr−un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, ce se întâmplă oare cu energia cinetică pe care o pierd moleculele apei iniţial fierbinte?	• • **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor,	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile

preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	colectate etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza metodei utilizate: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.; **Materiale**: termos, apă, fir de aliaj de lipit, termometru, sursă de căldură, pahar de sticlă termorezistentă pentru fiert apa etc.;	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: v) **observă că s-au optimizat** condiţiile de izolare termică pentru termos în comparaţie cu calorimetru de; w) **calculează** căldura specifică pentru aliajul de lipit; x) **demonstrează experimental** că în condiţii de izolare foarte bună(înveliş adiabatic la termos) valoarea obţinută are mai mici erori ca în primul experiment; y) **construiesc un calorimetru , posibil** din două pahare de plastic unul mare altul mai mic aşezat pe un dop de plută în primul, capacul este din carton etc.; z) **calculează** căldura specifică; **calculează** erorile şi constată că sunt mai mari decât prin celelalte metode; sursa principală de erori este slaba izolare termică, învelişul adiabatic necorespunzător; ***Explicaţii:*** *La baza determinării căldurii specifice a unui corp solid stă ecuaţia calorimetrică. Aceasta este relaţia care exprimă echivalenţa dintre cantitatea de căldură cedată de un corp cald şi cantitatea de căldură primită de un corp mai rece, temperatura finală a celor două corpuri aflate în contact fiind aceeaşi;* *Punerea în contact a celor două corpuri de temperaturi diferite şi măsurarea temperaturii finale se realizează cu ajutorul calorimetrului;* *Dacă introducem în calorimetru corpul de cercetat de masa m aflat la o temperatură t mai mare decât temperatura t_1 a apei din calorimetru, atunci cantitatea de căldura cedată de corp calorimetrului va fi data de relaţia:* $Q_1 = m \cdot c\,(t - \theta)$ *Unde : c - căldura specifica a corpului :* θ *- temperatura finală.* *Cantitatea de căldură primită de calorimetru pentru a ajunge la temperatura* θ *este data de relaţia :* $Q_2 = (m_1 - c_1 + k) \cdot (\theta - t_1)$ *Unde :* m_1 *– masa apei din calorimetru ;* c_1 *– căldura specifică a apei ;* *k – capacitatea calorică a calorimetrului propriu zis, a agitatorului şi a termometrului;* *Deci k (* $\theta - t_1$ *) reprezintă căldura absorbită de vasul calorimetrului, de agitator şi de termometru. La echilibru avem :* $Q_1 = Q_2$ $Q_1 = m \cdot c\,(t - \theta)$ $Q_2 = (m_1 - c_1 + k) \cdot (\theta - t_1)$ $m \cdot c\,(t - \theta) = (m_1 - c_1 + k) \cdot (\theta - t_1)$; *de unde putem scoate căldura specifică a corpului studiat:*

	$c = \frac{(m_1 \bullet c_1 + k) \bullet (\theta - t_1)}{m(t - \theta)} J / kg \bullet grad$ *Deci, cunoscând valorile k şi c_1 rămâne să măsurăm m, m_1, t, t_1 si θ care înlocuite în formula* $c = \frac{(m_1 \bullet c_1 + k) \bullet (\theta - t_1)}{m(t - \theta)} J / kg \bullet grad$ *calcularea căldurii specifice a corpului respectiv;*
• **Cere elevilor să determine experimental** căldura specifice pentru aliajul de lipit;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **determină experimental/ demonstrează/ aplică**: - la baza determinării căldurii specifice a unui corp solid stă ecuaţia calorimetrică. Aceasta este relaţia care exprimă echivalenţa dintre cantitatea de căldură cedată de un corp cald şi cantitatea de căldură primită de un corp mai rece, temperatura finală a celor două corpuri aflate în contact fiind aceeaşi; - punerea în contact a celor două corpuri de temperaturi diferite şi măsurarea temperaturii finale se realizează cu ajutorul calorimetrului; - dacă introducem în calorimetru corpul de cercetat de masa m aflat la o temperatură t mai mare decât temperatura t_1 a apei din calorimetru, atunci căldura este cedată apei; - căldura specifică se calculează după relaţia: $c = \frac{(m_1 \bullet c_1 + k) \bullet (\theta - t_1)}{m(t - \theta)} J / kg \bullet grad$
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), implicând elevii în conceperea *raportului final*: **cere elevilor** să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi; **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin tema efectuată acasă şi să treacă în caiet concluziile mai importante.	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produsului final, convin **modalitatea de prezentare** (poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual; - **Selectează şi sintetizează** informaţiile adunate; - **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 5

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecţiei: empiric.** Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la

informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţele cheie;[33]	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	*Test : din Anexă;*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	• **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(6) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(7) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(8) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/
(9) Oveges Jozsef, Azélő fizica (Fizica vie) Ed. Gondolat, Budapesta, 1966

[33] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

37. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
38. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
39. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
40. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: X.7

„Între fulger şi scânteile ce apar atunci când dezbrăcăm o haină sintetică, există vreo legătură?

sau

Între fulger şi postul preferat de radio pe care îl ascultăm, există vreo legătură?”

Elisabeta Stan

Clasa: a X-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **7**
Perioada: …….

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Metode de electrizare. Interacţiuni electrostatice. Legea lui Coulomb Câmpul electric. Intensitatea câmpului electric. Lucrul mecanic al forţelor electrice. Potenţialul electric într-un punct al câmpului electric. Tensiunea electrică. Intensitatea curentului electric. Energia în câmp electrostatic. Condensatori. Mişcarea particulelor electrizate în câmp electric (Programa de fizică pentru clasa a X-a).

Modelul de învăţare asociat: **Investigaţia ştiinţifică**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

- C1. Avansarea ipotezelor alternative la întrebările:
„Între fulger şi scânteile ce apar atunci când dezbrăcăm o haină sintetică există vreo legătură?”
- C2. Examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei: **experienţa proprie a elevilor, cunoştinţe anterioare, observaţii personale, formularea de întrebări de investigat şi selectarea lor, evaluarea ipotezelor, identificarea unor fenomene sau procese legate de fenomenul de electrizare, structura substanţei şi neutralitatea ei.**
- C3. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor – **caută răspunsuri la întrebările cheie prin experimente legate de electrizare, sarcină electrică şi purtători de sarcină, comportarea materialelor conductoare şi izolatoare la electrizare, observarea interacţiunilor directe şi la distanţă, condiţiile de acumulare a sarcinii electrice, efecte.**
- C4. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii – **sintetizează observaţiile experimentale şi elaborează explicaţii ale fenomenelor, emiterea unor ipoteze şi reguli asupra desfăşurării lor, realizarea unor experienţe care să confirme aceste ipoteze şi reguli.**
- C5. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor – **se dezvoltă capacitatea de transfer a elevilor prin analogie, deducţie cu alte situaţii ce convin temei investigate**.
- C6. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor – **se evaluează măsura în care elevii au înţeles şi aplică rezultatele investigaţiei în aplicaţii practice şi rezolvare de probleme.**

Standarde de evaluare:

1. Cunoaşterea şi înţelegerea fenomenelor fizice, a terminologiei, a conceptelor, a legilor şi metodelor specifice domeniului; explicarea funcţionării şi utilizării unor produse ale tehnicii în viaţa de zi cu zi:
- să cunoască şi să înţeleagă fenomenul de electrizare, precum şi consecinţele pe care le implică: existenţa sarcinilor electrice, neutralitatea electrică a corpurilor şi substanţelor, interacţiunile între sarcini electrice, legea de interacţiune, conceptul de câmp electrostatic şi interacţiune la distanţă, mărimile caracteristice acestuia şi necesitatea utilizării lor în practică – aplicaţie directă la condensatoare. Să aplice cunoştinţele însuşite în domeniul altor ştiinţe, cum ar fi: biologie, construcţii civile, industriale şi de maşini, electronică şi energetică, etc.

2. Investigarea ştiinţifică experimentală şi teoretică:

- să observe şi să înregistreze observaţiile referitoare la fenomenele pe care le-au realizat experimental

- să realizeze aplicaţii practice experimentale, să stabilească etapele de desfăşurare şi rezultatele aşteptate, după realizarea lor.

- să utilizeze instrumente şi tehnici de evaluare şi interpretare calitativă şi cantitativă a rezultatelor experimentale.

3. Rezolvarea de probleme practice şi teoretice prin metode specifice:

- să rezolve probleme cu caracter teoretic sau practic

- să facă transferul noilor cunoştinţe intra- şi interdisciplinar unor fenomene.

4. Comunicarea folosind limbajul ştiinţific:

- să utilizeze metode elementare de înregistrare a datelor experimentale

- să formuleze observaţii proprii asupra fenomenelor studiate

- să se exprime folosind conceptele şi noţiunile noi însuşite

5. Protecţia propriei persoane, a celorlalţi, a mediului înconjurător:

- să aplice normele de protecţie individuală în timpul experimentelor

- să cunoască aplicaţiile electrostaticii în practică: paratrăsnetul, cuşca Faraday, etc.

Scenariul :prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare" elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, şi anume: „Între fulger şi scânteile ce apar atunci când dezbrăcăm o haină sintetică, există vreo legătură? Sau „Între fulger şi postul preferat de radio pe care îl ascultăm, există vreo legătură?" Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideile următoare: *între fulger şi scânteile ce apar la dezbrăcarea hainelor există aceeaşi cauză care le determină, electrizarea, diferenţa dintre ele fiind determinată de cantitatea de sarcină electrică acumulată, de mediul în care se produc; sarcinile electrice acumulate pe corpuri sunt statice, fapt care va determina interacţiuni, interacţiunile dintre corpurile electrizate depind de cantitatea şi semnul sarcinilor electrice, de distanţa dintre corpuri (Legea lui Coulomb); faptul că interacţiunile se transmit la distanţă determină o altă formă de manifestare a materiei: câmp electrostatic; acesta se caracterizează printr-o distribuţie spaţială, intensitatea câmpului într-un punct, potenţialul electric într-un punct al câmpului, diferenţa de potenţial între două puncte ale câmpului, energia potenţială a câmpului electrostatic; cea mai importantă aplicaţie a acumulării sarcinilor electrice pe corpuri conductoare o reprezintă condensatoarele electrice, dispozitive electrice ce se utilizează în electrotehnică şi electronică; elevii, pe parcursul investigaţiei vor*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv: planificare sau anticipare. **Scenariul lecţiei: tehnologic**. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): clasifică tipurile de electrizare, sarcinile electrice, interacţiunile între sarcini, sarcina electronului, intensitatea interacţiunilor, interacţiunile la distanţă.	• **Evocă** experimente simple privind producerea fenomenului de electrizare utilizând instrumente neconvenţionale precum: rigle de plastic, perii de păr, bucăţele de hârtie, fire de păr, etc. • **Observă** diferite moduri de producere a electrizării: frecare, contact, influenţă folosind baghete de ebonită, sticlă, metal izolat şi neizolat, materiale de lână, bumbac,mătase naturală, bobiţe de polistiren şi/sau acoperite cu staniol, electroscoape, maşina

Prezintă videoclipuri referitoare la fulgere şi fenomene electrice.

electrostatică, etc.

FIŞA EXPERIMENTELOR DE ELECTROSTATICĂ – ELECTRIZARE; SARCINI ELECTRICE; ELECTROSCOP; CONDUCTORI ŞI IZOLATORI;

Experimentul: numărul 1

Data:

Numele:

Clasa:

Echipa:

Coechipieri:

Scopul : Studierea principiilor de bază ale electrostaticii şi învăţarea utilizării electroscopului.

Materiale utilizate: stative, bobiţe de polistiren, hârtie, foiţă de aluminiu,fire de aţă (mătase, nylon), baghete de sticlă, de ebonită, de metal izolate şi neizolate, rigle, electroscoape, bucăţi de lână, material plastic, bumbac, mătase etc.

Consideraţii teoretice:

Se ştie că există două tipuri de sarcini electrice, pozitive (+) şi negative (-). În funcţie de structură, unele obiecte pot pierde uşor electroni, iar altele pot câştiga electroni. Din această cauză, în urma interacţiunii dintre diferite obiecte, unele câştigă electroni şi se încarcă cu sarcină electrică negativă (bagheta de ebonită frecată cu o bucată de lână), iar altele pierd electroni şi se încarcă cu sarcină electrică pozitivă (bagheta de sticlă frecată cu o bucată de mătase). Corpurile încărcate cu sarcină pozitivă atrag corpurile încărcate cu sarcină negativă, cele încărcate cu acelaşi tip de sarcină se resping. Electroscopul este un instrument pentru detectarea sarcinii electrice şi a tipului de sarcină, calitativ şi cantitativ. Materialele se împart în două grupe: conductoare (permit trecerea curentului electric) şi izolatoare (nu permit trecerea curentului electric).

În aceste experimente vom examina cum corpurile se pot încărca cu sarcini electrice, tipurile de sarcini şi cum interacţionează unele asupra altora.

Experimente

.Electrizareacorpurilor şi interacţiunile între corpurile electrizate: folosind baghete de sticlă, de ebonită, de metal izolate şi neizolate, bucăţi de lână, material plastic, bumbac, mătase etc., stative, bobiţe de polistiren, hârtie, fire de aţă, mătase, nylon .Sarcini de lucru: - Descrieţi modul de lucru. -Câte experimente aţi realizat? – Descrieţi procedura de realizare a lor. -Ce aţi observat? - Câte metode de electrizare aţi identificat? –Ce tipuri de interacţiuni aţi observat? – Ce alte observaţii mai aveţi? – Notaţi totul în caiete.

.Electroscopul : folosiţi aceleaşi materiale ca mai sus şi un electroscop. Sarcini de lucru:

- Observaţi părţile componente ale electroscopului? – Observaţi şi notaţi ce se întâmplă cu foiţele electroscopului când sfera acestuia este pusă în contact cu diverse corpuri electrizate. – Cum procedaţi pentru a efectua o nouă observaţie? –Ce aţi observat? – Notaţi. Cum procedaţi pentru a identifica tipul de sarcină cu care este încărcat corpul şi electroscopul?- Notaţi în caiete modul de lucru şi observaţiile. –Interpretaţi şi explicaţi ceea ce aţi observat şi notaţi în caiete.

3. Corpuri conductoare şi izolatoare : folosiţi un electroscop, baghete de sticlă, de ebonită, de metal izolate şi neizolate, bucăţi de lână, bumbac, mătase, material sintetic, fire conductoare, bile mici de aluminiu sau cupru, suspendate prin fire de aţă, nylon, mătase. Electrizaţi baghetele prin frecare şi descoperiţi care dintre materialele utilizate sunt conductoare şi care sunt izolatoare. Notaţi prin ce experiment aţi descoperit acest lucru, cum aţi procedat şi care este diferenţa în modul de distribuţie al sarcinilor la conductoare şi la izolatoare.

• **Evocă întrebările de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): „*De ce riglele, baghetele atrag corpuri uşoare după ce au fost frecate cu diverse materiale?* ” „*De ce materialele folosite atrag şi ele corpuri uşoare? sau „Care sunt factorii care determină deviaţia foiţelor electroscopului?” „De cine depinde deviaţia produsă?” „De ce bagheta neizolată nu se electrizează”sau „de ce bobiţele de polistiren agăţate cu fire izolatoare sunt întâi atrase de bagheta electrizată şi apoi respinse?”, „De ce când apropiem o baghetă electrizată de un pendul electric bobiţa se electrizează? Ce observăm?”etc.* şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebări, privind cauzele fenomenului observat;

• **Orientează gândirea elevilor către identificarea** proprietăţilor sarcinilor electrice, interacţiunilor dintre acestea, tipurilor de materiale şi a proprietăţilor acestora, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* (utilizează maşina electrostatică pentru efectuarea altor experimente care să permită elevilor observarea distribuţiei sarcinilor electrice pe diverse corpuri, morişca electrostatică, cuşca Faraday, vârfuri, etc.).

• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări, de exemplu: „probabil din cauză că sunt confecţionate din materiale diferite”; „probabil că se electrizează şi baghetele şi materialele, prin frecare”; „ probabil că atingerea electroscopului cu o baghetă electrizată determină deviaţia foiţelor acestuia”;
„este posibil ca unghiul de deviaţie să depindă de cantitatea de sarcină electrică”; „probabil că bagheta metalică este bună conductoare de electricitate şi nu se electrizează; când este pe un suport de plastic ea se electrizează, înseamnă că materialul plastic nu este conductor de electricitate;” , etc.

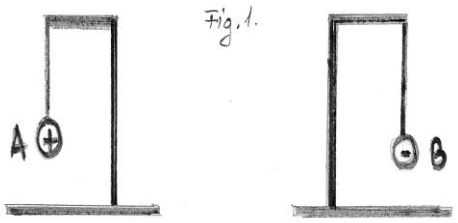
• **Stabilesc** corespondenţele între observaţiile experimentale realizate de ei şi cele efectuate de profesor

• **Evocă/ exersează** producerea altor experimente:

Fişa de lucru individual I:

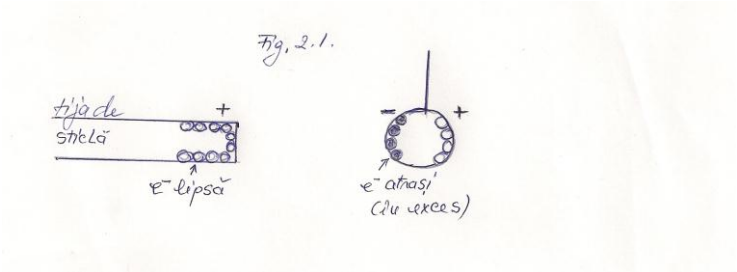
1.Am observat bine?

Pendulul A este încărcat pozitiv. El va fi pus în contact cu pendulul B încărcat negativ. Ce se va observa?

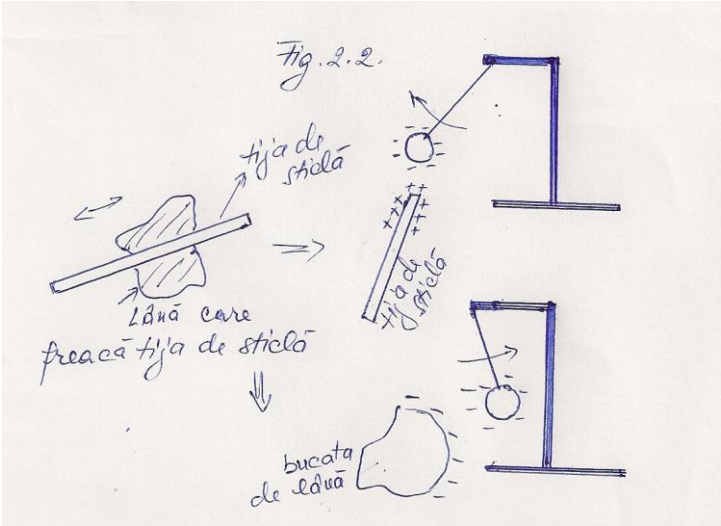


2.Am înţeles?

2.1 Schema arată ce se întâmplă cu un pendul când de el se apropie o tijă de sticlă electrizată pozitiv. Explicaţi atracţia iniţială a unui pendul neîncărcat sau a unei bucăţi de hârtie.



2.2 A doua experienţă sugerează ce fac electronii atunci când frecăm o tijă de sticlă cu o bucată de lână. Interpretaţi această experienţă:



3.Am reţinut?

A, B, C, sunt corpuri electrizate.

3.1 A respinge B; B atrage C; C atrage D; D este pozitiv. Care este semnul sarcinilor cu care sunt încărcate corpurile A, B, C?

3.2 A respinge D; B atrage D; C este negativ. D atrage C. Care este semnul sarcinilor cu care sunt încărcate corpurile A, B, D?

4. Sunt capabil să...

4.1 Descriu un experiment care să arate existenţa a două feluri de sarcini electrice?

4.2 Enunţ legea acţiunilor reciproce a corpurilor electrizate?

4.3 Descriu structura unui atom?

Să explic, cunoscând structura atomilor, electrizarea unei bucăţi de lână frecată cu un material plastic?

Evocă cunoştinţele de structură atomică a materialelor, precum şi pe cele legate de atomi.

Explică neutralitatea din punct de vedere electric a substanţei şi emit ipoteze asupra posibilităţii producerii electrizării la materiale izolatoare, cât şi la metale, asupra sarcinilor electrice.

- **Reformulează** ipotezele formulate anterior:
- **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica fenomenele observate.
- **Alcătuiesc grupe de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
- **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor;

- **Efectuează tema pentru acasă** (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor, realizează instrumente neconvenţionale).

5. Temă personală

5.1 *Interpretaţi:*

Frecând o riglă din plastic, puteţi să atrageţi bucată mică de hârtie. Ştiţi că prin frecare rigla se electrizează şi trebuie să admiteţi, pentru a explica atracţia, că distribuţia sarcinilor electrice în bucata de hârtie s-a modificat la apropierea riglei. Propuneţi o interpretare a acestui fenomen. Aceeaşi întrebare, dacă se apropie o tijă de sticlă de aceeaşi bucată de hârtie.

5.2 *Explicaţi:*

Ştiţi că electrizarea prin frecare se interpretează ca un transfer de electroni. Explicaţi ce se întâmplă când: a) frecaţi o baghetă de

- **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;

- **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat;
- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor; se propune confecţionarea de către elevi a unor instrumente muzicale simple.

plexiglas cu o bucată de lână; b) frecaţi o baghetă de polistiren cu o bucată de lână.
5.3 *O experienţă amuzantă:* Reglaţi robinetul de apă în aşa fel , încât să lase să curgă un fir subţire de apă. Electrizaţi o riglă de plastic prin frecare cu mâneca, de exemplu. Apropiaţi rigla la 2-3 cm de firul de apă. Ce observaţi?
5.4 *Construiţi un electroscop folosind:* o bucată de carton, o capsă, o scobitoare lungă şi o placă de polistiren. Cum puteţi stabili calitativ gradul de electrizare pentru diferite corpuri?

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Săptămâna: conform planificării unităţii de învăţare

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental**. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să prezinte instrumentele confecţionate** acasă. • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare stative, bobiţe de polistiren, hârtie, foiţă de aluminiu,fire de aţă (mătase, nylon), baghete de sticlă, de ebonită, de metal izolate şi neizolate, rigle, electroscoape, bucăţi de lână, material plastic, bumbac, mătase, maşina electrostatică etc., **prezintă** filme didactice referitoare la interacţiunea electrostatică şi **cere elevilor, organizaţi pe grupe să experimenteze:** Condiţii de modificare a interacţiunii electrostatice, distribuţiei spaţiale a câmpului electrostatic, intensităţii câmpului electrostatic într-un punct, potenţialului electric într-un punct al câmpului, diferenţei de potenţial între două puncte ale câmpului şi energiei potenţiale ale câmpului electrostatic. Relaţiile de dependenţă între mărimile caracteristice.	• **Evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; *Activitate pe grupe de lucru:* - • **Grupa I: Legea lui Coulomb** - **observă** dependenţa forţei de interacţiune dintre sarcinile electrice ale unor corpuri electrizate de mărimea sarcinilor ce interacţionează, de distanţa dintre corpurile electrizate şi de natura mediului în care se găsesc acestea (aer şi petrol); - **produc şi înregistrează** date experimentale virtuale, în baza modelărilor digitale pe care le au la dispoziţie - **înregistrează şi deosebesc** valori ale sarcinilor electrice şi semnul lor, distanţei dintre sarcini, permitivităţii electrice relative a mediului şi valori ale forţelor de interacţiune - **compară** valorile forţei de interacţiune obţinute pentru aceeaşi distanţă şi acelaşi mediu, dar valori şi semne ale sarcinilor electrice diferite; - **compară** valorile forţei de interacţiune obţinute pentru aceleaşi valori ale sarcinilor electrice şi acelaşi mediu, dar valori diferite pentru distanţa dintre sarcini; similar pentru alte semne ale sarcinilor electrice; - **compară** valorile forţei de interacţiune obţinute pentru aceleaşi valori ale sarcinilor electrice şi aceeaşi distanţă între sarcini, dar valori diferite ale permitivităţii electrice relative a mediului; similar pentru alte semne ale sarcinilor electrice; ○ **Grupa II: Câmpul electrostatic. Linii de**

câmp. Intensitatea câmpului electric.

- **observă** bobiţe de polistiren libere electrizate pozitiv, care se aşează în câmpul electric creat de diverse corpuri electrizate; modul de aranjare al firelor de păr de pe cap, electrizate; modul de dispunere al tăiţeilor de hârtie prinşi de o tijă metalică în cupola maşinii electrostatice
- **constată** existenţa câmpului electrostatic creat de sarcina electrică a unor corpuri electrizate; distribuţiei spaţiale a acestuia; liniilor de interacţiune electrostatică (liniile de câmp) cu ajutorul unor corpuri de probă electrizate;
- **urmăresc** filmele didactice şi experimentele virtuale referitoare la câmpul electrostatic, distribuţia spaţială şi intensitatea acestuia
- **observă** că interacţiunile cu corpurile de probă scad în intensitate pe măsura îndepărtării de corpul generator de câmp;
- **sesizează** că sensul liniilor de câmp depind de semnul sarcinii generatoare de câmp şi sunt perpendiculare pe suprafaţa corpului electrizat generator de câmp
- **constată** că intensitatea câmpului electric într-un punct al câmpului electric este mărime vectorială, care are direcţia tangentă la liniile de câmp şi sensul liniilor de câmp, valoarea sa depinde doar de semnul, mărimea sarcinii generatoare de câmp şi de distanţa până la punctul considerat ;
- **determină** valori ale intensităţii câmpului electric în experimente virtuale

- **Grupa III: Potenţialul electric într-un punct al câmpului electric, diferenţa de potenţial între două puncte ale câmpului şi energia potenţială ale câmpului electrostatic**
- **urmăresc** filmele didactice şi experimentele virtuale referitoare la potenţial electric şi energie potenţială a câmpului electrostatic
- **constată** că forţa de interacţiune coulombiană nu are valoare constantă în câmp
- **deosebesc** între lucrul mecanic efectuat de o forţă constantă şi una variabilă
- **observă** că în câmp electrostatic asupra unui corp de probă electrizat acţionează o forţă medie pentru a-l deplasa între două puncte ale câmpului (media geometrică a forţelor ce acţionează asupra corpului de probă în fiecare punct considerat)
- **calculează** lucrul mecanic efectuat
- **constată** că lucrul mecanic efectuat între cele două puncte ale câmpului nu depinde de drum;
- **calculează** diferenţa de potenţial între două puncte ale câmpului şi potenţialul electric într-un punct al câmpului;
- **determină** energia potenţială a câmpului electric într-un punct pe baza teoremei de variaţie a energiei potenţiale ($\Delta E = - L$)

- **Cere elevilor** să comunice rezultatele observaţiilor efectuate

- Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** legate de sarcinile de lucru:

Grupa I:

- forţa de interacţiune electrostatică depinde de semnul şi mărimea sarcinilor electrice ce

	interacţionează, distanţa dintre corpurile electrizate şi de natura mediului în care se găsesc; - **Grupa II:** - câmpul electrostatic creat de un corp electrizat aflat în repaus are o distribuţie spaţială ce depinde de forma corpului, de felul cum este distribuită sarcina pe suprafaţa lui - prin utilizarea corpurilor de probă reale sau virtuale, au determinat sensul liniilor de câmp în funcţie de semnul sarcinii electrice **Grupa III:** - diferenţa de potenţial (tensiunea electrică) între două puncte ale unui câmp electric depinde de lucrul mecanic efectuat pentru a transporta corpul de probă, electrizat pozitiv, între cele două puncte ale câmpului şi valoarea sarcinii electrice a corpului de probă; - potenţialul electric într-un punct al câmpului electric este o mărime fizică scalară, caracteristică câmpului - energia potenţială într-un punct al câmpului electric determină capacitatea acestuia de a efectua lucru mecanic prin deplasarea unei sarcini electrice - există legătură fenomenologică între fulger şi scânteia rezultată la dezbrăcarea unei haine din material sintetic • **Elevii prezintă observaţiile experimentale în faţa clasei.** **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări.	• **Efectuează tema pentru acasă/ grupele de lucru** ca răspunsuri la întrebări: 1. Viteza undei se modifică dacă mărim tensiunea la care este supusă coarda? 2. Cum explicaţi viteza mai mare a sunetelor prin corpurile solide decât în cele lichide şi gazoase? 3. Depinde viteza de propagare a sunetului de temperatura mediului? 4. De ce nu auzim o sonerie care sună sub un clopot vidat? 5. Care este legătura între lungimea coloanei care vibrează şi lungimea de undă în cazul tuburilor deschise şi închise? 6. Cum putem determină frecvenţa fundamentală a sunetului emis de un tub închis/ deschis de lungime dată.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

Săptămâna: conform planificării unităţii de învăţare

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: inducţie. **Scenariul lecţiei: inductiv**. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare

	Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** etapei de explorare şi cere elevilor să reunească datele în tabele de valori, să stabilească formule de dependenţă. • **Cere elevilor să stabilească o** relaţie de dependenţă a frecvenţei funcţie de lungimea corzii şi tensiunea la care este supusă; Să indice o relaţie de dependenţă între lungimea de undă, frecvenţă şi viteza de propagare. • Solicită elevilor să deosebească modul cum se formează componentele sunetului la tuburile închise şi cele deschise. • **Ghidează elevii să constate** că viteza de propagare depinde de proprietăţile mediului şi nu caracteristicile undei.	**Grupa I:** Reunesc observaţiile într-un tabel, includ pozele oscilogramelor şi interpretările lor. **Grupa II:** Determină formula pentru frecvenţa fundamentală şi pentru armonicele superioare în cazul unui fir de lungime dată pe care se formează unde staţionare. Rezolvă problema determinării frecvenţei fundamentale a sunetului emis de un tub deschis şi închis de lungime dată şi stabileşte deosebiri între cele două situaţii: - în cazul tuburilor deschise la capete se formează ventre: $l = n \cdot \frac{\lambda}{2} \qquad n = 1,2,3,\ldots;$ - în cazul tuburilor închise, la capătul închis se formează nod: $l = (2n-1) \cdot \frac{\lambda}{4} \qquad n = 1,2,3,\ldots;$ **Grupa III:** Analizează datele obţinute, argumentează alegerile şi reunesc într-un tabel comun tensiunea, frecvenţa, lungimea de undă şi viteza. **Constată că:** - menţinând constantă tensiunea la care este supusă coarda şi modificând treptat frecvenţa sursei emiţătoare de unde, nu se variază viteza undei; - dacă frecvenţa undei se dublează, lungimea de undă se înjumătăţeşte dar viteza undei rămâne constantă; dacă se măreşte tensiunea la care este supusă coarda, se va mări şi viteza undei sonore. **Reformulează constatările**, concluzionând că viteza de propagare a undei nu depinde de caracteristicile undei; viteza de propagare a undei depinde de proprietăţile elastice şi inerţiale ale mediului. **Stabilesc relaţia matematică** între lungimea de undă, frecvenţa şi viteza undei *Activitate frontală*
• **Cere elevilor** să revină la întrebările temă de investigat şi să **formuleze explicaţii**	• **Formulează argumente, stabilesc conexiuni** între fenomenele investigate şi noile situaţii problemă, prezintă experimentul cu o sonerie sub un clopot vidat.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să se documenteze referitor la efectul Doppler (indică surse bibliografice precum şi aplicaţii în practică, ex. radarul) **şi să găsească răspunsul la o întrebare temă.**	• **Efectuează tema pentru acasă**: *„De ce creşte înălţimea sunetului emis de sirena unei salvări care se apropie de noi şi scade când se depărtează?”*

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Lecţia 4

Săptămâna: conform planificării unităţii de învăţare

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: deducţie. **Scenariul lecţiei: deductiv**. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate. • **Propune** elevilor materiale documentare referitoare la ultrasunete şi infrasunete şi aplicaţiile lor	Activitate frontală aa) **confecţionează** o sursă emiţătoare de sunet, care să fie plasată de exemplu pe un cărucior mobil; bb) **observă** variaţia înălţimii sunetului emis de sursă la apropierea/depărtarea sursei; cc) **explică** efectul Doppler şi condiţiile în care apare; dd) **stabilesc** cu ajutorul profesorului formulele frecvenţei la apropierea/depărtarea sursei; – în cazul în care sursa sonoră se apropie de receptor cu viteza v, atunci unda „ se înghesuie„ în direcţia respectivă, iar lungimea de undă scade: $\lambda_a = (c-v)/\nu$ iar frecvenţa sunetului creşte : $\nu_n = c/\lambda_a$ (sunetul este mai înalt) ; – în cazul în care sura sonoră se depărtează de receptor cu viteza v, lungimea de undă creşte: $\lambda_d = (c+v)/\nu$ iar frecvenţa sunetului scade : $\nu_n = c/\lambda_d$ adică sunetul devine mai grav. ee) **evidenţiază** aplicaţii practice: radarul rutier, principiul de funcţionare.
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de instrumente neconvenţionale, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseuri); stabilesc **modalităţi de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 5

Săptămâna: conform planificării unităţii de învăţare

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecţiei: empiric.** Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.; • **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru; • **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie:

(10) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(11) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(12) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(13) Schlett, Z. (coord) Experimente de Fizică şi aplicaţii partea 3, Editura Mirton Timişoara 2003;
(14) Einführung in die Physik, 1977, Frankfurt am Main
(15) www.physicsclassroom.com
(16) Schlett, Z. (coord) Experimente de Fizică şi aplicaţii partea 3, Editura Mirton Timişoara 2003;
(17) www.phys.unsw.edu.au/jw/voice.html#sound
(18) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;

Unitatea de învăţare: X.8
Electrocinetica-Circuite electrice
sau
„Întrebarea lui ANDREI, elev în clasa a VI-a: Atunci când o baterie este consumată toţi electronii mor?”

Sorina Maria Leu

Clasa: a X-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizat: 7
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Curentul electric-definiţie, condiţie de existentă, purtători de sarcini în solide, lichide şi gaze. Circuitul electric-elemente (surse, consumatori, conductori, întrerupători). Mărimi caracteristice - I, E, U, R. Definire, caracteristici. Instrumente de măsură. Legea lui Ohm –variante ale legii, verificare experimentală.
Modelul de învăţare asociat: **INVESTIGAŢIA**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de întrebarea **Atunci când o baterie este consumată electronii mor? Pe** parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către înțelegerea mecanismului conducției la nivel microscopic.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv: planificare sau anticipare. **Scenariul lecţiei: tehnologic**. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** – despre curentul electric.	• **Evocă** observaţii referitoare la purtătorii de sarcini şi starea de repaus sau mişcare a acestora; • **Evocă** situaţii , din experienţa proprie , în care evidenţiază fenomenul de descărcare electrică;

• **Evocă o întrebare de investigat** : *Cum am putea provoca mişcarea purtătorilor de sarcini?* **şi cere elevilor să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative** la cauzele fenomenului de descărcare observat (răspunsuri la întrebări de tipul „De ce …?”);(Realizează o descărcare folosind maşina electrostatică - aceasta va fi *întrebarea de investigat)*;	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare făcând referiri la polii maşinii şi la cunoştinţele legate de lucrul mecanic în câmp electrostatic şi diferenţa de potenţial, fac legătura între lucrul mecanic, mărime de proces şi starea purtătorilor de sarcini;
• **Vizează *cunoştinţele*** *anterioare* ale elevilor **şi** *preconcepţiile* elevilor cu privire la temă (explicaţii neştiinţifice) ;	• **Evocă/ exersează** noţiunea de potenţial şi legătura între aceasta şi lucrul mecanic. **reformulează** în aceşti termeni noţiunea de curent electric, fac referiri la sistemul în care se poate obţine un curent continuu şi la clasificarea corpurilor din punct de vedere al conducţiei electrice;
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei, o**rientează gândirea elevilor către identificarea** condiţiei necesare deplasării purtătorilor de sarcini. pentru a putea compara condiţiile in care se poate obţine un circuit electric .Întrebările „De ce?” se traduc acum prin întrebări „Ce este?”, care vor oferi structura investigaţiei (etapele), astfel ca elevii să înţeleagă ceea ce trebuie să cerceteze;	• **Disting** situaţii în care circuitul este parcurs de curent, folosind diferite corpuri pentru închiderea circuitului(fir metalic, bandă de cauciuc, mină de creion, tub de sticlă); • **Alcătuiesc grupuri de lucru** pentru verificarea ipotezelor/ variantelor de răspuns, asociindu-se în funcţie de răspunsul dat sau de preferinţe; denumesc grupurile de lucru (sugerând alegerile, trăsăturile grupului etc.);
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[34]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.;
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[35]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este un lucru?”.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

[34] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[35] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental**. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimente **şi cere** efectuarea măsurărilor şi înregistrarea lor (în tabele): baterii de 6 si 9 volţi, becuri, conductori, ampermetre, voltmetre, întrerupătoare;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: • **măsoară** intensitatea curentului în circuit folosind surse diferite şi intensitatea din circuit în puncte diferite; • **observă** că valoarea intensităţii curentului electric depinde de sursa şi că într-un circuit simplu, intensitatea este aceeaşi în orice punct, **înregistrează** rezultatele într-un tabel; • **folosesc** voltmetrul pentru măsurarea tensiunii electromotoare, a tensiunii la bornele circuitului şi la bornele a două becuri montate în serie;
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile, să formuleze concluzii;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile:** t.e.m. se măsoară cu voltmetrul în paralel cu bateria şi circuit deschis; **observă** proprietatea de aditivitate a tensiunii şi concluzionează că valoare căderii de tensiune pe circuitul interior sursei se determină indirect; • Dacă şi-au încheiat activitatea, elevii se **reorientează** către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile:** 1 Rezolva probleme de calcul (numărul de electroni ce trec printr-o secțiune de circuit știind valoarea intensității si intervalul de timp; determina grafic I=f(t) in condițiile in care intensitatea nu este constanta. 2 Explica,pe baza cunoștințelor legate de structura specifica metalelor si de mișcarea termica,variația rezistentei cu temperatura.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Lecţia 3

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	
Oferă elevilor materiale pentru experimente şi cere efectuarea observaţiilor şi măsurărilor şi înregistrarea lor (în tabele): Baterii de 6 si 9 volţi, alimentatoare, fire de legătură, stative cu fire conductoare de parametrii diferiţi;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind: - rezistenţa electrică este o caracteristică a porţiunii de circuit; - măsurarea R se poate face folosind un ampermetru şi un voltmetru sau un ohmmetru; - valoare rezistenţei electrice depinde de: lungimea firului, de secţiune, de natura materialului;
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	- Valoarea rezistentei electrice depinde de temperatura.
• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile:** pe baza cunoştinţelor legate de structura specifica metalelor si de mişcarea termica,variaţia rezistentei cu temperatura.	• **Efectuează tema pentru acasă** având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **reunesc într-un tabel comun** intensitatea şi tensiunea măsurate pentru circuitul realizat şi adaugă o coloană a rapoartelor tensiune/ intensitate;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă):** Folosind relaţia de definiţie a rezistentei electrice, deduce legea lui Ohm pentru o porţiune de circuit şi apoi forma	• **Formulează ipoteze** privind relaţia aşteptată;

legii pentru întreg circuitul;	
• **Cere elevilor să reprezinte grafic** pe hârtie milimetrică, dependenţa dintre intensitatea curentului prin circuit şi tensiunea la bornele rezistorului;	• **Constată** că: panta dreptei este panta dreptei este o caracteristica a fiecărui rezistor - rezistenţa rezistorului;
• **Pune la dispoziţia elevilor** elementele de circuit necesare realizării practice a unui circuit simplu şi instrumente de măsură şi **cere elevilor** să distingă între cele doua forme ale legii, între rezistenţa circuitului exterior şi interior, **să sintetizeze observaţiile;**	• **Analizează datele credibile:** Relaţia R=U/I este echivalenta cu I=U/R; • **Disting** între E, U, u şi evidenţiază relaţia dintre ele; • **Formulează legea** Lui Ohm pe întreg circuitul; • **Reprezintă grafic** prin puncte perechile de valori U şi I, determină relaţia dintre panta dreptei şi R, explică erorile de măsură studiind poziţia punctelor din plan faţă de dreaptă; • **Reformulează constatările**, pe baza graficului: panta dreptei este o caracteristica a fiecărui rezistor; • **Efectuează tema pentru acasă:** 1. **Rezolvă probleme/ întrebări** implicând relaţiile însuşite şi altele; 2. **Scriu un eseu cu tema:** *supraconductivitatea folosind informaţii de pe internet;*
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: *„Întrebarea lui ANDREI, elev în clasa a VI-a : Atunci când o baterie este consumată toţi electronii mor?”* şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere elevilor** să:1 Rezolve probleme/ întrebări implicând relaţiile însuşite şi altele; 2. Scrie un eseu cu tema : supraconductivitatea folosind informaţii de pe internet.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor	

căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea practică a unui circuit simplu;	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - **studiază** circuite simple în situaţii diferite, observă diferenţele dintre cazurile de mers în gol, în sarcină şi scurtcircuit, - **observă** relaţia dintre intensităţile curentului în cele trei cazuri şi relaţia între tensiunile la bornele surei în aceleaşi cazuri;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145)..

Lecţia 6 şi 7

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe, etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **cere elevilor** să rezolve probleme practice şi teoretice, să distingă între situaţii în care se scurtcircuitează o parte a circuitului, să rezolve probleme teoretice ce conţin noţiunile însuşite.	• Elevii rezolvă probleme şi discută valorile numerice obţinute;

• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[36];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*; *Dezbat subiectele tratate în produsele prezentate;*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ****Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.*

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.htm
(6) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

[36] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

41. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
42. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
43. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
44. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: X.9
Reţele electrice
sau
„De ce, aseară, numai în partea de nord a oraşului locuitorii au folosit lumânări?

Sorina Maria Leu

Clasa: a X-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: *Reţele electrice, legile lui Kirchhoff; conexiuni serie şi paralel; puntea Wheatstone; şuntul ampermetrului; rezistenta adiţională a voltmetrului.
Modelul de învăţare asociat: **INVESTIGAŢA**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare" elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de întrebarea **De ce, aseară, numai locuitorii din partea de nord a oraşului au folosit lumânări? Pe** parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către înţelegerea funcţionării reţelelor electrice.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţie.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează reţelele electrice într-un concept mai cuprinzător (prezintă un PP cu imagini din oraş în timpul nopţii, evidenţiind complexitatea reţelei de iluminat a oraşului);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind reţelele electrice, necesitatea înţelegerii utilizării acestora în activitatea zilnică etc.;
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice" (la dispoziţia elevilor în clasă): cunoştinţelor anterioare şi *preconcepţiile* elevilor cu privire la temă (explicaţii neştiinţifice): intensitate,	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu noţiuni precum intensitatea curentului electric, tensiunea t. e. m., rezistenţa electrică;

tensiune, rezistenţa electrică şi sarcina electrică;	
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă/ exersează** măsurarea curenţilor prin fiecare latură şi căderile de tensiune utilizând multimetre;
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; **orientează gândirea** elevilor către identificarea mărimilor fizice (reţele electrice, nod de reţea, ochi de reţea,) disting ipotezele formulate;	• **Disting** între laturi active şi pasive. • **Identifică** elementele unei reţele pe exemple simple, produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Formulează** definiţii alternative pentru noduri,laturi si ochiuri; • **Alcătuiesc grupuri de lucru** pentru verificarea ipotezelor/ variantelor de răspuns, asociindu-se în funcţie de răspunsul dat sau de preferinţe; denumesc grupurile de lucru (sugerând alegerile, trăsăturile grupului etc.);
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[37]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[38] (*Schema electrica a locuinţei, Schema unei instalaţii pentru pomul de Crăciun; Domeniul de măsura al multimetrelor; Rezolvarea de probleme teoretice; Comunică elevilor criteriile evaluării sumative finale)*;	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, eventual, cu accent pe rolurile asumate de elevi, individual sau în grup: documentare observare în mediul înconjurător, experimentare etc.) şi cere elevilor să răspundă la sarcini de informare/ documentare din surse cât mai diverse (de tipul „Ce este …?”).	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual/ personal; Efectuează tema pentru acasă: realizarea unei reţele funcţionale folosind baterii si becuri . Se documentează in vederea realizării portofoliului tematic.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

[37] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[38] **Protocolul de evaluare** privesc: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Oferă elevilor materiale:** elementele de circuit necesare realizării practice a unei reţele simple şi instrumente de măsura şi **cere elevilor să experimenteze** (eventual, să verifice legea I şi legea de conservare a sarcinii electrice, legea II şi convenţia de parcurs a unui ochi de reţea);	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **identifică** elementele reţelei prezentate şi elementele reţelei realizate ca temă, relaţii între valorile obţinute şi emit ipoteze, **compară** cele două reţele, realizează o reţea din elementele date, **măsoară** intensităţi şi tensiuni la bornele elementelor de reţea;
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	- Fac corelaţii între rezultatele lor şi legile lui Kirchhoff; - Prezintă grafic o reţea şi stimulează elevii să identifice elementele acesteia;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: - să rezolve probleme cu reţele; - să explice funcţionarea divizorului de curent şi a potenţiometrului; - să explice funcţionarea reţelei din locuinţa proprie; - să rezolve, diferenţiat probleme teoretice.	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări.

[1] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[1] **Protocolul de evaluare** privesc: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **reunesc într-un tabel comun** intensităţile şi tensiunile măsurate pentru reţelele puse la dispoziţie şi cele realizate, incluzând măsurătorile pentru şunt şi rezistenţa adiţională;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă)** cu ajutorul simbolurilor tabelului/ graficului;	• **Formulează ipoteze** privind relaţia aşteptată;
• **Cere elevilor să realizeze experimental** conexiuni serie şi paralel de rezistori;	• Organizaţi pe grupe elevii: realizează reţele ce conţin grupări serie şi paralel de rezistori şi d**etermină experimental r**ezistenţa echivalentă grupărilor serie şi paralel, prin măsurători de intensitate şi tensiune.;
• **Precizează** elevilor că **Implică elevii în stabilirea domeniilor** (limitelor) de aplicabilitate a conceptelor definite, pe baza unui **portofoliu de teme**; - Cere elevilor să stabilească relaţii între rezistenţele rezistorilor conectaţi şi rezistenţa grupării; - Furnizează elevilor alimentatoare, rezistori marcaţi, fire de legătură, multimetre; • **cere elevilor** să extindă (aplice) relaţia de echivalenţă pentru conexiuni de rezistori în serie şi paralel; • **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii.	• **Demonstrează experimental**, că intensitatea curentului prin montaj este mai mică atunci când aceleaşi rezistoare sunt conectate serie, în comparaţie cu montajul paralel al acestora; • **Modelează experimental** avantajele şi dezavantajele conexiunilor serie şi paralel; - Determinarea t.e.m. şi rezistentei echivalente pentru grupări serie şi paralel de surse (tema obligatorie) ; - Deduc expresia matematică a teoremei lui Milman (opţional) - Rezolvă probleme de grad mediu de dificultate şi opţional, probleme cu grad ridicat de dificultate. - Efectuează tema pentru acasă;

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului**): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;**

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia4

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile*	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;

de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, (rezistori, alimentatoare, multimetre, fire de legătură), implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza metodei de măsurare a rezistenţelor folosind puntea Wheatstone şi cere elevilor să măsoare şi să explice rezultatele; Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.;	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - **observă** limitele de măsurare a multimetrelor şi soluţiile pentru extinderea intervalului de măsură; - **construiesc** o punte Wheatstone**; identifică** modul de echilibrare a punţii; - **efectuează** măsurători de rezistenţe şi le compara cu valorile înscrise pe ele; **identifică** erorile de măsură; justifică rezistenţa mică a ampermetrului(demonstraţie); **extind** domeniul de măsurare a ampermetrului folosind un şunt. - **deduc** relaţia dintre şunt şi rezistenta ampermetrului, relaţia dintre rezistenţa adiţională şi rezistenţa voltmetrului (demonstraţie); - **justifică** valoarea mare a rezistenţei interne a voltmetrului. - **extind** domeniul de măsură a unui voltmetru folosind un rezistor adiţional; - **analizează** şi justifică rolul comutatorului de scală la multimetre;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitive/ Scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în

obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
• ***Cere elevilor să de rezolve probleme practice şi teoretice**, să distingă* între situaţii în care sunt necesare reţelele electrice şi să rezolve reţele infinite de rezistori, să discute rezultatele, să motiveze necesitatea utilizării reţelelor de alimentare cu energie electrică;	*Elevii:* - *Rezolvă probleme şi analizează valorile numerice obţinute;* - *Justifică folosirea reţelelor;* - *Evidenţiază rolul grupajelor mixte în economia de energie;*
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[39];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ***Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.*

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.htm
(6) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

[39] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

45. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
46. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
47. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
48. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: X.10
Energia si puterea electrica
„Cum ar arat o zi in care reţeaua de alimentare cu energie electrica a unui oraş ar fi întrerupta ?

Sorina Maria Leu

Clasa: a X-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **8 ore**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare Efectele curentului electric . Energia si puterea electrica Teorema transferului maxim de putere Randamentul unui circuit
Modelul de învăţare asociat: **Proiectul**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (reprezentând competenţe specifice), ca o succesiune lecţii „cu finalitate reală" (Cerghit, I. ş.a., 2001), focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse finite, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este **planificarea sau anticiparea**.

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie surprinzătoare, şi anume: *„Corpuri voluminoase şi grele (vapor, submarin, aisberg, balon cu aer cald, scoarţa terestră etc.) pot pluti pe corpuri „uşoare", cum sunt: apă, aer, magmă etc.!".* Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Corpurile cu masă mare pot avea totuşi o densitate mică!"*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1
Săptămâna: ……1 ora
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă referitoare la efectele curentului electric energia si puterea electrica, teorema transferului maxim de putere, randamentul unui circuit); • **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme***	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind conversia energiei electrice in alte forme de energie, noţiuni legate de putere si randament. • **Se orientează** asupra realizării unor proiecte,

propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: Efetul Joule, efectul magnetic , efectul chimic si biologic. (2) **construcţii : dispozitive experimentale care evidenţiază efectele curentului electric** (3) **referate ştiinţifice** explicând**:** *funcţionarea becului cu incandescenta,a radiatoarelor si altor dispozitive si aparate electrocasnice.* (4) **postere, desene, eseuri literare etc.**, evocând noile cunoştinţe etc.;	**alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu ştiinţific, eseu plastic sau literar etc.);
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (mase, volume, condiţie de plutire); cu acest prilej, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* (utilizarea unor instrumente de măsură pentru măsurarea volumului, masei);	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind fenomenele implicate in sisteme si aparatele utilizate in mod curent. • **Evocă/ exersează măsurarea tensiunii si intensităţii curentului electric**(utilizând circuite simple.
• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă informaţii de tipul „Ce este?”.	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor; • **Efectuează tema pentru acasă**. Se documentează, folosind diverse surse ,in vederea realizării proiectelor. Identifica efecte ale curentului electric la aparatele electrocasnice si întocmesc o fisa de observaţii.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (alimentatoare, becuri, cuve electrolitice soluţie de sulfat de cupru, cadre conductoare, bobine , ace magnetice, fire de legătura, instrumente de măsura si **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către verificarea următoarelor idei: la trecerea curentului prin becuri, acestea	• **Evocă informaţiile culese** cu privire la proiectul ales, **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **observă** funcţionarea becului in condiţiile alimentarii cu tensiune variabila - **observă** depunerea de Cu si compară cantitatea depusa in condiţiile in care timpul ce funcţionare al circuitului in care se afla electrolizorul este variabil .; - **observă** comportarea acului magnetic in apropierea cadrului si bobinei. - **observă** un încălzitor de apa;

luminează si se încălzesc, se observa depuneri de Cu la catodul electrolizorului ia urma trecerii curentului prin soluţie, acul magnetic indica existenta unui câmp magnetic in aproprierea cadrului si a bobinei.)	- **observă** un model de electromagnet
• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind conversia energiei electrice in alte forme de energie. - Căldura si lumina - Energie chimica - Trecerea curentului prin conductori determina apariţia unui câmp magnetic. • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: 1. Care sunt parametrii de care depinde procesul de conversie a energiei electrice in căldura si lumina? 2. Cum se obţine tabla zincata ? 3. Ce aplicaţii au electromagneţii? 4. De ce se înlocuiesc becurile cu incandescenta cu becuri „economice”? 5

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

Săptămâna….2 ore.

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă şi **să distingă un patern** care să explice condiţiile optime de conversie a energiei electrice in alte forme de energie.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: Funcţionarea optima a unui consumator asigura o conversie convenabila de energie. Rezistorii de tip ohmic transforma energia electrica in căldura si lumina. Tipul consumatorului determina tipul de conversie a energiei electrice.
• **Distribuie elevilor** materiale (becuri, rezistori,alimentatoare, instrumente de măsura şi **cere elevilor**: a) să înregistreze într-un tabel comun: Numărul grupei; Tensiunea de alimentare a circuitului si tensiunea la bornele becului in condiţiile in care in circuit exista si un rezistor sau un alt bec in serie cu becul de studiat; b) să reprezinte grafic punctele corespunzând perechilor de tensiuni la bornele circuitului (pe ordonată) şi tensiunea la bornele becului (pe abscisă);	• **Înregistrează** într-un tabel comun perechile de valori tensiune de alimentare si tensiune la bornele becului; • **Reprezintă grafic** prin puncte perechile de valori tensiune/ tensiune pentru circuitele utilizate;
• **Cere elevilor să distingă un patern**	• **Constată** că:

(model, regulă) cu ajutorul tabelului/ graficului, care să explice randamentul unui consumator.;	a) punctele obţinute se înscriu (aproximativ) pe o dreapta; b) panta dreptei depinde de rezistenta conectata in serie cu becul.
• **Precizează** elevilor că raportul dintre cele doua tensiuni este o mărime adimensionala,; **denumeşte** acest raport randament si **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *în termeni de randament.*	• **Reformulează constatările**, în termeni de randamentul unui consumator . • **Constată** că randamentul becului este cu atât mai mare cu cat rezistenta rezistorului din circuit este mai mica; • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: randamentul unui consumator este raportul dintre tensiunea la bornele lui si tensiunea de alimentare a circuitului. • **Reformulează enunţul (relaţia, legea)** conform căreia transferul maxim de putere se realizează atunci când R=r iar randamentul TEORETIC maxim este 50%
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea **„Cum ar arat o zi in care reţeaua de alimentare cu energie electrica a unui oraş ar fi întrerupta ?** şi cere elevilor să **formuleze un argument** la observaţie;	• **Formulează un argument** la întrebarea iniţială: *Activităţile curente sunt strâns legate de energia electrica*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: Cum folosim energia electrica si cu ce avantaje?	• **Efectuează tema pentru acasă**: 1. Identifica tipul de consumatori pe care ii folosesc . Alege unul dintre ei,identifica tipul de conversie /conversii pe baza căreia/cărora funcţionează. Calculează costurile funcţionarii aparatului pentru un interval determinat.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Lecţia 4

Săptămâna: ...2 ore

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în evaluarea a produselor realizate, a procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este acest model potrivit pentru tema aleasă? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: ff) **optimizează** condiţiile in care se pot utiliza raţional si eficient aparatele electrocasnice. gg) **extind** noţiunea de conversie a energiei electrice cu referire la automobilul electric , avantaje si implicaţii ale acestuia in protecţia mediului. hh) **calculează** randamentele diferitelor circuite in probleme. ii) **Calculează** cantitatea de căldura utilizata de un încălzitor de apa , atunci când funcţionează la parametrii nominali. jj) **demonstrează experimental** legea Joule, folosind încălzitorul, un termometru si o cantitate data de apa.
• **Implică elevii** în conceperea raportului final	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura**

şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.

produsului final, convin **modalitatea de prezentare** (poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.);
• **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 5
Săptămâna: ...1 ora
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.; • **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru; • **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.htm
(6) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

Unitatea de învăţare: X.11
Câmpul magnetic al curentului electric
„Este 2012 anul in care se vor inversa polii magnetici ai Pământului? ”

Sorina Maria Leu

Clasa: a XI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **8**
Perioada: …….
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare:1 - Noţiuni recapitulative de magnetostatica-e.2-Forta Laplace-Inductia magnetica.3- Câmpul magnetic al unor curenţi stationari.4-Forta Ampere, definiţia amperului. 5 Forţa Lorentz.6- Aplicaţii.
Modelul de învăţare asociat: **Proiectul**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (competenţe specifice), ca o succesiune lecţii „cu finalitate reală” (Cerghit, I. ş.a., 2001), focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse finite, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este **planificarea sau anticiparea**.

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de întrebarea surprinzătoare, şi anume: ***„Este anul 2012 anul in care se vor inversa polii Pământului?”***

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1
Săptămâna: ……1 ora
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv: planificare sau anticipare. **Scenariul lecţiei: tehnologic**. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prezentarea unor slide-uri care sa reprezinte interacţiuni intre magneţi permanenţi si spectrul câmpului magnetic terestru. Evoca noţiuni legate de efectul magnetic al curentului electric forţa Laplace, defineşte inducţia magnetica);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind magneţii si interacţiunile lor, polii magnetici si inseparabilitatea lor , efectul magnetic al curentului electric.
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: Interacţiuni intre magneţi permanenţi, si intre conductori parcurşi de curenţi. (2) **construcţii:** *electromagneţi* (3) **referate ştiinţifice** explicând**:** - Care este sursa câmpului magnetic. - Comparaţii intre câmpul electrostatic si câmpul magnetic - Mişcarea particulelor încărcate in câmpuri magnetice si electrice. - Aplicaţii ale electromagneţilor. - Cum funcţionează ciclotronul. - Cum pot fi „cântăriţi atomii ”- spectroscoape de masa - Este eficienta magnetoterapia? (4) **postere, desene, eseuri literare etc.**, evocând noile cunoştinţe etc.;	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Fiecare grup alege câte o temă de proiect, referat ştiinţific;** • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, poster, prezentare P.P.)
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* intre magneţi permanenţi si electromagneţi,noţiuni legate de surse de câmpuri , linii de câmp.	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind fenomenele în termeni de interacţiuni ,corpuri de proba,efecte • **Evocă/ exersează determinarea interacţiunilor magnetostatice ,electromagnetice,caracteristicile corpurilor de proba, ca „senzori de câmp”**
• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat;	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă informaţii despre câmpul magnetic ,electromagneţi, etc.	• **Efectuează tema pentru acasă**. Caută informaţii pe internet, bibliotecă;

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Săptămâna: ..2 ore.

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental**. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv(câmpul magnetic creat de un conductor rectiliniu, o spira ,o bobina; forţele Ampere si Lorentz)***	• **Evocă informaţiile culese** cu privire la proiectul ales, **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (alimentatoare, cadre conductoare, bobine, ace magnetice pilitura de Fe fire de legătura întrerupătoare) **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către verificarea următoarelor idei: -factorii de care depinde forţa Laplace pot fi identificaţi calitativ.. -spectrul câmpului magnetic in jurul conductorilor - dependenta inducţiei magnetice de parametrii circuitului care îl produce si de poziţia relativa a acului magnetic. -Interactiunea conductorilor parcurşi de curenţi	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **observă** deviaţia cadrului conductor in câmp magnetic. - **observă** piliturii de Fe in jurul laturilor cadrelor **;** - **observă** deviaţia acului magnetic si compara deviaţii - **compară** compara deviaţiile ale acului magnetic pentru poziţii diferite relativ la conductori'; - **observă** forţa Ampere - **compară** interacţiunile in condiţiile modificării sensului curentului prin unul dintre ei
• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind: - Dependenta forţei Laplace de poziţia i; - Spectrul conductorului in câmp, de lungimea conductorului aflat in câmp si de tăria câmpului câmpului magnetic; - Dependenta inducţiei magnetice de poziţia punctului in care se evaluează; - Interacţiunea conductorilor parcurşi de curenţi; - Dependenta forţei Ampere de distanta relativa dintre conductori; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite sau individual, să găsească răspunsuri la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări - La ce tip de interacţiune pot fi reduse forţele Laplace si Ampere - Pe ce principiu funcţionează aparatele electrice de măsura :Sa rezolve problemele propuse de profesor (cu referire la câmpul rezultant creat de mai mulţi conductori parcurşi de curenţi ,sau calcularea forţei Ampere): -Să recapituleze noţiuni de mişcare variata si circulara

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

Săptămâna: .....2 ore.....

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: inducţie. **Scenariul lecţiei: inductiv**. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă şi **să distingă un patern** care să explice: - Care este sursa capului magnetic; - Care este mărimea fizica ce caracterizează câmpul si de ce parametrii depinde; - Care sunt tipurile de interacţiuni evidenţiate; - Cum am pute sa definim amperul; - Ce efect are acţiunea forţei Lorentz asupra unei particule încărcate ca se deplasează tăind liniile de câmp.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - Sursa câmpului magnetic este mişcarea purtătorilor de sarcini; - Precizează expresiile matematice pentru inducţia magnetica in diferite situaţii si precizează regula de determinare a sensului acesteia; - Disting intre forţa Laplace, Ampere, Lorentz ; - Definesc amperul; - Precizează traiectoria unei particule încărcate ce taie liniile de câmp magnetic; - Demonstrează ca fora Lorenz are rol de forţa centripeta;
• **Distribuie elevilor** fise de lucru ce conţin situaţii teoretice referitoare la temele studiate; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, care vor sta la baza temelor studiate în lecţia următoare;	• **Rezolva sarcinile de lucru** • **Efectuează tema pentru acasă**: Rezolvare diferenţiata de probleme.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Lecţia 4

Săptămâna: .....1 ora.....

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv: deducţie. **Scenariul lecţiei: deductiv**. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
- • **Prezintă e**levilor informaţii privind experimentul ce se derulează la C.E.R.N. si precizează importanta accelerării particulelor. **Observă şi îndrumă** activitatea elevilor; • **Cere elevilor să distingă un patern/explicaţie** a principiului de funcţionare a acceleratoarelor de particule; • **Cere elevilor sa identifice o metoda de determinare a maselor atomilor** • **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin tema efectuată acasă şi să treacă în caiet concluziile mai importante;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - Descriu ciclotronul. - observă rolul câmpului magnetic si al câmpului electric; - explica rolul forţei Lorentz **Explicaţii:** -accelerarea particulelor încărcate se realizează intre duanti; - Descriu un spectrometru de masa ; - Identifica interacţiunile si explica metoda de determinare a maselor atomilor(ionilor) - Prezintă teoriile care identifica sursa câmpului magnetic terestru;. a) **Selectează şi sintetizează** informaţiile adunate; b) **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să finalizeze lucrările şi să găsească şi alte variante de prezentare a lucrărilor (filmuleţe, prezentări P.P., etc.) • **Propune elevilor** să realizeze o macheta a unui aparat electric de măsura (multimetru)	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produsului final, convin **modalitatea de prezentare** (poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.).

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 5

Săptămâna: .....2 ore.....

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecţiei: empiric**. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru, posterele (turul galeriei) şi prezentările P.P.

(tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.;

- **Evaluare sumativă finală**, prin verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc. pe baza unor criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;
- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).
- **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare;

Unitatea de învăţare: X.11
INDUCTIA ELECTROMAGNETICA

Doina Turcu

Clasa: a X-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **5**
Conţinuturi conceptuale repartizate unitarii de învăţare: Fenomenul de inducţie electromagnetica; Sensul curentului electric indus. Regula lui Lenz; Legea inducţiei electromagnetice ; Autoinducţia. Inductanţa unui circuit. Rezolvarea de probleme.

Modelul de învăţare asociat: **Investigaţia ştiinţifică**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluţii multiple), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare" elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, şi anume:

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv: planificare sau anticipare. **Scenariul lecţiei: tehnologic**. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
Prezintă elevilor un organizator cognitiv – Tema lecției : Inducția electromagnetica Implica elevii in enumerarea normelor de protecția muncii in laboratorul de fizica; îndruma parcurgerea de către elevi a momentelor lecției in aceasta etapa: stabilește obiectivele; manifesta curiozitatea prin vizionarea filmului de pe Internet; Stimulează analiza modelului prezentat; **http://www.youtube.com/watch?v=2PkPVGC8ceg**	• **Evocă** normele de protecție a muncii in laboratorul de fizica; .• **Observă** - experimentul prezentat in film;
• **Evocă întrebările de investigat** Propune	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** - căuta mijloace de explicare a curentului

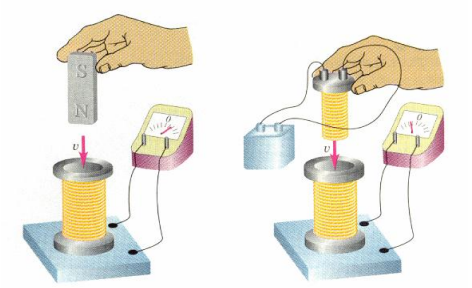
realizarea altor experimente care au ca rezultat evidențierea fenomenului de inducție electromagnetica folosind:

a) o bobina, miliampermetru analogic cu zero la mijlocul scalei, magnet bara, fire conductoare;

b) doua bobine de diametre diferite, baterie, miliampermetru, fire conductoare;

evidențiat;

- alcătuiesc grupuri de lucru pentru realizarea sarcinilor de lucru;
- realizează si analizează experimentele propuse de profesor;



- **Orientează gândirea elevilor către** analiza modelului prezentat;

identificarea apariția unui curent electric in circuit **identifică cauzele apariției acestuia(***explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere*).

Formulează întrebări referitoare la fenomenul observat: „ De ce deviază acul miliampermetrului analogic cu zero la mijlocul scalei?"

„ Care este cauza apariției curentului electric in circuit?"

„Ce mărimi fizice sunt implicate in apariția curentului ?"

Sprijină elevii sa formuleze concluzii referitoare la fenomenul nou observat; introduce termenii științifici noi: curent indus, t.e.m. indusa.

Împarte sarcini de lucru elevilor;

- **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;

- **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat;
- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor; se propune documentare pe Internet pentru descoperirea fenomenului de inducție electromagnetica .

- **Stabilesc** cauzele apariției curentului electric in bobina.
- **Evocă/ exersează** producerea curentului pentru diferite situații
- Elevii identifica :

- apariția unui curent electric deși circuitul nu conține sursa;
- apariția unei t.e.m;
- variația unor mărimi cum ar fi : inducția câmpului magnetic, fluxul magnetic, viteza cu care apropiem sau depărtam magnetul bara de bobina.

- elaborează o prima explicație .

- **Reformulează** concluzia referitoare la cauzele fenomenului.

- **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica fenomenele observate.
- **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor;
- **Efectuează tema pentru acasă** (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor, realizează instrumente neconvenţionale).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

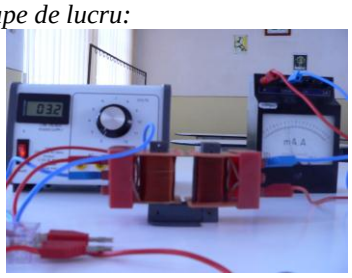
Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental**. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează elevii să prezinte referatele pregătite** acasă. Intervine, analizează, semnalează erorile de conținut, de organizare a planului de elaborare. Încurajează elevii sa interacționeze direct unii cu alții; înlesnește formularea întrebărilor in timpul prezentării referatelor;	• **Evaluează** - prezentarea referatelor pregătite ca tema; -informatiile despre Faraday, observa exemplele date in legătura cu fenomenul;
• **Oferă elevilor materiale** Creează cadrul realizării altor experimente prezentând materialele puse la dispoziție; • doua bobine, o sursa, un întrerupător, un miez de fier in forma de "U", un galvanometru, fire conductoare; • doua bobine, o sursa, un întrerupător, un miez de fier in forma de "U", un galvanometru, fire conductoare; • conductor cadru, legat prin fire conductoare la doua inele metalice prin intermediul a doua perii metalice si un miliampermetru . și **cere elevilor, organizaţi pe grupe să experimenteze** apariția curentului in montajele realizate,	*Activitate pe grupe de lucru:*  • **Grupa I:** **- observă ca**: la închiderea/deschiderea întrerupătorului din circuitul fără sursa, apare curent electric; • **Grupa II:** **- observa ca :** la ridicarea /coborârea bobinei din circuitul fără sursa (cu întrerupătorul închis) acul galvanometrului deviază indicând apariția unui curent electric; • **Grupa III:** **- observa ca :** prin rotirea uniforma a unui conductor cadru intr-un câmp magnetic uniform se produce un curent electric la bornele cadrului.
• **Cere elevilor** să propună ipoteze pentru explicarea fenomenelor observate prin efectuarea experimentelor; Prezintă elevilor fisele de observație si modul lor de completare; Îndruma elevii sa verifice ipotezele formulate de ei; Invita elevii sa sintetizeze observațiile, sa formuleze concluzii; Cere elevilor sa formuleze variante de definiții pentru fenomenul studiat	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** la experimentele efectuate: **Grupa I:** - prin închiderea întrerupătorului in circuitul secundar (fără sursa), intensitatea curentului in circuitul primar (cu sursa) variază de la zero la o valoare maxima. Inducția magnetica produsa de curentul din circuitul primar variază si ea de la zero la o valoare maxima. Fiecare spira a bobinei secundare, aflata in câmpul magnetic de inducție variabila, produs de curentul primar, este străbătuta de un flux magnetic variabil, de la zero la valoarea maxima. La întreruperea curentului din circuitul primar, fluxul magnetic prin suprafața înconjurata de fiecare spira a bobinei secundare este variabil, de la valoarea maxima la zero. Deci, curentul (numit indus) se obține intr-o spira atunci când fluxul magnetic variază prin suprafața închisa de spira. **Grupa II:** -la ridicarea /coborârea bobinei din circuitul fără sursa (cu întrerupătorul închis) acul galvanometrului deviază indicând apariția unui curent electric deoarece suprafața fiecărei spire este străbătuta de un flux magnetic variabil in timp.

Grupa III:

-prin rotirea uniforma a unui conductor cadru intr-un câmp magnetic uniform se produce un curent electric la bornele cadrului. deoarece variază unghiul dintre suprafața spirei si inducția magnetica, deci variază fluxul magnetic prin suprafața spirei.

- **Elevii prezintă observaţiile experimentale în faţa clasei.**

După ce şi-au încheiat activitatea, completează fisele de observație;

- **Efectuează tema pentru acasă/ grupele de lucru**

- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

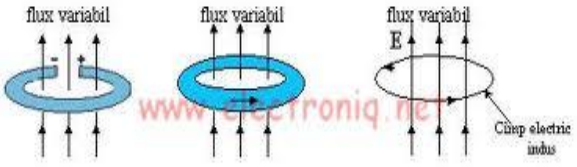
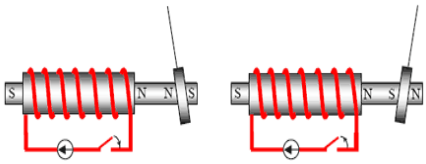
Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: inducție. **Scenariul lecţiei: inductiv**. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** etapei de explorare şi cere elevilor să formuleze definiția fenomenului de inducție electromagnetica. Prezintă obiectivele lecției si oferă elevilor materiale pentru experimentare: bobina, miez de fier, inel de aluminiu cu fir de ață, sursa de tensiune, întrerupător; • **Cere elevilor să stabilească o** relație de dependenta a sensului curentului indicat de miliampermetru si operațiunea executata in montaj; Solicită elevilor să explice de ce inelul este respins/ atras la închiderea/ deschiderea întrerupătorului; • **Ghidează elevii să** formuleze ipoteze pentru sensul curentului indus; Propune elevilor sa stabilească pe un desen sensul curentului indus intr-o spira in cazul apropierii/depărtării polului N al unui magnet;	Formulează variante pentru a defini fenomenul de inducție electromagnetica ;  Fig.1 Fig.2 Fig.3 - observă experimentul de evidențiere a sensului curentului indus;  - analizează experimentul si stabilesc cauzele respingerii/atracției inelului de aluminiu; - formulează ipoteze pentru sensul curentului indus; - stabilesc pe un desen sensul curentului indus intr-o spira in cazul apropierii/ depărtării polului N al unui magnet - stabilesc relațiile dintre mărimi; - formulează ipoteze pentru legea lui Faraday;

• **Cere elevilor**
sa recapituleze si sa sistematizeze mărimile fizice implicate in fenomenul de inducție electromagnetica si sa stabilească relațiile dintre mărimile fizice şi să **formuleze explicaţii**

Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) Propune elevilor sa aplice legea lui Faraday in rezolvarea unei probleme simple;

Amintește elevilor experimentul de la începutul capitolului si cere explicarea fenomenului observat la vizionarea filmului din lecția 1.

-ofera variante de răspunsuri pe baza noțiunilor învățate
Activitate frontală
• **Formulează argumente, stabilesc conexiuni** între mărimile fizice implicate si sa explice;

• **Efectuează tema pentru acasă**:

Secvenţa a IV-a. Aplicare

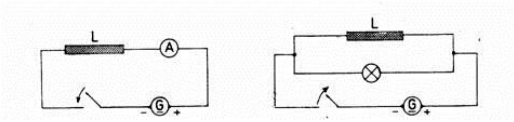
Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: deducţie. **Scenariul lecţiei: deductiv**. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
Prezintă obiectivele lecției; • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluțiilor adoptate. • **Propune** elevilor realizarea altor experimente cu următoarele materiale: -bobina cu miez de fier, ampermetru, sursa de curent continuu, întrerupător , bec.	Activitate frontală  b) **Realizează** circuitele electrice conform schemelor; c) **Observă** ca -la închiderea întrerupătorului se constata o inerție mare a acului indicator al ampermetrului ; – la deschiderea întrerupătorului din al doilea circuit , becul luminează un timp scurt; c) **Explică** apariția fenomenului de autoinducție; d)**Stabilesc** cu ajutorul profesorului legea autoinducției si expresia inductanței unei bobine.
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): -cere elevilor să identifice aplicații ale fenomenului de autoinducție - ca o anexa a raportului final privind fenomenele de inducție si autoinducție sa prezinte o scurta istorie a producerii curentului alternativ.	**Tema pentru acasă**: Găsiți aplicații in tehnica ale fenomenului de autoinducție si explicați modul lor de funcționare. • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (rezolvare de probleme din culegeri, eseuri); stabilesc **modalităţi de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecţiei: empiric.** Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.; • **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru; • **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., Prelegeri pedagogice, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., Predarea interactivă centrată pe elev, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), Învăţarea activă, Ghid pentru formatori, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.htm
(6) http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm

Unitatea de învăţare: X.13
Curentul alternativ. Aplicaţii
Sau
„Cum vă imaginaţi existenţa fără suportul electricităţii” sau „Cum ajunge curentul electric în casele noastre”

Nasurla Ilhan

Clasa: a X-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Producerea curentului alternativ. Reprezentarea grafică, valori efective ale intensităţii şi tensiunii c.a. Transformatorul. Clasificarea maşinilor electrice. Aparate electrocasnice. Norme pentru prevenirea scurt-circuitelor şi electrocutării.
Modelul de învăţare asociat: Rezolvare de probleme.
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei şi avansarea strategiilor de rezolvare;
II. Explorare - Experimentare	2. Generarea soluţiilor alternative;
III. Reflecţie - Explicare	3. Evaluarea şi alegerea soluţiei adecvate;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea soluţiei şi a predicţiilor bazate pe ea şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea soluţiei.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele rezolvării de probleme** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii declanşate de „sesizarea unei probleme autentice, din viaţa reală” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor rezolvării problemei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea mijloacelor*. Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie incitantă, de exemplu: „*Cum se obţine curentul alternativ? Care e diferenţa dintre curentul continuu si curentul alternativ? Cum ajunge curentul electric în viaţa de zi cu zi?*”. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către descrierea producerii curentului alternative, transportul acestuia şi utilizarea lui în practică. Elevii devin capabili să explice traseul energiei electrice de la producere la utilizare.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Sesizarea problemei şi avansarea strategiilor de rezolvare;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare sau anticipare;
Procesul cognitiv (scenariul lecţiei): planificare sau anticipare. Elevul face diferite încercări de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (prelegere introductivă): prezintă exemple din viaţa cotidiană în care întâlnim curentul electric: stâlpii de înaltă tensiune, staţiile de transformare, centralele electrice, aparatura electrocasnică; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile*	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind curentul electric; • **Argumentează** necesitatea cunoaşterii producerii transportului şi utilizării curentului electric în viaţa de zi cu zi; • **Identifică şi definesc** fenomenul de inducţie electromagnetică

de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (fenomenul de inducţie electromagnetică, utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţie a muncii în laborator etc.);

• **Comunică scopul prelegerii:** identificarea şi definirea elementelor caracteristice curentului alternativ;

• **Cere elevilor să realizeze o analogie cu elementele caracteristice mişcării circulare**

• **Transmite elevilor *problema de rezolvat*** în următoarele lecţii: obţinerea expresiei intensităţii şi tensiunii curentului alternativ sinusoidal şi aplicaţiile acestuia în practică;

• **Evocă (în perechi)** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete şi pe tablă).

• **Scriu** legea inducţiei electromagnetică**.**

$$e = Blv\sin\alpha$$

• **Cere elevilor** să deducă cu ajutorul legii inducţiei electromagnetice expresia tensiunii electromotoare indusă într-o spiră conductoare care se roteşte într-un câmp magnetic uniform;

• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă) pe un desen :**reprezintă** mişcarea extremităţilor spirei dreptunghiulare pe o traiectorie circulară şi calculează tensiunea electromotoare indusă

• **Propune** elevilor să găsească **o analogie** între mişcarea extremităţilor spirei şi graficul variaţiei mărimilor oscilatorii armonice: e şi Φ în dependenţă de unghiul de rotaţie $\alpha = \omega t$

• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică concluziile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă)

În cadru se induce o tensiune electromotoare :

$$e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \omega\Phi_m \sin\omega t = E_m \sin\omega t$$

Din această egalitate se obţine:

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\omega\Phi_m \sin\omega t = \omega\Phi_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}).$$

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor, de exemplu, *la alegere*: să găsească şi alte metode de producere a curentului alternativ şi să precizeze proprietăţi ale mărimii oscilatorii armonice, respectiv viteza de variaţie a unei mărimi oscilatorii armonice este tot o mărime oscilatorie armonică şi dacă viteza de variaţie a unei mărimi fizice reprezintă o mărime oscilatorie armonică, atunci acea mărime fizică este tot o mărime oscilatorie armonică cu altă amplitudine şi alt argument

• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual;

$$\Phi = \Phi_m \cos\omega t$$

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \omega\Phi_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

sau

$$\Phi = \frac{E_m}{\omega}\cos\omega t$$

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = E_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare), privind:

a) *tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare*: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.;

b) *criteriile evaluării sumative* (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.

• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util evaluării finale, alcătuit după

• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini

preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse cum sunt:
1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint);
2. Colecţii de probleme rezolvate;
3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă);
4. Demonstraţii experimentale;
5. Construcţii de dispozitive;
6. Postere;
7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet);
8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

în grup, etapele de realizare etc.;
• **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Generarea soluţiilor alternative;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv (scenariul lecţiei): analogie cu anticiparea efectului. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind **relaţia dintre valoarea momentană (instantanee) şi valoarea efectivă a intensităţii curentului şi tensiunii alternative;** norme de protecţia muncii în laboratorul de fizică;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Formulează *definiţii operaţionale*** pentru *intensitatea şi tensiunea curentului alternativ*; • **Formulează ipoteze** privind relaţia dintre valoarea momentană (instantanee) şi valoarea efectivă a intensităţii curentului şi tensiunii alternative ;
• **Indică** (pe tablă) expresia dependenţei intensităţii de timp $i = f(t)$ $i^2 = f(t)$ şi **cere elevilor să reprezinte grafic aceste dependenţe**; • **Cere elevilor** sa-şi amintească Legea lui Joule; • **Defineşte** valoarea efectivă a intensităţii curentului electric.	• **Propun** procedee de reprezentare grafică • **Formulează ipoteze şi comunică răspunsurile** • **Compară** căldura degajată de un rezistor parcurs de curent continuu şi respectiv alternativ prin interpretarea

	geometrică a graficului., Pentru un interval de timp, egal cu o perioadă T, căldura produsă în rezistor este egală cu aria de sub grafic, adică $Q_T = \frac{RI_m^2}{2}T$. Rezistorul poate fi parcurs şi de un curent continuu de intensitate I care să producă în timpul T o aceeaşi căldură $Q_T = RI^2T$. Din egalarea relaţiilor rezultă $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707I_m$.
• **Stimulează elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile şi să formuleze concluzia.** • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor, la alegere, de exemplu: să calculeze valoarea efectivă a tensiunii curentului alternativ şi să analizeze expresiile momentane, maxime şi efective ale mărimilor alternative.	• **Formulează concluzia**: *valoarea efectivă a intensităţii curentului electric e indicată de aparatele de măsură*; • **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual;

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Evaluarea şi alegerea soluţiei adecvate;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv (scenariul lecţiei): inducţie. Elevul observă exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea modului de funcţionare al transformatorului electric şi rolul acestuia în transportul energiei electrice; norme de protecţia muncii în laborator.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Formulează ideile lor şi comunică răspunsurile în clasă**
• **Favorizează observarea** procesului de transport al energiei electrice de la sursă la consumatori şi **cere elevilor** să explice pierderile prin efect Joule şi metode de contracarare a acestora.	• **Formulează (**în perechi**) constatările şi comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete); Puterea pierdută pe linie: $P_p = R_{linie} \cdot I^2 = R_{linie} \cdot \frac{P^2}{U^2}$ • **Formulează concluzia:** puterea pierderilor pe linie este invers proporţională cu pătratul tensiunii. De aici necesitatea transportului energiei electrice la tensiuni cât mai înalte.
• **Prezintă** elevilor construcţia unui transformator şi cere elevilor să explice modul de funcţionare.	• **Formulează ipotezele lor şi comunică răspunsurile** Un transformator este o maşină electrică care transferă

energie electrică dintr-un circuit (primarul transformatorului) în altul (secundarul transformatorului), funcţionând pe baza legii inducţiei electromagnetice. Un curent electric alternativ care străbate înfăşurarea primară produce un câmp magnetic variabil în miezul magnetic al transformatorului, acesta la rândul lui producând o tensiune electrică alternativă în înfăşurarea secundară.

• **Cere elevilor :**
- să scrie expresiile tensiunilor electrice din înfăşurarea primară, respectiv secundară.

• **Scriu**
În primar

$$e_1 = -N_1 \frac{d\Phi}{dt} = N_1 \omega \Phi_m \sin \omega t$$

iar în secundar, t.e.m. este:

$$e_1 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt} = N_2 \omega \Phi_m \sin \omega t$$

Facem raportul celor două relaţii: $\frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2}$

- să calculeze raportul de transformare pe care îl defineşte ca raportul dintre tensiunea din secundar şi primar. Precizează că se va folosi Legea lui Ohm.

Conform legii lui Ohm, în circuitul primar suma dintre tensiunea de alimentare u_1 şi t.e.m. de autoinducţie e_1 trebuie să fie egală cu căderea de tensiune din primar:

$$u_1 + e_1 = R_1 i_1$$

unde R1 este rezistenţa primarului. De obicei, valoarea lui R_1 este mică şi produsul $R_1 i_1$ se poate neglija, astfel încât:

$$e_1 \approx -u_1$$

Semnul „–" arată că t.e.m. de autoinducţie e_1 este în opoziţie de fază cu tensiunea reţelei de alimentare a transformatorului, u_1. La funcţionarea în gol a transformatorului, t.e.m. e_2 este egală cu tensiunea u_2 de la bornele secundarului:

$$e_2 = -u_2$$

Rezultă deci, că:

$$\frac{e_1}{e_2} \square \frac{U_1}{U_2}$$

T.e.m. e_1 şi e_2 sunt în fază, iar tensiunile u_1 şi u_2 sunt în opoziţie de fază (semnul - din faţa raportului u_1 / u_2 indică această defazare, de π radiani). În valoare absolută, rezultă o relaţie şi între valorile efective ale mărimilor alternative:

$$\frac{U_1}{U_2} \square \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = k$$

- să analizeze raportul de transformare clasificând tipurile de transformator.

Dacă k>1, transformatorul este ridicător de tensiune.
Dacă k<1, transformatorul este coborâtor de tensiune.
Daca k=1, transformatorul este separator (cuplaj inductiv).

• **Favorizează** observarea transferului de putere din primar în secundar şi defineşte randamentul

• ***Calculează** *puterile electrice*

transformatorului. **Cere elevilor** să exprime cele două puteri electrice.	$P_1 = U_1 I_1$ *şi* $P_2 = U_2 I_2$ • ******Calculează* *randamentul* $\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{U_2 I_2}{U_1 I_1}$
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cere elevilor **să analizeze energetic** pierderea de putere în transformator precum şi să descrie aplicaţiile transformatorului.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse).

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea soluţiei şi a predicţiilor bazate pe ea şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv (scenariul lecţiei): deducţie. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de montaj etc., pe care le aplică în exemple particulare, explicitând caracteristicile care sunt/ nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): determinarea experimentală a raportului de transformare şi a randamentului unui transformator electric.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* , eseuri, referate, machete şi **evocă** aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor dispozitive, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *definiţia raportului de transformare şi a randamentului.*
• **Implică elevii** în găsirea: -**Grupa I**: Raportului de transformare; -**Grupa II**: Randamentului.	**Grupa I:** - Foloseşte un alimentator cu tensiune reglabilă, două multivoltmetre, două bobine având N_1 spire, respectiv N_2 spire, un miez de fier şi conductori de legătură; - Măsoară tensiunea din primar şi din secundar indicată de cele două voltmetre şi trece datele în tabel; - Reiau etapele anterioare inversând cele două

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
bobine;
- Calculează raportul de transformare;
- Compară valoarea măsurată cu cea teoretică.
$k_{teoretic} = \frac{N_1}{N_2}$
- Identifică surse de erori.
<table>
<tr><th>Nr. crt.</th><th>U_1(V)</th><th>U_2(V)</th><th>$K = \frac{U_1}{U_2}$</th><th>$\overline{K}$</th></tr>
<tr><td>1.</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2.</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
Grupa II:
- Foloseşte un alimentator cu tensiune reglabilă, două multivoltmetre, două bobine având N_1 spire, respectiv N_2 spire, un miez de fier,conductori de legătură, un reostat şi două ampermetre;
- Măsoară tensiunea şi intensitatea curentului din primar şi din secundar indicată de cele două voltmetre şi trece datele în tabel;
- Calculează puterile din primar şi secundar;
- Determină randamentul şi indică sursele de erori.
<table>
<tr><th>Nr. Crt.</th><th>U_1 (V)</th><th>I_1 (mA)</th><th>$P_1= U_1I_1$</th><th>U_2 (V)</th><th>I_2 (mA)</th><th>$P_2= U_2I_2$</th><th>$\eta = \frac{P_2}{P_1}$</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr>
<td>• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să studieze maşinile de curent alternativ (alternatorul, motorul sincron, motorul asincron, generatorul trifazat, maşinile de curent continuu), aparate electrocasnice, norme pentru prevenirea scurt-circuitelor şi electrocutării.</td>
<td>• Efectuează tema pentru acasă.</td>
</tr>
</table>

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea soluţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv (scenariul lecţiei): analogie cu anticiparea mijloacelor. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observând şi analizând reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente, unităţi de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *- aplicaţii ale curentului alternativ :maşini electrice şi aparate electrocasnice*; *- deosebirea dintre producerea curentului continuu şi a curentului alternativ;*	
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie** • **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ****Îşi propun să expună** *produsele realizate în expoziţii şcolare, să prezinte rezultatele activităţilor experimentale în cadrul unor sesiuni de comunicare*

Bibliografie:

16. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
17. Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
18. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
19. www.physicsclassroom.com
20. http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
21. Creţu, T., *Fizică Curs Universitar,* Editura Tehnică, Bucureşti 1996;
22. Manuale alternative clasa a X-a
23. http://ro.wikipedia.org/wiki/Transformator

GHID METODOLOGIC

PENTRU PREDAREA FIZICII

Clasa a XI-a

Octombrie 2011

Ghidul a fost realizat in cadrul proiectului *Reforma curriculara a ştiinţelor exacte*, derulat de Societatea Academică din România în parteneriat cu Societatea Română de Fizică şi Romanian-American Foundation. La redactarea unităţilor de învăţare au lucrat profesori fizică din 6 judeţe – Arad, Caraş-Severin, Constanţa, Hunedoara, Iaşi şi Timiş.

Proiectul a fost finanţat de Romanian-American Foundation

.

Planificarea unităţilor de învăţare/
repartizarea conţinuturilor pe unităţi de învăţare
Cf. programei de fizică pentru clasa a XI-a

Nr. crt.	Titlul unităţii de învăţare	Conţinuturi	Nr. ore	Autori
1.	**Mişcarea oscilatorie**	**1.1 Oscilatorul mecanic** **1.1.1. Fenomene periodice. Procese oscilatorii în natură şi în tehnică** **1.1.2. Mărimi caracteristice mişcării oscilatorii** **1.1.3. Oscilaţii mecanice amortizate**. Amortizarea oscilaţiilor. Energia în sistemele amortizate. *Mişcarea oscilatorie amortizată*	**3**	**Patricia Vlad –** (Colegiul Naţional „Ion Vidu" Timişoara)
		Evaluare	**1**	
2.	**Modelul „oscilator armonic"**	**1.1.4. Modelul „oscilator armonic"** şcarea oscilatorie armonică simplă şi mişcarea circulară. Ecuaţiile mişcării oscilatorului liniar armonic. Reprezentarea grafică a mărimilor caracteristice oscilatorului liniar armonic. Energia oscilatorului liniar armonic. Pendulul elastic. Pendulul gravitaţional	**7**	**Patricia Vlad –** (Colegiul Naţional „Ion Vidu" Timişoara)
		Evaluare	**1**	
3.	**Compunerea oscilaţiilor**	**1.1.5. Compunerea oscilaţiilor paralele.** Compunerea oscilaţiilor armonice paralele şi de frecvenţe egale. Compunerea oscilaţiilor armonice paralele de frecvenţe puţin diferite. **(*) Compunerea oscilaţiilor perpendiculare** (*)Compunerea oscilaţiilor armonice perpendiculare cu aceeaşi frecvenţă. (*) Compunerea oscilaţiilor armonice perpendiculare cu frecvenţe diferite	**4**	**Patricia Vlad –** (Colegiul Naţional „Ion Vidu" Timişoara)
		Evaluare	**1**	
4.	**Oscilatori mecanici cuplaţi**	**1.2. Oscilatori mecanici cuplaţi** **.1. Oscilaţii mecanice întreţinute.** **cilaţii mecanice forţate. 1.2.2. Rezonanţa.** **1.2.3. Consecinţe şi aplicaţii**	**4**	**Cucu Dorina** (Lic. „Gr. Moisil, Timişora")
		Evaluare	**1**	
5.	**Unde mecanice**	**1.3. Unde mecanice. 1.3.1. Propagarea unei perturbaţii într-un mediu elastic. Transferul de energie.** Conceptul de undă. Tipuri de unde. Caracteristicele undelor. *Principiul lui Huygens* **1.3.2. Modelul „undă plană". Periodicitatea spaţială şi temporală.** Ecuaţia undei plane	**5**	**Bratu Rodica** (Colegiul Naţional „C.D.Loga", Timişoara)
		Evaluare	**1**	
6.	**Reflexia, refracţia, difracţia undelor mecanice. Unde seismice**	**.3. Reflexia şi refracţia undelor mecanice**. Legile reflexiei şi refracţiei. Reflexia şi refracţia undelor superficiale. Reflexia şi refracţia undelor într-o coardă elastică. **1.3.7.** (*) Difracţia undelor mecanice – studiu calitativ. **1.3.4. Unde seismice**. Producerea şi propagarea undelor seismice. Protecţie antiseismică	**6**	**Bratu Rodica** (Colegiul Naţional „C.D.Loga", Timişoara)
		Evaluare	**1**	
7.	**Interferenţa undelor mecanice. Unde**	**1.3.5. Interferenţa undelor mecanice. Unde staţionare.** Principiul superpoziţiei undelor. Condiţia de coerenţă. Analiza calitativă şi	**5**	**Cucu Dorina** (Lic. „Gr. Moisil, Timişora")

	staţionare	cantitativă a fenomenului de interferenţă. Unde staţionare. Coarde şi tuburi sonore		
		Evaluare	**1**	
8.	**Acustica. Ultrasunete şi infrasunete**	**1.3.6. Acustica.** Clasificarea undelor după frecvenţă. Condiţii de audibilitate a oscilaţiilor elastice. Poluarea sonoră. Calităţile sunetului. *Efectul Doppler (studiu documentar).* Aplicaţii ale fenomenelor acustice **.8. Ultrasunete şi infrasunete**. Aplicaţii în medicină, industrie, tehnică medical	**5**	**Patricia Vlad –** (Colegiul Naţional „Ion Vidu" Timişoara) **Mihancea Katalin** (Lic.Teoretic „J.L.Calderon", Timişăara**)**
		Evaluare	**1**	
9.	**Circuitul RLC în curent alternativ**	**2.1.Circuitul RLC în curent alternativ** Caracteristicile mărimilor alternative sinusoidale. Compunerea mărimilor alternative sinusoidale. Elemente de circuit. Circuitul RLC serie. Circuitul RLC paralel. Funcţionarea în regim de rezonanţă a cicuitului RLC. Energia şi puterea în curent alternativ sinusoidal. Aplicaţii în tehnică ale circuitelor de curent alternativ. Măsuri de protecţie în producerea şi utilizarea curentului alternativ	**10**	**Bratu Rodica** (Colegiul Național „C.D.Loga", Timișoara)
		Evaluare	**2**	
10.	**Oscilaţii electromagnetice liberet**	**2.2 Oscilaţii electromagnetice libere. Circuitul oscilant.** (*) Descărcarea unui condensator pe R şi L. Circuitului oscilant. Analogie dintre oscilatorul mecanic şi cel electromagnetic. Aplicaţii ale circuitului oscilant	**5**	**Mihancea Katalin** (Lic.Teoretic „J.L.Calderon", Timişăara**)**
		Evaluare	**1**	
11.	**Unde electromagnetice**	**2.3. Câmpul electromagnetic. Unda electromagnetică.** Câmpul electromagnetic. Producerea şi propagarea undelor electromagnetice. Energia transportată de o undă electromagnetică **2.4. Clasificarea undelor electromagnetice.** Surse de unde electromagnetice. Clasificarea undelor electromagnetice. *Proprietăţile undelor electromagnetice* **2.5. Aplicaţii ale undelor electromagnetice.** Aplicații științifice și tehnice ale undelor electromagnetice. *Interacţiunea radiaţiilor electromagnetice cu sistemele biologice***.** Poluarea electromagnetică. Măsuri de protecție	**6**	**Mihancea Katalin** (Lic.Teoretic „J.L.Calderon", Timişăara**)**
		Evaluare	**1**	
12.	**Dispersia luminii**	**3.1. Dispersia luminii. (*) Interpretare electromagnetică.** Dispersia luminii. *Culoarea*. Dispersia luminii în natură şi aplicaţii ale dispersiei luminii. **(*)**Interpretarea electromagnetică a dispersiei	**4**	**Mihancea Katalin** (Lic.Teoretic „J.L.Calderon", Timişăara**)**
		Evaluare	**1**	
13.	**Interferenţa luminii**	**3.2. Interferenţa.** Noţiuni de bază. Coerenţa. Analiza calitativă şi cantitativă a fenomenului de interferenţă. **3.2.1. Dispozitivul Young.** Interferenţa nelocalizată. Dispozitivul lui Young . **(*)**Alte dispozitive interferenţiale	**8**	**Bratu Rodica** (Colegiul Național „C.D.Loga", Timișoara)

		echivalente cu dispozitivul Young. **3.2.2. Interferenţa localizată. Aplicaţii.** Lama cu feţe plane şi paralele. Pana optică. Aplicaţii în tehnică ale interferenţei localizate		
		Evaluare	**1**	
14.	**Difracţia luminii**	**3.3. (*) Difracţia luminii. Aplicaţii.** Noţiuni de bază. Difracţia Fresnel. Difracţia Fraunhoffer. Reţele de difracţie. Aplicaţii ale difracţiei în ştiinţă şi în tehnică.	**5**	**Cucu Dorina** (Lic. „Gr. Moisil, Timişora")
		Evaluare	**1**	
15.	**Polarizarea luminii**	**3.4. (*) Polarizarea luminii. Aplicaţii.** Noţiuni de bază. Obţinerea luminii polarizate liniar: polarizarea prin reflexie; polarizarea prin birefringenţă. Legea lui Malus. Aplicaţii ale fenomenului de polarizare a luminii în ştiinţă şi în tehnică	**4**	**Cucu Dorina** (Lic. „Gr. Moisil, Timişora")
		Evaluare	**1**	
16.	**Elemente de teoria haosului**	*4.1. (*)Determinism şi predictibilitate. Condiţii. Modele* *4.2. (*) Determinism şi impredictibilitate. Comportamentul haotic. Condiţii* *4.3. (*) Descrierea comportamentului haotic. Spaţiul fazelor. Atractori clasici şi stranii* *4.4. (*) Elemente de geometrie fractală*	**7**	**Cucu Dorina** (Lic. „Gr. Moisil, Timişora")
		Evaluare	**1**	
Total			**105**	

Unitatea de învăţare XI.1
Oscilatorul mecanic

sau

„De ce copilul aflat pe un leagăn îşi balansează picioarele pentru a întreţine mişcarea leagănului?”

sau

„Ce asemănări şi ce deosebiri găsiţi între mişcarea pendulei unui ceasornic şi cea a unui leagăn?”

Patricia Vlad

Clasa: a XI-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **4**

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Fenomene periodice. Procese oscilatorii în natură şi în tehnică. Mărimi caracteristice mişcării oscilatorii. Oscilaţii mecanice amortizate: Amortizarea oscilaţiilor. Energia în sistemele amortizate. *Mişcarea oscilatorie amortizată* (Programa de fizică pentru clasa a XI-a).

Modelul de învăţare asociat: **EXERCIŢIUL**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: „ *De ce atunci când vă aflaţi pe un leagăn, balansaţi picioarele pentru a întreţine mişcarea leagănului? ”* sau „*Ce asemănări şi ce deosebiri găsiţi între mişcarea unui leagăn şi respectiv cea a pendulei unui ceasornic?*” Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea că „*Două pendule care oscilează cu amplitudini diferite pot avea aceeaşi perioadă de oscilaţie”*Ei deosebesc între mişcarea pendulului ceasornicului- mişcare întreţinută şi cea a leagănului-oscilaţie mecanică amortizată şi analizează transferul energetic între sistemul excitator şi cel excitat în două situaţii posibile: frecare redusă şi frecare foarte mare.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

<table>
<tr><th>Rolul profesorului</th><th>Sarcini de învăţare
Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Metoda de organizare a activităţii de învăţare: prelegere intensificată. 1. Activitatea pregătitoare: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; 2. Partea I a prelegerii; 3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor: La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.</td></tr>
<tr><td>• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): prezintă exemple de corpuri care execută mişcări periodice ce se realizează simetric stânga-dreapta faţă de o poziţie de echilibru: mişcarea leagănului, hamacului, balansoarului, a metronomului, a pendulei ceasului, booblehed dolls etc., precum şi exemple de dispozitive din tehnică care execută oscilaţii mecanice: amortizoarele de la maşini etc.
• Vizează cunoştinţele anterioare ale elevilor, preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (mişcarea periodică-analogie cu mişcarea circulară uniformă şi elementele caracteristice mişcării periodice, norme de protecţia muncii în laborator etc.);</td><td>• Evocă observaţii proprii, comunică răspunsurile în clasă;</td></tr>
<tr><td>• Comunică scopul prelegerii: identificarea şi definirea elementelor caracteristice mişcării oscilatorii, unităţile lor de măsură şi relaţiile de dependenţă dintre ele şi cere elevilor să identifice caracteristici ale mişcării oscilatorii..</td><td>• Evocă aprecierile lor şi comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă); prezintă imagini sau clipuri cu corpuri ce execută o mişcare oscilatorie şi indică caracteristici ale mişcării:
- mişcare periodică; se repetă identic la intervale de timp egale;
- mişcarea are loc de-o parte şi de alta a poziţiei de echilibru.</td></tr>
<tr><td>• Defineşte (operaţional) noţiunile de elongaţie şi de amplitudine a mişcării oscilatorului şi cere elevilor :
- să observe oscilaţia completă;
- să deosebească între elongaţie şi amplitudinea mişcării (depărtarea maximă faţă de poziţia de echilibru sau amplitudine unghiulară);
- să identifice asemănări şi deosebiri între mişcarea pendulei unui ceasornic şi mişcarea unui leagăn ;
- să identifice deosebiri între două pendule urmărind de exemplu următoarele aplicaţii:
http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/kap13/cd363a.htm
http://gilbert.gastebois.pagesperso-orange.fr/java/pendule/pesant/pendule.html</td><td>• Formulează (în perechi) aprecierile lor şi comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă):
-amplitudinea este elongaţia maximă faţă de poziţia de echilibru;
-organizează răspunsurile şi observaţiile într-un tabel:
<table>
<tr><th>Asemănări</th><th colspan="2">Deosebiri</th></tr>
<tr><td rowspan="2">- ambele execută mişcări periodice stânga-dreapta în jurul poziţiei verticale (de echilibru);
- forţa de revenire este componenta tangenţială a greutăţii;</td><td>Leagăn</td><td>Pendula ceasului</td></tr>
<tr><td>-amplitudinea mişcării scade de la o oscilaţie la alta;
- mişcarea este amortizată din cauza acţiunii unor forţe de frecare.</td><td>- amplitudinea mişcării se menţine constantă;
- mişcarea este întreţinută.</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>• Defineşte (operaţional) noţiunea de perioadă şi frecvenţa de oscilaţie şi cere elevilor să stabilească o relaţie de dependenţă între cele două mărimi;</td><td>• Formulează aprecierile lor şi comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă: perioada de oscilaţie este inversul frecvenţei.</td></tr>
<tr><td>• Cere elevilor
1. să determine experimental perioada de oscilaţie a pendulei unui ceas şi să compare rezultatele experimentale având în vedere că pendulul bate secunda.
2. să determine experimental perioada de oscilaţie</td><td>• Înregistrează şi prelucrează datele experimentale şi comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete/fişe)
1.
<table>
<tr><th>Nr. măs.</th><th>n oscilaţii</th><th>t (s)</th><th>T= t/n (s)</th><th>T_{medie} (s)</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>a unui pendul, analizând cazul devierii la amplitudini unghiulare diferite.
3. să observe ce se întâmplă în cazul plasării pendulului pus să oscileze sub apă.</td>
<td>2.
<table>
<tr><th>Nr. măs</th><th>Elongaţia Unghiulară</th><th>n</th><th>t (s)</th><th>T = t/n (s)</th><th>T_{medie} (s</th></tr>
<tr><td>1
...
5</td><td>60°</td><td>10
...
10</td><td>t_1
...
t_5</td><td>T_1
...
T_5</td><td>T_{medie}</td></tr>
<tr><td>1
...
5</td><td>90°</td><td>10
...
10</td><td>t_1
...
t_5</td><td>T_1
...
T_5</td><td>T_{medie}</td></tr>
</table>
Observă că:Perioada de oscilaţie nu depinde de amplitudinea unghiulară.
3. Observă că amplitudinea oscilaţiilor scade rapid de la din cauza acţiunii forţei de rezistenţă (vâscozitate) la înaintarea prin apă, mişcarea nu mai este periodică.</td>
</tr>
<tr>
<td>• Comunică elevilor ideea că pendulul pierde energie datorită acţiunii forţelor de frecare, motiv pentru care amplitudinea oscilaţiilor scade de la o oscilaţie la alta şi cere elevilor să identifice forţele care acţionează asupra pendulului (leagănului) în cele două situaţii şi apoi să experimenteze, modificând parametrii din cele două aplicaţii;</td>
<td>• Formulează ideile lor şi comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete):
- forţa de frecare este cauza pierderii de energie a leagănului;
- forţele care consumă energie produc un lucru mecanic negativ care contribuie la variaţia (scăderea) energiei cinetice a oscilatorului;
- amplitudinea oscilaţiilor scade (exponenţial) în timp.</td>
</tr>
<tr>
<td>• Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[1]</td>
<td>• Identifică produse pe care ar dori să le realizeze şi evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• Negociază cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, convin modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);</td>
</tr>
<tr>
<td>• Consultă elevii (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [2];</td>
<td>• Evocă semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa criteriilor de evaluare a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;</td>
</tr>
<tr>
<td>• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile şi constatările de până acum; 2. să calculeze perioada de oscilaţie a unui oscilator de exemplu: leagănul din grădină, metronom, booblehead dolls etc.</td>
<td>• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).</td>
</tr>
</table>

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

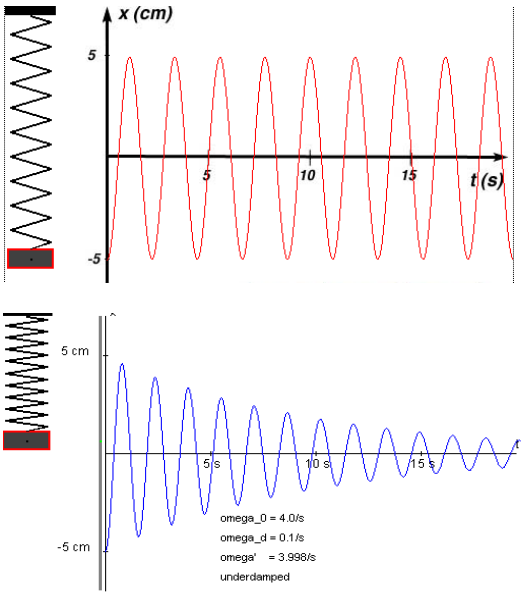
[1] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

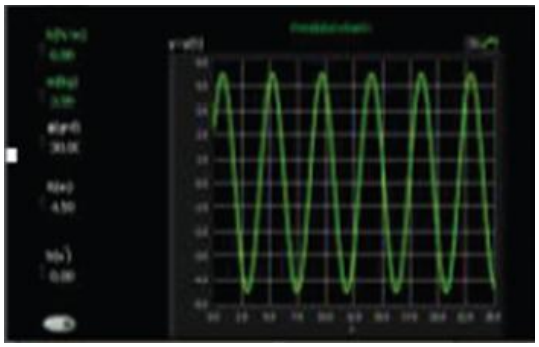
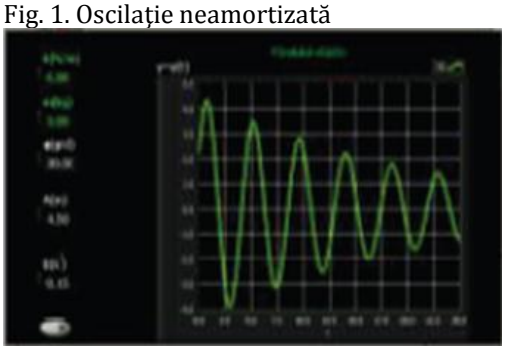
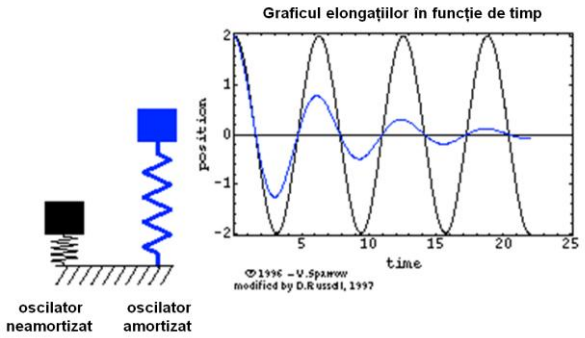
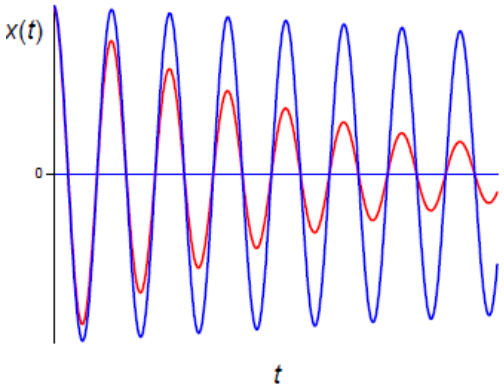
[2] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind cauze ale *variaţiei amplitudinii şi energiei oscilatorului*; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Revine** la cazul mişcării unui oscilator real şi **cere elevilor să anticipeze**: cum se modifică amplitudinea de oscilaţie în cazul unui pendul elastic în două situaţii de studiat şi să realizeze prelucrând datele experimentale câte un grafic al elongaţiilor în funcţie de timp. Prezintă de exemplu aplicaţiile de pe internet pentru a indica elevilor un mod de lucru: http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/kap13/cd361a.htm http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/applist/damped/d.htm • **Pune la dispoziţia elevilor materiale experimentale** necesare: resort elastic, stativ, mase marcate, hârtie milimetrică şi fişa de activitate.	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): 
• **Defineşte** *mişcarea oscilatorie amortizată şi* **solicită elevilor** *să indice forţele care acţionează în cazul mişcării oscilatorului real.*	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *Amplitudinea oscilatorului real scade de la o oscilaţie la alta;oscilatorul pierde energie;* - *Forţele care acţionează asupra oscilatorului elastic real sunt: greutatea, forţa elastică şi forţa de frecare care este proporţională cu viteza.*

• **Pune în evidenţă experimental,** indicând pe ecranul unui osciloscop o mişcare oscilatorie amortizată în două situaţii: forţa de frecare mică şi respectiv forţă de frecare mare:  Fig. 1. Oscilaţie neamortizată  Fig. 2. Oscilaţie amortizată, frecare mică  Fig.3. Oscilaţie amortizată, frecare mare • **Cere elevilor** să reprezinte pe acelaşi grafic dependenţa elongaţiei în funcţie de timp în următoarele cazuri: 1. Oscilator neamortizat-oscilator amortizat 2. Oscilator real, forţă de frecare mică- oscilator real, forţă de frecare mare.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *Observă că cu cât frecarea este mai mare cu atât scăderea amplitudinii oscilaţiei este mai accentuată.* - *Realizează pe aceeaşi diagramă graficele elongaţiilor în funcţie de timp, utilizând datele de pe ecranul osciloscopului (sau utilizând funcţia Print Screen de pe tastatura calculatorului în cazul utilizării unui program pe calculator cu osciloscop).* 1. Oscilator neamortizat-oscilator amortizat  2. Oscilator real, forţă de frecare mică- oscilator real, forţă de frecare mare. 
• **Orientează gândirea elevilor** către ideea că *diminuarea în timp a amplitudinii oscilaţiei (numită şi atenuare) este strâns legată de scăderea energiei oscilatorului din cauza disipării energiei prin forţele de frecare.* **cere elevilor** să indice care este diferenţa de energie dintre energia la momentul *t, E(t),* şi energia iniţială a oscilatorului.	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *Diferenţa de energie dintre energia oscilatorului la un moment dat E(t) şi energia iniţială E_0 este egală cu lucrul mecanic al forţelor de frecare.*
• **Defineşte** *mişcarea aperiodică* şi prezintă elevilor pe ecranul osciloscopului cazul în care, sub acţiunea unei forţe de frecare foarte mare, oscilatorul, scos fiind din poziţia de echilibru, nu mai poate efectua oscilaţii:	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *Întreaga energie primită în procesul de excitaţie iniţială e disipată rapid mediului înconjurător, după care oscilatorul rămâne în repaus.* - *Identifică ca exemplu de mişcare aperiodică cazul*

	*unui pendul pus să oscileze în interiorul unui lichid.*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să indice, de exemplu necesitatea amortizării oscilaţiilor (vibraţiilor) la amortizoarele de la maşini, grinzi, planşeele construcţiilor, poduri; de asemenea cere elevilor să identifice exemple din practică de dispozitive care amortizează mişcarea (exemplu amortizorul de la uşă); vibraţiile podurilor, cazuri de prăbuşire (*Angers*, Franţa, 1750; *Tacoma*, Statele Unite ale Americii, 1940)	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: imagini, desene, demonstraţii etc.).

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): studiul transferului de energie de la un sistem exterior la oscilator; norme de protecţia muncii în laborator; • **Prezintă** materiale filmate, de exemplu: http://www.youtube.com/watch?v=8JhDbR7tDbg&feature=related http://www.youtube.com/watch?v=Z5rKTagEsro&NR=1	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);

• **Defineşte (operaţional)** noţiunile de: sistem excitat, sistem excitator şi oscilaţii forţate - oscilaţiile unui sistem sub acţiunea periodică a altui sistem **şi cere elevilor** să indice modalitatea prin care sunt compensate pierderile de energie.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *-pierderile de energie datorate amortizării sunt compensate prin acţiunea unei forţe externe.* *-forţa externă este dependentă de timp.*
• ***Cere elevilor*** *să observe şi să analizeze procesul transferului de energie între un oscilator masiv(sistem excitator) şi un oscilator uşor (sistem excitat) – ambele pendule cuplate– analiză în două situaţii:* *a) Mişcarea pendulului excitat este mult amortizată;* *b) Mişcarea pendulului excitat este puţin amortizată.* • **Pune la dispoziţia elevilor materiale experimentale necesare**	• ***Realizează montajul experimental, stabilesc paşii de lucru, experimentează:*** -determină în prealabil perioada de oscilaţie a pendulului uşor; -realizează cuplajul celor două pendule, respectând condiţiile impuse (cazul a) respectiv b)); - pun în oscilaţie pendulul greu. -modifică perioada de oscilaţie a pendulului greu (de exemplu prin modificarea lungimii sale) • ***Formulează*** *constatările/ ipotezele lor şi* ***comunică răspunsurile*** *în clasă (notate pe caiete):* *- oscilaţia sistemului excitat are aceeaşi perioadă cu cea a pendulului excitator, dar are o amplitudine mult mai mică (cazul a) / mare (cazul b) ;* *- amplitudinea pendulului excitat creşte pentru valori ale perioadei sistemului excitator apropiate de perioada proprie a sistemului excitat.*
• **Defineşte (operaţional)** fenomenul de rezonanţă, noţiunea de rezonator şi excitator. • **Prezintă elevilor** câteva experimente simple referitoare la fenomenul de rezonanţă şi oferă explicaţii: *Exemplu de experiment: Se utilizează două diapazoane identice aşezate faţă în faţă la o distanţă de câţiva zeci de centimetri. Se loveşte cu un ciocănel de cauciuc unul dintre diapazoane şi astfel acesta începe să vibreze generând un sunet de frecvenţă înscrisă pe diapazon. Se constată că în scurt timp şi cel de-al doilea diapazon începe să vibreze din ce în ce mai tare pe când primul diapazon îşi micşorează amplitudinea de vibraţie până când încetează să mai vibreze. Apoi procesul continuă în sens invers.* (Ex. Sursă bibliografică: Schlett, Z., Hrianca, I., Vangheli Andru, D., Raşa, M., Experimente de Fizică şi aplicaţii, II, Rezonanţa, Editura Mirton, Timişoara 1999;)	• ***Formulează*** *constatările/ ipotezele lor şi* ***comunică răspunsurile*** *în clasă (notate pe caiete):* *- rezonanţa este fenomenul fizic de apariţie a maximului amplitudinii oscilaţiei întreţinute;* *- transferul energiei de la excitator la sistemul excitat este maxim pentru perioade aflate în vecinătatea perioadei proprii a sistemului excitat.*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să identifice situaţii din practică în care este necesară evitarea rezonanţei .	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

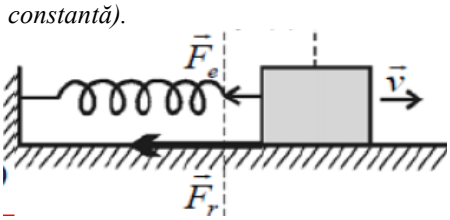
Secvenţa a IV-a. Aplicare

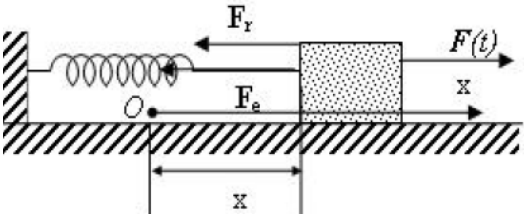
Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): definiţiile elementelor caracteristice mişcării oscilatorii.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):
• ***Propune elevilor** să analizeze, în cadrul unei probleme, mişcarea unui oscilator real până la oprire şi **cere elevilor**: *- să reprezinte în cadrul unui desen forţele care acţionează asupra pendulului elastic;* *- să scrie bilanţul energetic şi să determine decrementul oscilaţiei amortizate;* *- să scrie condiţia de oprire a corpului.*	• ****Aplică cunoştinţele dobândite în rezolvarea problemei şi formulează concluzii:*** *- asupra corpului, în timpul oscilaţiilor acţionează forţa de greutate. reacţiunea normală a planului, forţa elastică (forţă variabilă) şi forţa de frecare (forţă constantă).*  *- variaţia energiei potenţiale elastice este egală cu lucrul mecanic al forţei de frecare. Dacă notăm deformarea maximă iniţială cu x_0, şi cu x_1 comprimarea resortului faţă de poziţia de echilibru la prima trecere prin poziţia de echilibru, atunci bilanţul energetic se scrie:* $$\frac{k\cdot x_0^2}{2}=\mu mg(x_0+x_1)+\frac{k\cdot x_1^2}{2}\Rightarrow x_1=x_0-\frac{2\mu mg}{k}$$ unde $D=\frac{2\mu mg}{k}$ reprezintă decrementul oscilaţiei şi este constant de la o oscilaţie la alta. - Condiţia de oprire a corpului: $$F_{fr}\geq F_e\Rightarrow \mu mg\geq kx_n \quad \Rightarrow x_n\leq\frac{\mu mg}{k}\Rightarrow \quad x_n\leq\frac{D}{2}$$
• ****Implică elevii** în calculul numărului de amplitudini până la oprire şi a timpului până la*	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);

încetarea mişcării de oscilaţie.	
• **Orientează** gândirea elevilor către ideea iniţială: - Mişcarea unui oscilator real este amortizată; - Mişcarea îşi păstrează amplitudinea dacă există o forţă exterioară care să întreţină mişcarea.	• **Revin la exclamaţia iniţială**: *„Atunci când ne aflăm pe un leagăn, pentru a întreţine mişcarea leagănului trebuie să balansez picioarele deci să-i transmit energie”*, **evocă** observaţii, experienţe, întâmplări personale (în grădină, pe terenul de sport, în afara şcolii)
• ***Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: să analizeze cazul mişcării de oscilaţie întreţinută de către o forţă exterioară periodică în timp: $F = F_0 \cos \omega t$ şi să scrie bilanţul energetic în această situaţie.	•* **Efectuează tema pentru acasă**.(în cadrul cercurilor de Fizică) 

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): oscilaţii libere amortizate şi oscilaţii forţate.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă;
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[3];	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;

[3] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe” şi „abilităţi” (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

1. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
2. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);

• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ****Îşi propun să prezinte*** *materialele/studiile realizate, în cadrul unor sesiuni de comunicări şcolare/ locale, să stabilească măsuri privind reducerea vibraţiilor puternice, amortizarea lor, evitarea apariţiei în anumite situaţii din practică a fenomenului de rezonanţă etc.*

Bibliografie:

1. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
2. Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
3. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
4. Schlett, Z., Hrianca, I., Vangheli Andru, D., Raşa, M., Experimente de Fizică şi aplicaţii, Editura Mirton, Timişoara 1999;
5. http://www.phys.ubbcluj.ro/~dandr/pdf/Mec-CURS/CURS-12.pdf
6. http://www.didactic.ro/materiale-didactice/42680_oscilatia-neamortizata
7. www.olimpiade.ro/materiale.php?download&material=7495
8. http://www.phys.utcluj.ro/PersonalFile/Cursuri/CuleaCurs/Curs%203.pdf

3. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
4. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: XI.2
Modelul „Oscilator armonic”

sau

„Cum putem descrie matematic şi grafic oscilaţia unui corp aflat la capătul unui resort?”

Patricia Vlad

Clasa: a XI-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **7**

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Mişcarea oscilatorie armonică simplă şi mişcarea circulară. Ecuaţiile mişcării oscilatorului liniar armonic. Reprezentarea grafică a mărimilor caracteristice oscilatorului liniar armonic. Energia oscilatorului liniar armonic. Pendulul elastic. Pendulul gravitaţional (Programa de fizică pentru clasa a XI-a/ 2006).

Modelul de învăţare asociat: **EXERCIŢIUL**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: „*Ce fel de mişcare execută proiecţia unui punct material ce descrie o mişcare circulară uniformă, pe unul dintre diametrele cercului?* Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către modalităţile de a descrie verbal, matematic şi grafic oscilaţia unui punct material (de a deduce ecuaţiile mişcării oscilatorului armonic, perioada de oscilaţie a pendulului elastic şi a pendulului gravitaţional în diferite situaţii problemă). Elevii devin capabili de a determina experimental acceleraţia gravitaţională sau imaginează o metodă de determinare a lungimilor având la dispoziţie un cronometru.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

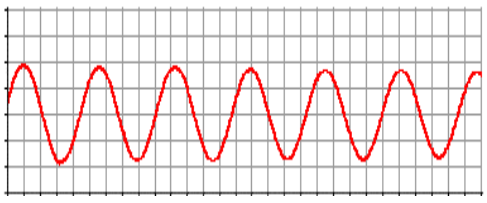
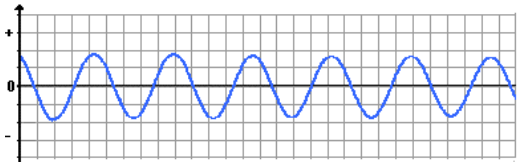
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;

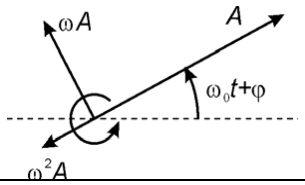
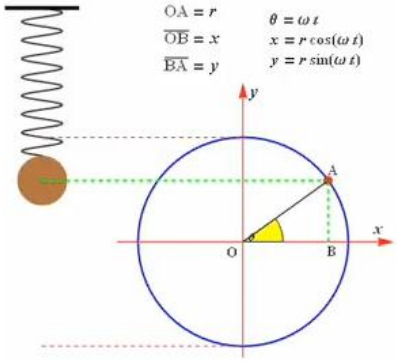
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	

• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): Prezintă exemple din viaţa cotidiană de corpuri ce execută o mişcare oscilatorie: http://www.pbs.org/opb/circus/classroom/circus-physics/activity-guide-pendulum-motion/ • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (definirea elementelor caracteristice mişcării oscilatorii, identificarea forţelor de revenire de exemplu în cazul numărului unui circusant la trapez sau la trambulină, etc., precum şi norme de protecţia muncii în laborator);	• **Evocă** observaţii proprii, **comunică răspunsurile** în clasă: -**Recunosc** mişcări oscilatorii în cazul evoluţiei circusantului la trapez (leagăn) şi la trambulină; -**Identifică** şi **definesc** elementele caracteristice mişcării oscilatorii; -**Indică** forţele de revenire în ambele situaţii: forţa gravitaţională $\left(\overrightarrow{G_{tg}}\right)$ în cazul leagănului şi forţa elastică $\left(\overrightarrow{F_e}\right)$ în cazul săriturilor la trambulină.
• **Comunică scopul prelegerii**: identificarea şi definirea elementelor caracteristice mişcării oscilatorii şi **cere elevilor să realizeze** o analogie cu elementele caracteristice mişcării circulare uniforme (mişcare periodică);	• **Evocă** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, şi pe tablă); Definesc şi deosebesc între elongaţie şi amplitudinea mişcării.
• **Solicită elevilor** să descrie şi să reprezinte printr-un desen mişcarea unui punct material pe un cerc (mişcare circulară uniformă) şi să identifice tipul de mişcare al proiecţiei punctului material pe diametrul vertical/orizontal al cercului. • **Defineşte (operaţional)** mişcarea oscilatorie armonică şi **cere elevilor** să reprezinte grafic legea dedusă, la diferite momente de timp: 0, $\frac{T}{4}, \frac{T}{2}, \frac{3T}{4}$, T; • **Extinde** cerinţa reprezentării grafice pentru legea $y = A\ sin(\omega t+\varphi_0)$. • **Cere elevilor** să determine viteza şi acceleraţia momentană a oscilatorului şi să reprezinte grafic aceste dependenţe în funcţie de timp.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen: **reprezintă** mişcarea punctului material pe o traiectorie circulară şi **construiesc** proiecţia punctului material pe diametrul vertical/orizontal al cercului pentru diferite poziţii (la momente diferite): *proiecţia punctului material execută o mişcare oscilatorie (dus-întors) de-a lungul diametrului vertical faţă de planul diametrului orizontal şi centrul cercului; repetă desenul pentru diferite poziţii ale punctului material pe traiectoria circulară şi localizează poziţia proiecţiei pe diametrul vertical.* • **Identifică** raza cercului ca amplitudine a mişcării oscilatorii şi deduc ecuaţia oscilatorului liniar armonic. *a) <u>Metoda grafică:</u>* • **Determină** formulele, **modelează,** utilizând cunoştinţele matematice; •**Reprezintă grafic** legea de oscilaţie $y = A\ sin\omega t$ şi $v = \omega A\cos\omega t$ **y = f(t):**  **v= f(t):** 
• **Defineşte (operaţional)** mişcarea oscilatorie armonică *şi* **cere elevilor** să interpreteze graficele obţinute.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe grafic): *stabilesc punctele de elongaţie maximă, poziţia corespunzătoare vitezei maxime, etc .*

• **Cere elevilor** să realizeze o diagramă fazorială, pornind de la observaţiile rezultate din interpretarea graficelor.	**Formulează** (în perechi) **şi comunică concluzii** (notate pe caiete): *- la elongaţie maximă, viteza este nulă, iar la trecerea prin punctul(poziţia)de echilibru, viteza este maximă;* *- între viteză şi elongaţie există o diferenţă de fază egală cu* $\frac{\pi}{2}$; *- între acceleraţie şi elongaţie există o diferenţă de fază egală cu π.* *- acceleraţia şi elongaţia au sensuri diferite:* $\vec{a} = -\omega^2 \vec{y}$ *- între acceleraţie şi viteză există o diferenţă de fază egală cu* $\frac{\pi}{2}$; *- determină formulele pentru elongaţia maximă, viteza maximă şi modulul acceleraţiei maxime.* b) <u>*Metoda fazorială:*</u> 
• **Propune elevilor** să găsească o analogie între mişcarea proiecţiei punctului material pe diametrul vertical al cercului şi mişcarea unei mase aflate la capătul unui resort; cere elevilor să identifice şi alte exemple similare din practică; • **Orientează** gândirea elevilor spre a găsi exemple în care mişcarea unui corp să fie similară cu mişcarea proiecţiei punctului material pe diametrul orizontal al cercului.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): 
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[4]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [5];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3.

[4] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[5] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele

	proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: să construiască practic un pendul elastic, să identifice şi reprezinte forţele care acţionează asupra sa.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.): construiesc pendule elastice, identifică forţa de greutate $\vec{G}$ şi forţa elastică $\overrightarrow{F_e} = -k\vec{y}$ (forţă de revenire). Elevii scriu condiţia de echilibru a pendulului elastic: $\vec{G} = m\vec{g} = k\overrightarrow{y_0} = -\overrightarrow{F_{e0}}$

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

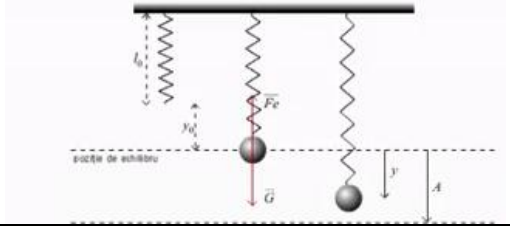
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind pendulul elastic ca oscilator armonic, factorii de care depinde perioada de oscilaţie a pendulului elastic, norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Revine** la exemplul pendulului elastic şi **cere elevilor** să anticipeze: a) efectul forţei de greutate (forţă deformatoare) b) efectul forţei elastice: *Care este orientarea forţei elastice (forţa de revenire) şi care sunt factorii care*	• **Formulează** ipoteze (în perechi) şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *Greutatea corpului este o forţă constantă, forţa care favorizează deformarea şi a cărei modul este: G=mg*; - *Forţa elastică este o forţă variabilă, proporţională cu*

specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

<table>
<tr>
<td>determină variaţia modulului acestei forţe?</td>
<td>deformarea resortului şi de sens opus acesteia; modulul ei depinde şi de natura resortului elastic deformat.
  </td>
</tr>
<tr>
<td>• Defineşte mişcarea oscilatorie armonică ca fiind mişcarea rectilinie a unui punct material faţă de un sistem de referinţă sub acţiunea unei forţe cvasielastice de forma $\vec{F} = -k\vec{y}$ sau $\vec{F} = -k\vec{x}$.
• Cere elevilor să determine experimental perioada de oscilaţie a pendulului elastic:
– Depinde perioada de oscilaţie de natura (lungimea iniţială, aria secţiunii transversale sau natura materialului) resortului?
– Depinde perioada de oscilaţie a resortului de deformarea produsă faţă de poziţia de echilibru?
– Depinde perioada de oscilaţie de masa corpului suspendat de cârligul resortului?</td>
<td>• Experimentează (pe grupe): pentru un resort dat cronometrează timpul necesar efectuării unui număr de oscilaţii complete. Repetă măsurătorile experimentale şi trec datele în tabel. Identifică sursele de erori.
<table>
<tr><td>Nr. det</td><td>Resort 1</td><td>m (kg)</td><td>Δl (cm)</td><td>nr. osc.</td><td>t(s)</td><td>T (s)</td><td>T_{med}(s)</td></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="6">k_1 (N/m)</td><td>m_1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>2</td><td>m_1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>m_1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td>m_2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>2</td><td>m_2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>m_2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Nr. det</td><td>Resort 2</td><td>m (kg)</td><td>Δl (cm)</td><td>nr. osc.</td><td>t(s)</td><td>T (s)</td><td>T_{med} s)</td></tr>
<tr><td></td><td rowspan="6">k_2 (N/m)</td><td>m_1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>2</td><td>m_1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>m_1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td>m_2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>2</td><td>m_2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>m_2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
• Formulează concluzii experimentale: Perioada pendulului elastic depinde de proprietăţile sale inerţiale prin masa m dar şi de cele elastice prin constanta elastică k dar nu depinde de condiţiile în care se află oscilatorul.</td>
</tr>
<tr>
<td>• Cere elevilor să determine formula perioadei oscilatorului liniar armonic.</td>
<td>• Deduc formula perioadei oscilatorului liniar armonic:
$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$;
• Compară rezultatele experimentale cu cele teoretice.</td>
</tr>
<tr>
<td>• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le să deducă perioada de oscilaţie pentru cele două resorturi cuplate în serie sau în paralel.</td>
<td>• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: machete, materiale filmate, desene, demonstraţii).</td>
</tr>
</table>

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

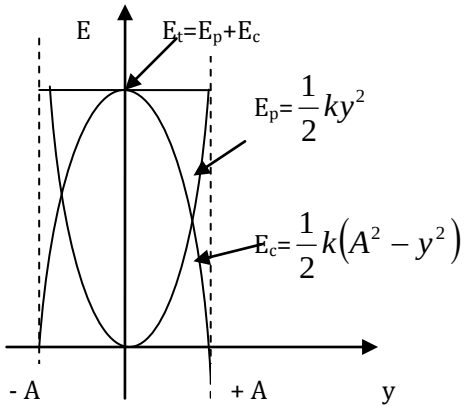
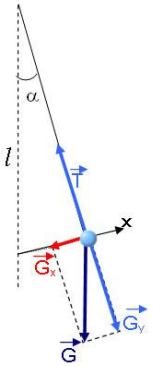
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): definiţii operaţionale ale energiei cinetice, potenţiale elastice şi a energiei totale a pendulului elastic; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Favorizează observarea** procesului de transformare continuă a energiei mecanice din formă potenţială în cinetică şi invers în timpul desfăşurării oscilaţiilor unui oscilator armonic **şi cere elevilor**: a) să observe un pendul elastic ţinut în poziţia de echilibru mecanic, în repaus: *Ce forţe se aplică oscilatorului în acest moment? Are energie cinetică? Are energie potenţială?* *b)* să observe pendulul elastic deplasat din poziţia de echilibru şi ţinut în repaus: *Are energie cinetică? Are energie potenţială? Cum se poate dovedi?*; *Care este formula energiei potenţiale elastice la momentul t când elongaţia este y?* c) să observe oscilatorul elastic în mişcare, în intervalul $y \in [-A; +A]$: *Cum variază energia cinetică? Dar energia potenţială elastică? Dar energia totală (neglijând frecarea cu aerul/ rezistenţa aerului)?*; d) să deducă formula energiei cinetice la momentul t precum şi a energiei totale a oscilatorului; e) să reprezinte grafic energia potenţială elastică, cinetică şi totală a oscilatorului.	• **Formulează** (în perechi) constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): a) *forţele care acţionează asupra pendulului elastic sunt greutatea şi forţa elastică (forţa de revenire); fiind ţinut în poziţia de echilibru, pendulul nu are energie cinetică, nu are nici energie potenţială, deoarece, lăsat liber în poziţia de echilibru, nu-şi schimbă starea de mişcare*; b) *deplasat din poziţia de echilibru şi ţinut în repaus pendulul nu are energie cinetică, dar are energie potenţială elastică, deoarece, lăsat liber, îşi schimbă starea de mişcare*; $E_p = \frac{ky^2}{2} = \frac{kA^2 \sin^2 \omega t}{2}$ *c) energia cinetică şi energia potenţială variază în opoziţie: energia cinetică maximă corespunde energiei potenţiale nule şi invers*; *evidenţiază o caracteristică esenţială a procesului de oscilaţie: transformarea periodică a energiei oscilatorului mecanic ideal din formă potenţială în cinetică şi invers.* $E_c = \frac{mv^2}{2} = \frac{mA^2\omega^2 \cos^2 \omega t}{2} = \frac{kA^2\left(1-\sin^2 \omega t\right)}{2}$ d) $E_c = \frac{1}{2}k\left(A^2 - y^2\right)$ $E_{totală} = E_c + E_p = \frac{1}{2}kA^2$ *e) energia mecanică totală a oscilatorului este constantă în timp; energia mecanică totală a oscilatorului este o caracteristică a stării oscilatorului.*

	
• **Cere elevilor:** -să construiască practic un pendul gravitaţional, cu materialele experimentale puse la dispoziţie; -să indice forţele care acţionează asupra pendulului gravitaţional şi cine are rol de forţă de revenire; -să analizeze situaţia în care mişcarea pendulului gravitaţional este oscilatorie armonică;	• **Formulează** (în perechi) constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):  *Forţele care acţionează sunt greutatea şi forţa de tensiune din fir; definesc elongaţia unghiulară α; şi indică forţa de restabilire care tinde să aducă sistemul spre poziţia de echilibru; stabilesc că forţa de restabilire este o forţă de tip cvasielastic în aproximaţia unghiurilor α mici* $\alpha \le 5^\circ \div 6^\circ$ *) (iar mişcarea pendulului gravitaţional poate fi considerată o mişcare oscilatorie armonică.*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să descrie, de exemplu **cere elevilor:** să analizeze *energetic* mişcarea pendulului gravitaţional a) să observe şi să analizeze conservarea energiei mecanice totale în cazul pendulului gravitaţional; b) să identifice poziţiile de energie cinetică maximă şi energie potenţială maximă.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	

• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): definiţii operaţionale ale energiei cinetice, potenţiale gravitaţionale şi a energiei totale a pendulului gravitaţional; norme de protecţia muncii în laborator; Prezintă pendulul (lampa) lui Galilei: http://www.scientia.ro/biografii/41-biografii-fizica/1520-galileo-galilei-parintele-fizicii-astronomiei-i-stiintei-moderne.html	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Favorizează observarea** procesului de transformare continuă a energiei mecanice din formă potenţială în cinetică şi invers în timpul desfăşurării oscilaţiilor unui pendul gravitaţional **şi cere elevilor**: să determine formula energiei cinetice şi a energiei potenţiale momentane pentru o anumită elongaţie unghiulară şi să determine viteza maximă a oscilatorului;	• **Formulează** (în perechi) constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *energia cinetică şi energia potenţială gravitaţională variază în opoziţie: energia cinetică maximă corespunde energiei potenţiale nule şi invers*; *forţa de greutate şi forţa de tensiune din fir sunt forţe conservative* - *poziţia de echilibru corespunde stării de energie cinetică maximă şi energia potenţială este nulă; când pendulul îşi atinge amplitudinea unghiulară, energia sa este exclusiv potenţială.*
• **Deduce formula perioadei pendulului gravitaţional,** ţinând cont de aproximarea micilor oscilaţii. Prezintă un material filmat: http://www.youtube.com/watch?v=MpzaCCbX-z4&feature=related • **Cere elevilor** să stabilească concluzii răspunzând următoarelor întrebări: 1. Depinde perioada pendulului gravitaţional de amplitudinea unghiulară? 2. Depinde perioada de oscilaţie a pendulului de masa corpului suspendat? 3. Depinde perioada pendulului gravitaţional de lungimea firului pendulului?	• **Formulează** (în perechi) constatările lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): 1. Perioada pendulului gravitaţional nu depinde de elongaţia unghiulară (pentru $\alpha \le 5^\circ \div 6^\circ$)*(legea izocronismului micilor oscilaţii).* 2. Perioada pendulului gravitaţional nu depinde de masa corpului suspendat. 3. Perioada pendulului gravitaţional depinde de lungimea firului pendulului. 4. Perioada pendulului gravitaţional depinde proporţional cu $\sqrt{l}$.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), studiu documentar (pe grupe): pendulul lui Galilei şi pendulul lui Foucault, cu indicarea surselor bibliografice: http://www.scientia.ro/stiinta-la-minut/48-scurta-istorie-descoperiri-stiintifice/1403-pendulul-lui-foucault-si-demonstrarea-rotatiei-pamantului.html http://www.scientia.ro/biografii/41-biografii-fizica/1520-galileo-galilei-parintele-fizicii-astronomiei-i-stiintei-moderne.html	• **Efectuează tema pentru acasă**, rezolvă probleme aplicând cunoştinţele dobândite la clasă; Se documentează şi realizează o descriere în scris referitoare la unul dintre cele două pendule.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

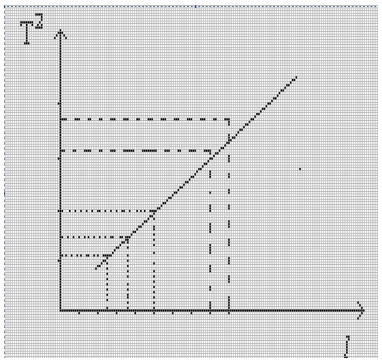
Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): determinarea experimentală a perioadei de oscilaţie a pendulului gravitaţional şi evidenţierea experimentală a factorilor de care depinde.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* , eseuri, referate, machete şi **evocă** aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor machete, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *definiţia perioadei pendulului gravitaţional, scrierea /deducerea formulei etc.*;
• **Implică elevii** în găsirea: -**Grupa I**: Unei metode de a determina experimental lungimea unui fir, având la dispoziţie un cronometru; -**Grupa II**: Unei metode de a determina acceleraţia gravitaţională a locului (metoda prin calcul); - **Grupa III**: Unei metode de a determina acceleraţia gravitaţională a locului (metoda grafică).	**Grupa I:** - **Determină experimental** perioada de oscilaţie a pendulului gravitaţional, cronometrând timpul în care se efectuează un număr stabilit de oscilaţii complete. - **Reiau experimentul** cu acelaşi pendul, cronometrând numere diferite de oscilaţii complete; - **Calculează** de fiecare dată perioada de oscilaţie a pendulului: $T = \frac{t}{N}$ (s) şi realizează o medie a perioadelor obţinute; - **Calculează** din formula perioadei pendulului gravitaţional: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, lungimea firului: $l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$. **Grupa II:** - **Determină experimental** perioada de oscilaţie a pendulului gravitaţional;

	- **Repetă experimentul** cu acelaşi pendul, cronometrând numere diferite de oscilaţii complete; - **Măsoară** cu ajutorul riglei lungimea firului; - **Calculează** cu ajutorul formulei acceleraţia gravitaţională: $g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$; - **Calculează** o valoare medie a acceleraţiilor obţinute; - Identifică surse de erori.
	Grupa III:
	-**Reprezintă grafic** $T^2 = f(l)$ şi determină panta dreptei. -**Calculează** cu ajutorul formulei acceleraţia gravitaţională; - **Calculează** o valoare medie a acceleraţiilor experimentale obţinute.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: Să stabilească legea de variaţie a perioadei pendulului matematic ce bate secunda şi să reprezinte grafic pe hârtie milimetrică la o asemenea scară astfel încât să se poată citi pe grafic perioada pendulului pentru înălţimi ce cresc din sută în sută de kilometri.(Culegere probleme de Fizică pentru liceu, p 59, Societatea de Ştiinţe Fizice şi Chimice, Bucureşti).	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Nr. măs	N	Δt (s)	T (s)	T^2 (s^2)	*l* (m)	g m/s^2	g_{med} m/s^2

Nr. măs	N	Δt	T (s)	T^2 (s^2)	*l* (m)	T^2/l =tgα	$g=\frac{4\pi^2}{tg\alpha}$



Lecţia 6

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): determinarea perioadei de oscilaţie a pendulului gravitaţional în diferite situaţii problemă.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor machete, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *modificarea perioadei de oscilaţie a pendulului gravitaţional în diferite condiţii experimentale/problemă, modalităţi de a menţine constantă perioada de oscilaţie în condiţii experimentale diferite.*
• **Cere elevilor:** 1. să determine perioada de oscilaţie a unui pendul matematic fixat pe tavanul unei cutii paralelipipedice dacă aceasta se deplasează accelerat vertical în sus/jos sau i se imprimă o acceleraţie pe orizontală (să realizeze o compunere vectorială a acceleraţiilor); 2. să indice modalităţi de a menţine aceeaşi perioadă unui pendul într-un anumit loc de pe suprafaţa Pământului şi într-un satelit geostaţionar, la o altitudine dată;; 3. să identifice şi alte exemple de forţe cvasielastice: de exemplu în cazul mişcării oscilatorii a unei coloane de apă dintr-un tub în formă de U în urma dezechilibrării cu o forţă exterioară. (Surse bibliografice: exemplu: Galbură, A., Iosupescu, M., Trăistaru, C., Fizică, Probleme rezolvate, îndrumător metodic, vol.I, Editura Corint, Bucureşti, 1996)	• **Formulează** (în perechi/grupe) constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): 1. -scriu perioada de oscilaţie a pendulului când cutia se află în repaus; - aplică principiul forţei de inerţie şi compun vectorial acceleraţiile; -calculează perioada pendulului când cutia urcă/coboară şi compară cele două perioade cu cazul iniţial când cutia se află în repaus; -calculează perioada pendulului în cazul deplasării cutiei pe direcţie orizontală şi stabilesc că oscilaţia se produce perpendicular pe direcţia acceleraţiei rezultante. 2, -găsesc o relaţie de legătură între acceleraţiile gravitaţionale ale celor două locuri; -calculează şi compară perioada pendulului într-un loc pe suprafaţa Pământului şi respectiv într-un satelit la altitudine dată; -calculează ce lungime ar trebui să aibă firul pe satelit pentru a avea aceeaşi perioadă ca şi pe Pământ. 3. - reprezintă printr-un desen situaţia problemă; -scriu ecuaţia de egalitate a presiunilor în cele două ramuri -exprimă forţa exterioară ca fiind o forţă cvasielastică de forma F= kx; -calculează perioada de oscilaţie a masei de lichid.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor de exemplu: Să determine o forţă de tip cvasielastic în cazul în care se acţionează cu o forţă exterioară asupra unui corp parţial scufundat în lichid şi acesta începe să oscileze.	• **Efectuează tema pentru acasă.**

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 7

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): relaţia dintre echilibrul mecanic şi energia potenţială;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă;
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[6];	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ****Îşi propun să expună*** *produsele realizate în expoziţii şcolare, să prezinte rezultatele activităţilor experimentale în cadrul unor sesiuni de comunicare*

Bibliografie:

[6] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

5. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
6. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
7. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
8. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

9. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
10. Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
11. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
12. www.physicsclassroom.com
13. http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
14. Hristev, A., *Mecanică şi Acustică*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1982;
15. Creţu, T., *Fizică Curs Universitar,* Editura Tehnică, Bucureşti 1996.

Unitatea de învăţare: XI.3
Compunerea oscilaţiilor

sau

„Cum descriem mişcarea rezultantă a unui punct material supus acţiunii simultane a două sau mai multor forţe elastice?”

sau

„Ce mişcare rezultantă va avea un corp solicitat concomitent de mai multe mişcări oscilatorii?”

Patricia Vlad

Clasa: a XI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **Compunerea oscilaţiilor paralele.** Compunerea oscilaţiilor armonice paralele şi de frecvenţe egale. Compunerea oscilaţiilor armonice paralele de frecvenţe puţin diferite. **(*) Compunerea oscilaţiilor perpendiculare** (*) Compunerea oscilaţiilor armonice perpendiculare cu aceeaşi frecvenţă. (*) Compunerea oscilaţiilor armonice perpendiculare cu frecvenţe diferite (Programa de fizică pentru clasa a XI-a).
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

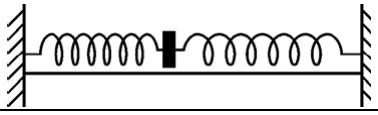
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie neaşteptată, şi anume: *„Mişcarea unui punct material supus acţiunii simultane a două forţe elastice este o mişcare oscilatorie armonică.”* Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Dacă doi sau mai mulţi oscilatori interacţionează, mişcarea fiecăruia este influenţată de oscilaţiile celorlalţi, având loc o compunere a oscilaţiilor.”* Elevii vor deduce ecuaţia de mişcare rezultantă pentru punctul material / ecuaţia traiectoriei după care se va deplasa punctul material.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): problema interacţiunii a doi sau mai multor oscilatori; evidenţiază mai multe cazuri posibile. Limitează discuţiile la cazul acţiunii a două forţe elastice.	• **Evocă** observaţii proprii, **comunică răspunsurile** în clasă; 
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice" (la dispoziţia elevilor în clasă): *„Ce mişcare rezultantă va avea punctul material dacă este supus acţiunii simultane a două forţe elastice?"* şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat;	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu: *„mişcarea rezultantă este de asemenea o mişcare oscilatorie armonică" „mişcarea rezultantă are o amplitudine şi o fază care depind de amplitudinile şi fazele iniţiale ale oscilaţiilor componente", „mişcarea rezultantă are loc într-un plan care depinde de direcţia celor două mişcări oscilatorii"etc.*
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor dispozitive experimentale, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Definesc** mişcarea oscilatorie armonică, **evocă/ exersează** ecuaţiile mişcării oscilatorii armonice, explicitarea mărimilor fizice care intervin, reprezentarea fazorială, prin asocierea oscilaţiei de amplitudine a şi pulsaţie ω a unui vector plan de lungime a care se roteşte în sens antiorar cu viteza unghiulară ω; **reactualizează** formulele trigonometrice ale sumelor de unghiuri.
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; **orientează gândirea** elevilor către identificarea direcţiilor posibile de producere a oscilaţiilor.	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat) pentru a explica compunerea oscilaţiilor: *-oscilaţiile produc elongaţii în lungul aceleiaşi direcţii sau după două direcţii perpendiculare*; *-oscilaţiile pot avea aceeaşi frecvenţă sau frecvenţe diferite*; • **Reformulează ipotezele**: *dacă oscilaţiile sunt paralele atunci şi mişcarea rezultantă va avea aceeaşi direcţie ca şi oscilaţiile componente; dacă oscilaţiile componente au loc în lungul a două direcţii perpendiculare atunci mişcarea rezultantă va avea loc într-un plan, pe o anumită traiectorie.* • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[7]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare***	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini

[7] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

a rezultatelor finale ale elevilor (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[8]	personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor şi să reprezinte forţele care intervin, să scrie ecuaţiile mişcărilor oscilatorii armonice.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (poster, demonstraţii, animaţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

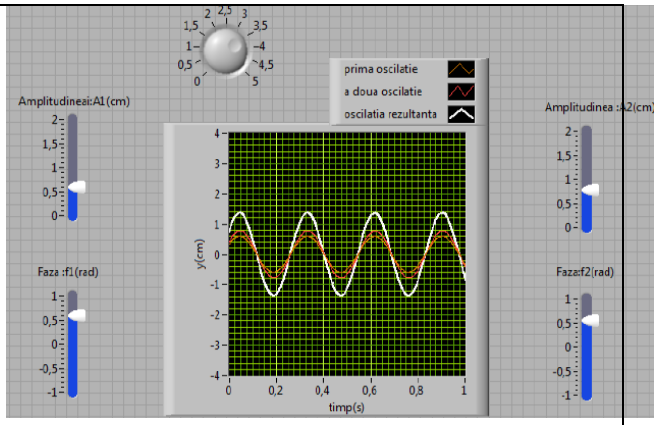
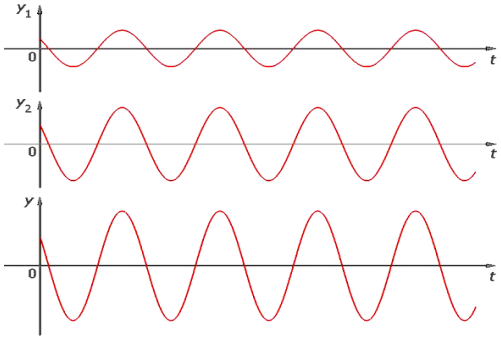
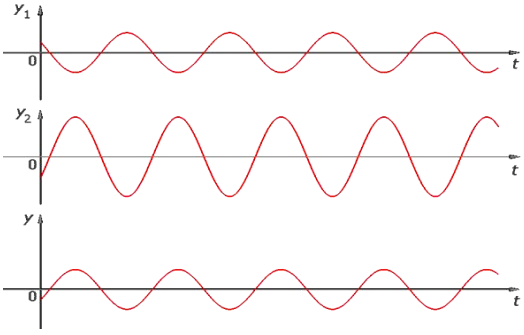
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

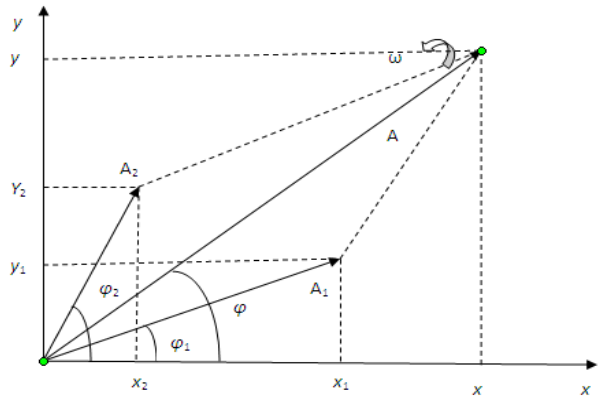
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

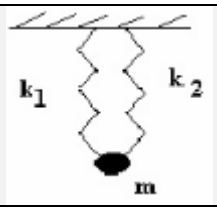
Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte metodele propuse; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor dispozitive experimentale, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă modul de rezolvare, rezultatele obţinute, *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentarea *compunerii oscilaţiilor armonice paralele de aceeaşi frecvenţă* (osciloscop, sursă de tensiune /computer-exemplu: programul LabView-simulări interactive pe calculator, cu aplicaţii în Fizică) şi **cere elevilor să experimenteze** pentru a verifica ideea: mişcarea rezultantă este o mişcare oscilatorie armonică.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **analizează** compunerea oscilaţiilor paralele de frecvenţe egale dar de amplitudini şi faze iniţiale diferite; - **modifică** datele de intrare (amplitudinile /fazele iniţiale) ale oscilaţiilor care solicită punctul material; - **realizează graficul** pe hârtie milimetrică; - **interpretează** datele experimentale;

[8] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

	
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Elevii **comunică observaţiile** privind compunerea oscilaţiilor armonice paralele de aceeaşi frecvenţă: *- amplitudinea oscilaţiei rezultante depinde de diferenţa de fază $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ a oscilaţiilor iniţiale care se compun;* *- amplitudinea oscilaţiei rezultante este egală cu suma amplitudinilor oscilaţiilor componente (este maximă): $a = a_1 + a_2$ şi oscilaţiile sunt în fază;*  *- amplitudinea oscilaţiei rezultante este egală cu valoarea absolută a diferenţei amplitudinilor oscilaţiilor componente (este minimă): $a = \lvert a_1 - a_2 \rvert$ şi oscilaţiile sunt în opoziţie de fază;* *- dacă $a_1 = a_2$ şi oscilaţiile iniţiale sunt în opoziţie de fază, atunci oscilaţia se stinge;*  • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Solicită elevilor** să determine elongaţia oscilaţiei rezultante în cazul compunerii a două oscilaţii armonice paralele de aceeaşi frecvenţă; **propune** rezolvarea sarcinii de lucru prin două metode: • *Grupa 1*: *metoda analitică* (aplicând principiul suprapunerii micilor oscilaţii şi formulele	- *Grupa I: metoda analitică:* • **Deduc** expresia elongaţiei momentane a oscilaţiei rezultante, amplitudinea şi faza oscilaţiei rezultante: Dacă ecuaţiile care descriu cele două oscilaţii armonice paralele care solicită simultan punctul material sunt: $y_1 = a_1 \sin(\omega t + \varphi_1)$ şi $y_2 = a_2 \sin(\omega t + \varphi_2)$ atunci oscilaţia rezultantă are elongaţia pe aceeaşi direcţie:

trigonometrice ale sumelor de unghiuri); • *Grupa II*: *metoda grafică a fazorilor sau a vectorilor rotitori – reprezentarea fazorială a oscilaţiilor* (unei oscilaţii de amplitudine *a* şi pulsaţie ω i se asociază un fazor-un vector plan, cu originea în originea sistemului de axe *xOy*, de lungime *a* şi care se roteşte în sens trigonometric cu viteza unghiulară ω – metoda compunerii vectorilor).	$y = y_1 + y_2 = a_1 \sin(\omega t + \varphi_1) + a_2 \sin(\omega t + \varphi_2)$ Demonstrează expresia elongaţiei oscilaţiei rezultante: $y(t) = a \sin(\omega t + \varphi)$. • *Grupa II metoda grafică – a fazorilor sau a vectorilor rotitori – reprezentarea fazorială a oscilaţiilor:* • **Realizează diagrama fazorială:** • **Observă:** - suma proiecţiilor a doi vectori pe o axă este egală cu proiecţia pe aceea axă a vectorului rezultant - unghiul dintre fazorii $\vec{a}_1$ şi $\vec{a}_2$ rămâne neschimbat: $\varphi_2 - \varphi_1$ 
• **Cere elevilor** să formuleze observaţii/concluzii referitoare la rezultatele obţinute.	• **Formulează concluzii:** *- prin compunerea a două mişcări oscilatorii armonice rezultă tot o mişcarea oscilatorie armonică;* *- oscilaţia rezultantă are aceeaşi direcţie şi pulsaţie ca şi oscilaţiile iniţiale;* *- amplitudinea şi faza iniţială a oscilaţiei rezultante depinde de amplitudinile şi fazele iniţiale ale oscilaţiilor care se compun:* $a = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2)}$ $tg\varphi = \frac{a_1 \sin\varphi_1 + a_2 \sin\varphi_2}{a_1 \cos\varphi_1 + a_2 \cos\varphi_2}$ • *Determină amplitudinea oscilaţiei rezultante în cazul:* $\Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$ *(oscilaţiile sunt în cvadratură sau la sfert):* $a^2 = a_1^2 + a_2^2$
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le: 1.să aplice cunoştinţele dobândite pentru a determina ecuaţia oscilaţiei rezultate prin compunerea a două oscilaţii armonice paralele, de frecvenţe egale dacă se cunosc ecuaţiile lor; 2.*să studieze cazul compunerii oscilaţiilor paralele de frecvenţe puţin diferite; indică pentru pulsaţiile celor două mişcări oscilatorii armonice valorile: $\omega_1 = \omega + \Delta\omega$ şi $\omega_2 = \omega - \Delta\omega$.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (demonstraţii, animaţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

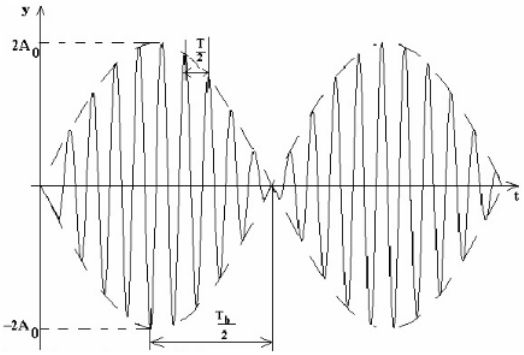
Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

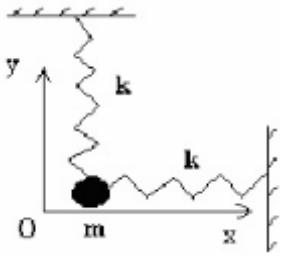
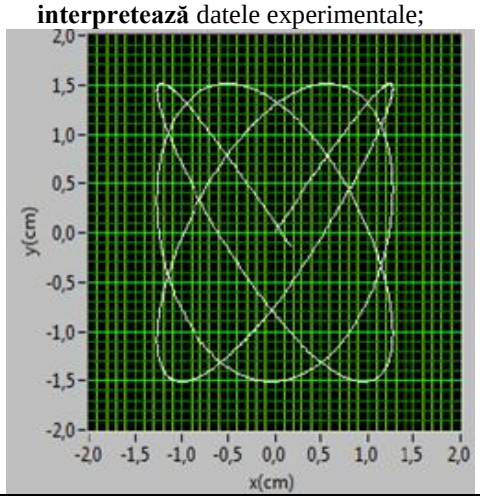
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte metodele propuse; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor dispozitive experimentale, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă modul de rezolvare, rezultatele obţinute, *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• Cere elevilor: -să formuleze concluzii referitoare amplitudinea oscilaţiei rezultante în cazul compunerii a două oscilaţii armonice paralele de frecvenţe puţin diferite; -să reprezinte graficul elongaţiei funcţie de timp; - să observe *fenomenul de bătăi* (se evidenţiază în situaţia în care cele două oscilaţii armonice paralele au pulsaţii diferite dar cu valori foarte apropiate)	• **Formulează concluzii:** *-amplitudinea oscilaţiei rezultante depinde de timp;* *-amplitudinea oscilaţiei rezultante este o funcţie periodică:* $a^2 = a_1^{\ 2} + a_2^{\ 2} + 2a_1a_2\cos\left[2\Delta\omega t + \varphi_1 + \varphi_2\right]$ unde: $\Delta\omega = \frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$ iar $\omega = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$; *-faza iniţială a oscilaţiei rezultante depinde de timp;*  -evidenţiază apariţia fenomenului de bătăi în acustică, electronică
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):; • **Prezintă un material filmat**, de exemplu: http://www.youtube.com/watch?v=Y9DzI4lnrbA	

• *__Oferă elevilor materiale__ pentru experimentarea *compunerii oscilaţiilor perpendiculare de aceeaşi frecvenţă* (osciloscop, sursă de tensiune /computer-exemplu: programul LabView-simulări interactive pe calculator, cu aplicaţii în Fizică) şi **cere elevilor să experimenteze** pentru a observa traiectoria punctului material.	• *Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **analizează** compunerea oscilaţiilor perpendiculare de frecvenţe egale dar de amplitudini şi faze iniţiale diferite;  - **modifică** datele de intrare (amplitudinile /fazele iniţiale) ale oscilaţiilor care solicită punctul material; - **interpretează** datele experimentale; 
• *__Cere elevilor__ să comunice observaţiile experimentale**;**	• ***Formulează concluzii**: *- rezultanta a două mişcări oscilatorii armonice perpendiculare de frecvenţe egale este în general o oscilaţie eliptică;* *- axele elipsei fac un unghi în general nenul cu axele de coordonate;* *- elipsa descrisă de punctul material se înscrie în „dreptunghiul amplitudinilor” de laturi: $2a_1$ şi $2a_2$;* *- dacă diferenţa de fază este $\Delta\varphi = 2k\pi$, k=0,1,2,..., adică oscilaţiile sunt în fază, rezultă o mişcare oscilatorie armonică de-a lungul primei diagonale din dreptunghiul amplitudinilor;* *- dacă diferenţa de fază este $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$, k=0,1,2,..., adică oscilaţiile sunt în opoziţie de fază, rezultă o mişcare oscilatorie armonică de-a lungul celei de-a doua diagonale a dreptunghiului amplitudinilor.* *- dacă diferenţa de fază este $\Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$, k=0,1,2,...atunci traiectoria punctului material este o elipsă ale cărei axe coincid cu axele perpendiculare ale direcţiilor oscilaţiilor care se compun; în acest caz, dacă şi $a_1=a_2$, elipsa degenerează într-un cerc.*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): solicită elevilor să rezume constatările experimentale referitoare la compunerea oscilaţiilor armonice studiate şi să organizeze concluziile în cadrul unui tabel.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (demonstraţii, animaţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

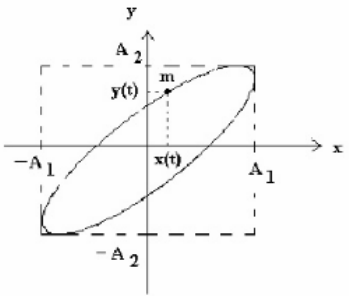
Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Solicită elevilor** să determine ecuaţia traiectoriei după care se va deplasa punctul material supus simultan acţiunii a două oscilaţii armonice perpendiculare de frecvenţe egale şi de ecuaţii date.	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - **deduc** ecuaţia traiectoriei punctului material ; - **analizează** prin calcul câteva cazuri particulare pentru $\Delta\varphi$ şi studiază traiectoria punctului material în fiecare caz; - **verifică** concordanţa rezultatelor obţinute prin calcul cu cele observate experimental; - **desenează** traiectoria punctului material:  - **particularizează** rezultatul pentru situaţia problemă dată; - **interpretează** rezultatele obţinute şi **formulează concluzii.**
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): -**implică elevii** în conceperea raportului final, solicitându-le să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii şi să sintetizeze în cadrul unor tabele concluziile experimentale referitoare la compunerea oscilaţiilor analizate; -*cere elevilor să analizeze cazul compunerii	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului;

oscilaţiilor perpendiculare de frecvenţe diferite.	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
• ***Implică elevii** în analiza cazului de compunere a două oscilaţii perpendiculare de frecvenţe diferite; Indică vizualizarea unor materiale informative, de exemplu: http://bioprotect.de/thegreenpage/liss3d.htm	• ***Formulează concluzii:** -traiectoria punctului material este o curbă închisă dacă raportul pulsaţiilor celor două oscilaţii este un număr raţional; -curbele care se obţin se numesc *figuri Lissajous*.
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[9];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe

[9] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

9. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
10. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
11. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);

	baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ***Îşi propun să prezinte studiile realizate** în cadrul unor sesiuni de comunicări, la cercul de excelenţă etc.*

Bibliografie

Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
Bunget, I.,Burlacu, L., Ciobotaru, D., Costescu, A., Florescu,V., Munteanu,I., Rusu,M., Spânulescu, S., Compendiu de Fizică, Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1988;
http://www.fizica.ro/textbooks/fizica11/html/1a10.html
http://tvsimpozioane.wikispaces.com/file/view/S3_32_Onea_Cristina_TV2010.pdf
http://www.physics.pub.ro/Referate/BN122B/Compunerea_oscilatiilor_armonice_perpendiculare.pdf
http://www.mathematik.ch/anwendungenmath/lissajou/weitere_beispiele_von_lissajou.php
http://www.scribd.com/doc/50029972/12/Compunerea-oscila%C5%A3iilor-armonice-paralele-de-aceea%C5%9Fi-pulsa%C5%A3ie

12. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: XI.4
Oscilatori mecanici cuplaţi
sau
Un corp aflat în oscilaţie poate determina oscilaţiile corpurilor aflate în apropierea lui
sau
Avem două diapazoane identice aşezate unul lângă altul pe o masă. Punând unul din diapazoane în vibraţie, este posibil să producem vibraţia celuilalt."

Dorina Cucu

Clasa: a XI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **4**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Oscilaţii mecanice întreţinute. Oscilaţii mecanice forţate. Rezonanţa. Consecinţe şi aplicaţii. (Programa de fizică pentru clasa a XI-a).
Modelul de învăţare asociat: **Proiectul**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare – Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare – Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie – Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare – Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (reprezentând competenţe specifice), ca o succesiune lecţii „cu finalitate reală" (Cerghit, I. ş.a., 2001), focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse finite, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este **planificarea sau anticiparea**.

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie surprinzătoare, şi anume: *„Un corp aflat în oscilaţie poate determina oscilaţiile corpurilor aflate în apropierea lui."*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Corpurile aflate în oscilaţie influenţează oscilaţiile corpurilor înconjurătoare. Această influenţă depinde de frecvenţele proprii de vibraţie ale corpurilor care interacţionează, de caracteristicile mediului care intermediază transferul energetic între sistemele oscilante cuplate "*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă, încadrând oscilatorii mecanici cuplaţi în conceptul de transfer energetic între oscilator şi mediul exterior lui); foloseşte ca exemple: ☞ oscilaţiile unei clădiri determinate de trecerea unui camion de mare tonaj pe strada clădirii respective; ☞ leagănul pe care se află un copil ce execută mişcări pentru a mări/reduce amplitudinea oscilaţiilor; ☞ un diapazon pus în oscilaţie determină vibraţiile unui diapazon identic aşezat lângă primul diapazon, aşa cum se poate constata din filmul: **http://www.youtube.com/watch?v=hiHOqMOJTH4&feature=related**	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind oscilatorii mecanici cuplaţi, necesitatea cunoaşterii condiţiilor în care se realizează transferul de energie între ei, a consecinţelor pe care le are acest transfer de energie asupra fiecărui oscilator în parte etc.;
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: *Ceasornicul cu pendulă*; *membrana difuzorului*; *amortizoarele autovehiculelor;* şi altele; (2) **construcţii:** *sistem de pendule cuplate, pendul dublu, seismograf, etc. ;* (3) **referate ştiinţifice:** *funcţionarea timpanului urechii; cauzele şi condiţiile producerii mareelor; pendulul lui Foucault; prăbuşirea podului Takoma Bridge;* în explicarea cărora se pune accentul pe transferul de energie între sistemele oscilante, pe relaţia dintre frecvenţele proprii ale acestora, etc.; (4) **postere, desene, eseuri literare etc.**, conţinând referiri la: *corpul uman ca sistem oscilator şi frecvenţele proprii de oscilaţie ale părţilor sale constitutive, motoarele electrice sau maşinile conţinând piese ce execută mişcări periodice, cutiile de rezonanţă ale instrumentelor muzicale,* etc.;	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu ştiinţific, eseu plastic sau literar etc.);
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (frecvenţa proprie de oscilaţie a unui sistem mecanic, transferul de energie între doi oscilatori cuplaţi, amortizarea oscilaţiilor, relaţia dintre energia oscilatorului şi amplitudinea oscilaţiilor, etc.); cu acest prilej, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* (utilizarea unor aparate sau programe/softuri care pot pune în evidenţă dependenţa de timp a elongaţiei/vitezei/acceleraţiei oscilatorului: seismograf, oscilograf, osciloscop, etc.);	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind fenomenele în termeni de amplitudinea oscilaţiilor, frecvenţa oscilaţiilor, corpul care cedează energia şi corpul care o primeşte, forţele care determină ca oscilaţiile să dureze în timp, etc.; • **Evocă/ exersează determinarea perioadei de oscilaţie a unui pendul** (utilizând pendule de diverse lungimi, cronometre, rigle);
• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat;	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă informaţii de tipul „Ce este?” (oscilaţia forţată, oscilaţia întreţinută, cuplajul dintre două sisteme mecanice, sistem excitator, sistem rezonator, transferul selectiv de energie între doua sisteme oscilatorii cuplate, rezonanţa).	• **Efectuează tema pentru acasă**.

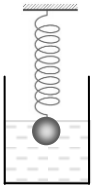
Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (vase cu apă, resorturi, corpuri cu mase marcate, stative, diapazoane, ciocănele, etc.) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către verificarea următoarei idei: un corp aflat în oscilaţie transferă o parte din energia sa mediului înconjurător; transferul de energie depinde de frecvenţele proprii de oscilaţie ale sistemelor mecanice între care se realizează transferul de energie); **Grupele I şi II (construcţii):** analizează oscilaţiile unui pendul elastic introdus în apă comparativ cu oscilaţiile lui în aer; **Grupele III şi IV (demonstraţii/ modelări experimentale):** analizează oscilaţiile unui diapazon sub acţiunea vibraţiilor unui alt diapazon când cele două diapazoane sunt identice şi când pe o ramură a celui de-al doilea diapazon este aşezat un corp mic;   **Grupele V şi VI (referate ştiinţifice, postere, desene, eseuri literare etc.):** analizează transferul de energie între un motor şi un corp suspendat de un resort cuplat la motor printr-un sistem bielă-manivelă, urmărind filmul: http://www.youtube.com/watch?v=aZNnwQ8HJHU	• **Evocă informaţiile culese** cu privire la proiectul ales, **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii din: **Grupele I şi II:** - compară perioadele oscilaţiilor pendulului elastic în cele două situaţii (măsoară perioadele de oscilaţie); - fac presupuneri privind diferenţa dintre cele două situaţii; - notează observaţiile lor privind cauzele amortizării oscilaţiilor pendulului introdus în apă; **Grupele III şi IV:** - notează observaţiile lor privind diferenţele care apar în oscilaţiile celui de-al doilea diapazon în situaţiile analizate (compară intensităţile sonore, duratele înregistrării sunetelor, etc.); - fac presupuneri privind rolul cutiei de rezonanţă a diapazonului; - încearcă să explice diferenţele observate în comportamentul celui de-al doilea diapazon, referindu-se la frecvenţele oscilaţiilor celor două diapazoane; **Grupele V şi VI:** - fac presupuneri privind modul de funcţionare a celor două sisteme cuplate şi a modului de realizare a cuplajului; - observă că amplitudinea oscilaţiilor pendulului depinde de tensiunea aplicată motorului, făcând presupuneri referitoare la schimbul de energie dintre oscilatorii cuplaţi, la frecvenţele lor de oscilaţie, etc.
• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind caracteristicile transferului de energie între două sisteme oscilante cuplate; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, grupele de elevi se rotesc, astfel încât fiecare elev să efectueze experimentele propuse/să urmărească filmul.
• **Implică elevii** în conceperea raportului final şi cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produsului final, convin **modalitatea de prezentare** (poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, **să** răspundă la un set de întrebări, sau să conceapă experimente prin care pot ilustra transferul de energie între două sisteme oscilante cuplate; le sugerează să urmărească filmele:
http://www.youtube.com/watch?v=hmyvIC3g198&NR=1
http://www.youtube.com/watch?v=Nz-XTyeQDhU

rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări:

Considerând mişcarea unui leagăn în care se află un elev, răspundeţi la următoarele întrebări:

1. Dacă leagănul este împins din exterior şi apoi lăsat liber, care sunt sistemele mecanice cuplate între care se realizează transferul de energie?
2. Ce mişcări trebuie să execute elevul pentru a întreţine oscilaţiile leagănului? Care sunt sistemele mecanice cuplate între care se realizează transferul de energie?
3. Este posibil ca oscilaţiile leagănului, acţionat din exterior (de un alt elev) să aibă amplitudinea constantă în timp? Cum trebuie să procedeze al doilea elev?

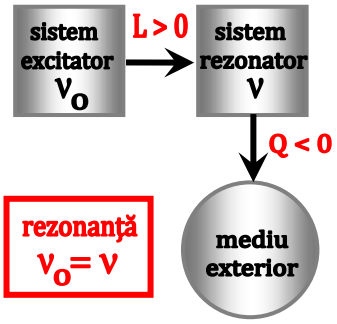
Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

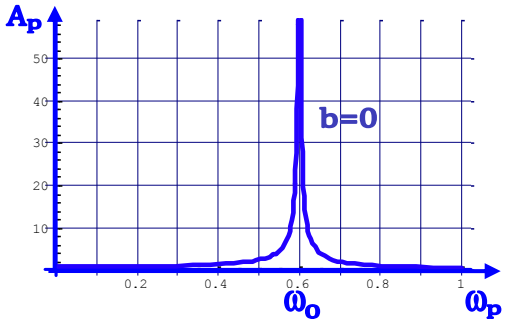
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

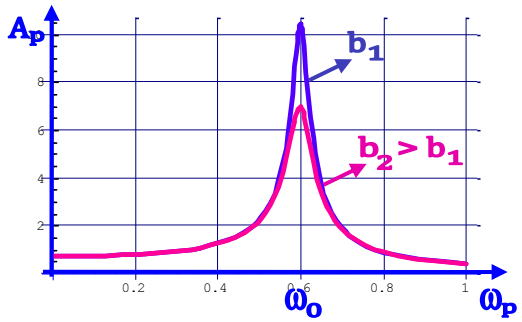
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă şi **să distingă un patern** care să explice cum se realizează transferul de energie între două sisteme oscilante cuplate, natura energiilor furnizate de *sistemul excitator* şi *sistemul rezonator;*  • **Solicită elevilor să analizeze** cazul unui pendul elastic (având constanta elastică k şi pulsaţia proprie de oscilaţie ω_0) asupra căruia acţionează, pe direcţia resortului, o forţă exterioară periodică ($\vec{F}_p$) ce variază armonic în timp, conform relaţiei: $F_p = F_0 \cdot \sin \omega_p \cdot t$, şi: - să deducă relaţia ce exprimă dependenţa amplitudinii oscilaţiilor forţate în funcţie de pulsaţia ω_p forţei exterioare în absenţa forţelor de frecare	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - fac diferenţă între *oscilaţiile forţate* şi cele *întreţinute* - precizează că transferul de energie între sistemele excitator şi rezonator se produce pentru orice frecvenţă a sistemului rezonator; - sesizează faptul că transferul de energie este selectiv; - trage concluzia că transferul maxim de energie între cele două sisteme se realizează atunci când frecvenţele lor proprii de oscilaţie au valori apropiate sau sunt egale, adică la *rezonanţă*; - constată că la rezonanţă amplitudinea oscilaţiilor sistemului rezonator este maximă şi prezintă exemple legate de *catastrofa de rezonanţă;* • scrie ecuaţia mişcării oscilatorului în absenţa forţelor de frecare: $ma = F_p - ky$ • face constatarea că mişcarea oscilatorului este armonică, cu pulsaţia forţei exterioare; • scrie dependenţa de timp a elongaţiei oscilatorului: $y = A_p \cdot \sin \omega_p \cdot t$ • deduce expresia dependenţei amplitudinii oscilaţiilor de pulsaţia forţei exterioare :

(fără amortizare – cazul ideal);

- să facă presupuneri referitoare la forma graficului $A_p = A_p(\omega_p)$ în cazul oscilaţiilor





neamortizate;

- să compare curbele prezentate de profesor (trasate folosind sistemul de software *Mathematica 4.0* pentru cazul $F_0 = 0{,}25\ N$, $b = 0;\ b_1 = 0{,}02\ kg/s;\ b_2 = 0{,}03\ kg/s$, $\omega_0 = 0{,}6\ rad/s$) pentru situaţiile neglijării forţelor de frecare şi respectiv ale luării în considerare a acţiunii acestor forţe.

• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** cu ajutorul graficului, care să explice:

- forma curbei de rezonanţă în cazul neglijării frecărilor;
- rolul forţelor de frecare/rezistenţă la înaintare în desfăşurarea oscilaţiilor forţate;
- comportarea sistemului rezonator la frecvenţe ale forţei exterioare apropiate ca valoare de frecvenţa proprie de oscilaţie a sistemului rezonator;

• **Precizează** elevilor că transferul de energie între două sisteme oscilante cuplate se realizează prin:

- *oscilaţii forţate*, oscilaţii ale unui sistem mecanic (*rezonator*) care au loc sub acţiunea unei forţe periodice (provenită de la *sistemul excitator*), având modulul mai mare decât cel al rezultantei forţelor de frecare;
- *oscilaţii întreţinute*, oscilaţii cu amplitudine constantă, în desfăşurarea cărora, forţa exterioară anulează efectul forţelor de frecare (amortizării oscilaţiilor);

• Precizează elevilor originea şi semnificaţia termenului de „rezonanţă”; *resonantia* = răspuns;

$$A_p = \frac{F_0}{|\omega_0^2 - \omega_p^2|}$$

• deduce că amplitudinea oscilaţiilor tinde la infinit atunci când $\omega_p \to \omega_0$ şi scade când $\omega_p < \omega_0$ şi când $\omega_p > \omega_0$;

• scrie ecuaţia mişcării oscilatorului în prezenţa forţelor de frecare: $ma = F_p - ky - bv$, b fiind coeficientul forţei de frecare

• compară curbele prezentate de profesor, sau curbele de rezonanţă pe care le găseşte pe Internet:

http://universitytutoringservice.heyclick.net/content/sid/2/page/forced_oscillations.html

• **Constată** că:

a) amplitudinea oscilaţiilor forţate tinde la infinit, în cazul neglijării forţelor de frecare, dacă $\omega_p = \omega_0$

b) amplitudinea oscilaţiilor forţate scade în cazul în care oscilaţiile sistemului rezonator sunt amortizate, ceea ce determină ca, la rezonanţă ($\omega_p = \omega_0$) amplitudinea să nu mai tindă la infinit.

c) transferul de energie între cele două sisteme oscilante cuplate se realizează selectiv, în funcţie de frecvenţa proprie de oscilaţie a sistemului rezonator;

• **Reformulează constatările**, în termeni de densitate: *substanţele care au densitatea mai mare decât a apei se distribuie deasupra liniei pentru apă, iar cele cu densitatea mai mică, sub linie*;

• **Constată** că un corp cu masă mare poate avea totuşi o densitate mică;

• **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: corpurile (masive) din substanţe cu densitate mai mică decât a apei plutesc pe apă; cele cu densitate mai mare se scufundă; cele cu aceeaşi densitate plutesc în interiorul apei din vas;

răspunsul sistemului rezonator la acţiunea sistemului excitator este selectiv, depinzând de frecvenţa excitatorului;	• **Formulează definiţia** fenomenului de *rezonanţă* subliniind că dacă frecvenţa oscilaţiilor forţei exterioare devine egală sau apropiată ca valoare de cea a oscilatorului asupra căruia se exercită, transferul de energie între excitator şi rezonator este maxim, determinând creşterea amplitudinii oscilaţiilor rezonatorului;
• **Cere elevilor** să revină la constatarea iniţială: *„Avem două diapazoane identice aşezate unul lângă altul pe o masă. Punând unul din diapazoane în vibraţie, este posibil să producem vibraţia celuilalt.”* şi cere elevilor să **formuleze un argument** la problema pusă în discuţie;	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială argumentând că un sistem mecanic aflat în oscilaţie determină oscilaţii forţate ale unui alt sistem mecanic cu care este cuplat;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt →	• **Efectuează tema pentru acasă**: 1. Timpanul urechii oscilează forţat sub acţiunea unor factori externi (sunete, zgomote, etc.). În cazul în care ne aflăm pe un aeroport şi auzim sunetul intens produs de un avion care decolează, simţim senzaţia de durere. De ce se recomandă să deschidem gura în această situaţie? 2. O întâmplare petrecută în secolul al XIX-lea a avut consecinţe dezastroase: o grupă de soldaţi trebuia să treacă, bătând pas de defilare, un pod. Podul s-a dărâmat. Puteţi explica această întâmplare? Precizaţi în acest caz care sunt sistemul excitator şi sistemul rezonator.

Secvenţa a IV-a. Aplicare-transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 4

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

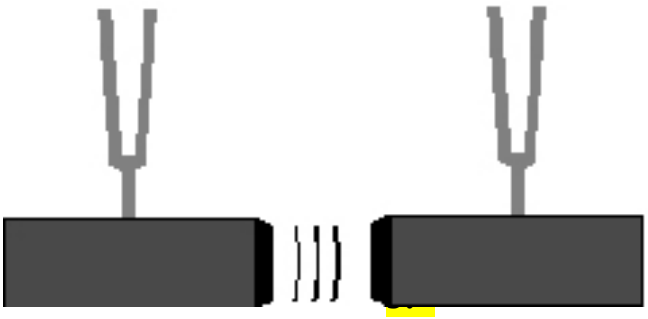
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză, de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.); de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale** pentru discuţii (problema podurilor suspendate cu cabluri: **http://www.youtube.com/watch?v=-yLZYETYlmM&feature=related**, implicându-i în evaluarea produselor realizate, a procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este acest model potrivit pentru tema aleasă? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: a) **optimizează** problematica transferului de energie între sisteme oscilatorii cuplate, propunând măsuri pentru limitarea efectelor nocive ale rezonanţei; b) **extind problema oscilatorilor mecanici cuplaţi**, modelând/ explicând necesitatea utilizării cunoştinţelor legate oscilatorii mecanici cuplaţi la coşurile industriale, cablurile de înaltă tensiune (prevăzute cu amortizoare pentru a reduce influenţa forţei vântului), la alte situaţii cunoscute de elevi în urma efectuării proiectului;
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică,	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru; • **Îşi propun să expună produsele realizate** în

design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.;	expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.
Evaluare sumativă finală, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;	
Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	Elevii vor răspunde la întrebarea: Ce este şi cum funcţionează o cameră rezonantă Helmholtz?

Bibliografie

(1) Ionescu R., ş.a., *Fizică, Manual pentru clasa a XI-a*, Ed. Art, Bucureşti, 2007
(2) Cone G., Fizică, *Manual pentru clasa a XI-a*, Ed. Books Unlimited, Bucureşti, 2007
(3) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(4) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(5) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(6) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(7) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(8) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(9) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(10) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/



Unitatea de învăţare: XI.5

„Cum se poate transfera energie şi impuls într-un mediu, fără a implica şi transportul unei cantităţi de substanţă?” sau „De ce un cutremur, care se produce într-un anumit loc, se simte pe întinderi mari din suprafaţa Pământului, fără a antrena şi transferul de substanţă?”

Bratu Rodica

Clasa: a XI-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Propagarea unei perturbaţii într-un mediu elastic. Transferul de energie (Conceptul de undă. Tipuri de unde. Caracteristicele undelor). Principiul lui Huygens. Modelul „undă plană”. Periodicitatea spaţială şi temporală(Ecuaţia undei plane)(Programa de fizică pentru clasa a XI-a, F_1).

Modelul de învăţare asociat: **Investigaţia ştiinţifică**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii.
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor.
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (reprezentând competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o **întrebare deschisă**, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei ştiinţifice. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, şi anume: *„Transmiterea energiei în cazul mişcării unui proiectil se face împreună cu proiectilul, iar transportul de energie realizat de către o undă se face fără ca particulele mediului elastic să se deplaseze prin întreg mediul!”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Se poate transfera energie şi impuls într-un mediu – prin mişcare oscilatorie, iar unda, care nu este o particulă materială, reprezintă deplasarea dintr-un loc în altul a unei perturbaţii (unda, pentru a exista, se extinde în spaţiu şi timp)!”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1

Competenţe specifice (derivate din modelul investigației științifice): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv: planificare sau anticipare. **Scenariul lecţiei: tehnologic**. Elevul face încercări diferite de identificare/definire a unui concept, caută mijloace de explicare (evocă fenomenul)și face încercări de explicare

(prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat)(Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează undele mecanice într-un concept mai cuprinzător (fenomene ondulatorii în natură şi în tehnică - unde sonore, unde seismice, ultrasunete, unde radio, unde luminoase, etc.), **conceptul de undă** reprezintă, de fapt, unul dintre cele mai importante **elemente unificatoare din fizică.**	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale, schimbă idei privind diferite exemple de unde observate în mediul înconjurător (valurile, sunetele, cutremurele, ultrasunetele, transmisiile radio, lumina, etc.), necesitatea înţelegerii unui fenomen ondulatoriu în natură şi în tehnică etc.
• **Evocă întrebările** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice" (la dispoziţia elevilor în clasă): „*De ce pe timp de furtună prima dată se vede fulgerul şi pe urmă se aude tunetul? "* „*Cum se va deplasa o bărcuţă uşoară, aşezată pe suprafaţa apei unui lac pe care trece o barcă cu motor?"* „*De ce un cutremur care se produce într-un anumit loc se simte pe întinderi mari din suprafaţa Pământului, fără a antrena şi transferul de substanţă? "* – în concluzie „*Cum se poate transfera energie şi impuls într-un mediu, fără a implica şi transportul unei cantităţi de substanţă?"* aceasta va fi *<u>întrebarea de investigat</u>* şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebări privind cauzele fenomenelor menţionate.	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări, de exemplu: - viteza luminii este mai mare decât viteza sunetului; - bărcuţa va fi antrenată în mişcare de barcă şi se va deplasa în aceeaşi direcţie cu barca; - în cazul unui cutremur apar mişcări bruşte şi violente în scoarţa terestră care se transmit la suprafaţa Pământului; - transportul de energie poate fi realizat fără ca particulele mediului să se deplasează prin întreg mediul *probabil* de către undă.
• **Stabileşte nivelul de cunoaştere** de către elevi şi preconcepţiile acestora legate de conceptul ce urmează a fi predat (conceptul de undă) - cu referire la undele sonore.	• **Explică** cu cuvinte proprii modul de propagare a sunetului(cunoştinţe din gimnaziu). Schimb şi selecţie de idei, discuţii frontale.
• **Invită elevii** să analizeze şi să compare: O garnitură de vagoane aflată în repaus în gară primeşte un şoc de la locomotivă. Comparaţi transferul de energie şi impuls în cazul mişcării vagoanelor cu transferul de energie şi impuls în cazul mişcării unui proiectil.	• **Descriu** cele două mişcări: 1. şocul/impulsul primit de la locomotivă se deplasează de-a lungul şirului de vagoane, în timp ce fiecare vagon se mişcă doar cu câţiva centimetri; 2. energia şi impulsul se transmite împreună cu proiectilul în timpul mişcării proiectilului.
• **Înlesneşte demersul de căutare** al elevilor propunând observarea propagării unei perturbaţii într-o coardă elastică, într-un resort slab, cu multe spire, aşa cum sunt cele folosite ca jucării/ şi într-un resort din metal cu bune proprietăţi elastice.	• **Evocă/ exersează** realizarea propagării unei perturbaţii în diferite medii (utilizând o coardă elastică, un resort slab, cu multe spire şi un resort din metal).
• **Sprijină** elevii să descrie mecanismul transmiterii din aproape în aproape a unei perturbaţii într-un mediu elastic.	• **Descriu** cu cuvinte proprii propagarea perturbaţiei în coarda elastică şi în resorturile elastice utilizate în activităţile experimentale precedente, completând sau ajustând aceste descrieri cu desene, scheme.
• **Orientează gândirea elevilor către identificarea** proprietăţilor mediilor elastice, condiţiilor de existenţă ale undei mecanice, conceptului de undă (propagarea perturbaţiei într-un mediu sugerează conceptul de undă); **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere.*	• **Menţionează** condiţiile de existenţă ale unei unde mecanice, **realizează** că toate particulele care pot interacţiona sunt susceptibile de a transmite perturbaţii şi **conştientizează** un lucru esenţial - în mediul elastic particulele interacţionează prin forţe elastice. • **Disting** care dintre cele două resorturi reprezintă cu o aproximaţie mai bună un mediu elastic. • **Trag concluzia** că *unda, nu este o particulă materială*, ea reprezintă deplasarea dintr-un loc în altul a unei perturbaţii.
• **Îndrumă elevii *să planifice*** pentru ora următoare *observarea* unor fenomene ondulatorii	• **Alcătuiesc grupuri de lucru** aşa încât fiecare grup să efectueze alt experiment, asociindu-se în funcţie de

provocate în laborator pentru a putea investiga propagarea perturbațiilor în diferite medii elastice: **1.** propagarea unei perturbații într-o coardă elastică; **2.** propagarea unei perturbații în lungul unui resort lung cu multe spire; **3.** propagarea undelor la suprafața apei folosind dispozitivul din laborator.

- **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competențele programei şcolare în raport cu tema de studiat.
- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, eventual, cu accent pe rolurile asumate de elevi, individual sau în grup: documentare, observare în mediul înconjurător, experimentare etc.), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informații de tipul „Ce este?"..)

Elaborați un eseu pornind de la următoarele versuri:

„Petale par scoicile
Cum cad pe aproapele
țărm, ca într-un joc,
aduse cu apele.
Unda îngroapă-le,
*Valul dezgroapă-le."(*Lucian Blaga)

preferințe; denumesc grupurile de lucru, etc..

- **Proiectează investigaţiile** proprii: detaliile desfăşurării experimentului, conexiuni/ analogii cu experienţele proprii, distribuie/ asumă sarcini personale pe care le discută cu profesorul(documentare, procurarea materialelor, stabilirea etapelor de lucru etc.), **prezintă clasei** punctele de vedere.
- **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea şi relevanţa criteriilor de evaluare a rezultatelor, în raport cu sarcinile de lucru.
- **Efectuează tema pentru acasă** (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Competenţe specifice (derivate din modelul investigației științifice): 2.Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental.** Elevul repereză o explicaţie posibilă la întrebare (pe care decide s-o verifice), caută mijloace (cognitive şi materiale) care vor permite verificarea, experimentează mijloace (conceptuale sau materiale) şi verifică dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Motivează elevii** să se angajeze la realizarea sarcinilor de lucru – **creează conflicte cognitive** stimulând elevii să evalueze informațiilor colectate prin **observare**: 1. să prezică cum ar putea fi pusă în mișcare, de pe marginea unei piscine, atingând doar suprafața apei, o minge care plutește pe apa liniștită a piscinei, aproape de centrul acesteia. 2. să evidențieze experimental transferul de energie de către o undă utilizând un șir de pendule gravitaționale identice, echidistante, cuplate - șir de bile de oțel identice care se ating, suspendate prin fire de aceeași lungime.	• **Repereză o anumită dificultate** pe care decid să o corecteze prin realizarea a două experimente demonstrative: 1. Folosesc cuva cu apă din laborator şi o bărcuță de hârtie sau dop de plută. Lasă o picătură de apă să cadă în cuvă – se formează valuri care pun în mișcare bărcuța/dopul de plută. Apare întrebarea: De ce bărcuța/mingea nu este antrenată de valuri în sensul propagării? 2. Deplasează din poziția de echilibru prima bilă (pe direcția bilelor) și o lăsă să se miște liber. Formulează observații în legătură cu mișcarea bilelor și sesizează că ciocnirile succesive transmit perturbația de la un capăt la altul al șirului de bile. Apare întrebarea: De ce ultima bilă deviază cu aproximativ același unghi ca și prima bilă, iar bilele intermediare rămân imobile?

• **Propune desfășurarea activităților de explorare-experimentare** pe baza planului(stabilit în ora anterioară) de observare și investigare a unor fenomene ondulatorii provocate în laborator: 1. propagarea unei perturbații într-o coardă elastică; 2. propagarea unei perturbații în lungul unui resort lung cu multe spire; 3. propagarea undelor la suprafața apei folosind dispozitivul din laborator.

• **Oferă elevilor materiale și fișe de activitate experimentală** pentru experimente: fire de oțel de densități liniare diferite, coardă elastică, tub/furtun subțire de cauciuc; resort slab/metal cu multe spire; vibrator electromagnetic, cronometru electronic cu doi senzori C_1 și C_2, sursă de tensiune alternativă, corpuri M de mase diferite, cuva cu apă, perete despărțitor cu fantă, perete despărțitor cu orificii.

• **Sprijină** reperarea și asumarea sarcinilor de lucru individuale de către elevi, **încurajează** elevii să interacționeze direct unii cu alții, să coopereze în cadrul grupului.

• **Invită elevii să efectueze trei experimente**:

1. Investigarea propagării unei perturbații într-o **coardă elastică** lungă(tub/furtun subțire de cauciuc de 4-5m, **fir de oțel**,)tensionată – sarcinile de lucru sunt prezentate în fișa de activitate experimentală.

2. Investighează propagarea unei perturbații într-un **resort lung din metal**(4-5m), cu multe spire, având vopsite cu o culoare (alb) un grup de 2-3 spire alăturate - sarcinile de lucru sunt prezentate în fișa de activitate experimentală.

3. Investighează propagarea perturbațiilor **la suprafața unui lichid** folosind dispozitivul experimental din laborator- sarcinile de lucru sunt prezentate în fișa de activitate experimentală.

• **Evaluează resursele** (ceea ce au aflat, prin tema pentru acasă): filtrează, distilează, compară informațiile obținute, extrag informațiile utile.

• **Organizați în grupurile de lucru** stabilite, elevii:
- identifică ordinea în care vor efectua experimentele, își asumă rolul în cadrul grupului,
- discută sarcinile de lucru cu profesorul în vederea înțelegerii acesteia;
- selectează și organizează corespunzător materialele necesare desfășurării experimentelor;
- citesc cu atenție instrucțiunile din fișa de activitate experimentală și pun întrebări pertinente profesorului;
- stabilesc etapele de lucru și efectuează determinări experimentale;
- se implică activ în rezolvarea sarcinile de lucru prezentate în fișele de activitate experimentală.

1. Investighează propagarea unei perturbații într-o **coardă elastică** lungă (tub/furtun subțire de cauciuc de 4-5m) tensionată și într-un **fir de oțel** de câțiva metri:
- **observă** propagarea pulsului/perturbației în coardă și în fir;
- **măsoară** pentru diferite tensiuni din fir intervalul de timp în care perturbația străbate o anumită distanță și calculează viteza de propagare a perturbației pe fir;
- **înregistrează** datele rezultate din măsurători în tabelele din fișă;
- **observă** că deschiderea dreptunghiulară nu împiedică perturbația să se propage.

Înregistrează de fiecare dată **observațiile** în fișa de activitate experimentală și **reprezintă printr-un desen** propagarea perturbației.

2. Investighează propagarea unei perturbații într-un **resort din metal**, cu multe spire:
- **observă** o perturbație transversală față de direcția de propagare și pe urmă o perturbație a cărei direcție este aceeași cu direcția de propagare, care se propagă din aproape în aproape în lungul resortului (urmăresc mișcarea grupului de spire vopsit);
- **măsoară distanța** dintre două zone vecine cu densitate maximă de spire, respectiv, două zone vecine cu densitate minimă de spire. Fac mai multe încercări experimentale, modificând frecvența vibratorului;
- **modifică** numărul de spire ale resortului(conform instrucțiunilor din fișa de activitate experimentală) și păstrează frecvența vibratorului constantă. **Înregistrează** de fiecare dată **observațiile,** datele rezultate din măsurători în tabelele din fișă de activitate experimentală și **reprezintă printr-un desen** propagarea perturbației.

3. Investighează propagarea perturbațiilor **la suprafața unui lichid** folosind dispozitivul din laborator:
- **observă** formarea unor valuri circulare concentrice, respectiv, formarea unor valuri liniare paralele, în funcție de forma vibratorului (vârf vibrator sau respectiv riglă vibratoare);
- **observă** că în compartimentul în care se creează

	perturbațiile se formează valuri circulare concentrice, respectiv, valuri liniare paralele în funcție de forma vibratorului (vârf vibrator sau respectiv riglă vibratoare), dar în celălalt compartiment se formează valuri circulare care pleacă din dreptul orificiului/orificiilor practicate în peretele despărțitor. **Înregistrează** aceste observații în fișa de activitate experimentală și reprezintă prin desene undele circulare/liniare obținute pa suprafața apei în situațiile observate.
• **Cere elevilor** organizarea, selectarea şi prelucrarea datelor observate, comunicarea observaţiilor.	• **Organizaţi în grupurile de lucru stabilite**, elevii constată, organizează și interpretează datele, comunică observațiile: **1.** Pe **coarda elastică** sau pe **firul de oțel** direcția de oscilație este perpendiculară pe direcția de propagare. Viteza de propagare a perturbației pentru un fir dat este constantă și depinde de tensiunea din fir și de densitatea liniară a firului. Toate punctele unei corzi elastice oscilează în același plan. **2.** În lungul unui **resort** direcția de oscilație poate fi perpendiculară pe direcția de propagare sau poate coincide cu direcția de propagare. Grupul de spire vopsit nu se deplasează de la un capăt la altul al resortului – nu există transport de materie – fiecare spiră vibrează slab în jurul poziției inițiale fără a fi transportată de la un capăt la altul al resortului. Distanța dintre două zone vecine cu densitate maximă de spire și respectiv două zone vecine cu densitate minimă de spire depinde frecvența vibratorului și de proprietățile mediului de propagare a undei. **3.** Forma undelor obținute pe **suprafața apei** depinde de forma vibratorului: un vârf vibrator - unde circulare, iar riglă vibratoare - unde liniare. Oricare ar fi forma undelor create de vibrator în primul compartiment, aspectul undelor în cel de-al doilea compartiment este același - unde circulare.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor **să construiască** un aparat pentru modelarea propagării perturbațiilor transversale, **să prezinte** sub forma unui *referat științific* fenomene naturale, de exemplu: valurile și tsunami-ul.	• **Efectuează tema pentru acasă :** **- proiectează cercetările proprii**: imaginează detalii ale aparatului de realizat, se documentează, procură materiale, stabilesc etapele de lucru etc.; prezintă clasei punctele de vedere; - se documentează și realizează un referat științific.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

Competenţe specifice (derivate din modelul investigației științifice): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv: inducție. **Scenariul lecţiei: inductiv**. Elevul sintetizează probele colectate, distinge exemple ale conceptului de învăţat, elaborează explicații, definiții/ reguli de producere a fenomenului pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple ale conceptului (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** etapei de explorare, să generalizeze, să formuleze	• **Organizaţi în grupurile de lucru stabilite**, elevii: - analizează rezultatele activității de explorare;

concluzii pe baza observațiilor, constatărilor făcute.

• **Esențializează observațiile** făcute de elevi cu privire la propagarea perturbațiilor:
- propagarea perturbațiilor, indiferent de mediu nu este însoțită de transport de substanță, ea presupune întotdeauna transport de energie;
- mișcarea particulelor mediului în care se propagă o undă mecanică, ca efect al unei perturbații, poate fi pe direcția de propagare a undei – *undă longitudinală*, perpendicular pe aceasta – *undă transversală*, sau complexă rezultată din suprapunerea primelor două;
- undele transversale sunt liniar polarizate;
- viteza de propagare a undelor nu depinde decât de proprietățile fizice ale mediului de propagare;
- o perturbație oscilatorie se poate propaga într-un mediu elastic, omogen și izotrop, sub formă de: unde unidirecționale pe o direcție dată(coardă, resort), unde superficiale(pe suprafața apei, la suprafața unei foi metalice subțiri), unde spațiale(în aer, apă, solide);
- prin suprapunerea mai multor unde circulare apar unde liniare;
- unda liniară poate fi descompusă în unde circulare.

• **Cere elevilor** să simplifice, să abstractizeze/ idealizeze, **să distingă reguli, modele** în datele colectate care să descrie propagarea perturbațiilor.

• **Sprijină și încurajează** elevii să definească noțiunile noi, să clasifice, să-și dezvolte gândirea inductivă, cauzală:

• **Cere elevilor** să reactualizeze mărimile fizice specifice oricărui proces oscilatoriu *(T, ν, ω, A, y)*.

• **Sprijină elevii să definească** mărimile fizice specifice propagării undelor: lungimea de undă, λ, viteza de fază, v, **să stabilească** formula și să identifice factorii de care depinde lungimea de undă.

• **Cere elevilor să analizeze rezultatele activității** de explorare prezentate în fișele de

analizează datele credibile (ce date păstrăm, ce date eliminăm?), argumentează alegerile; raportează observațiile pe care le înregistrează și f**ormulează concluzii** pe baza observațiilor:
1. Deoarece dopul de plută nu se deplasează odată cu propagarea undei ci doar oscilează vertical când este atins de undă, rezultă că trecerea undei nu produce nici un transport de materie de la un punct la altul al apei.
2. Deoarece șirul de bile nu este deplasat în timpul propagării perturbației, aceasta presupune doar transfer energetic de la o bilă la alta și nu transport de substanță, iar deoarece ultima bilă deviază mai târziu decât prima bilă aceasta presupune că propagarea perturbației nu s-a produs instantaneu.
3. În coarda elastică tensionată/firul elastic tensionat s-au propagat unde transversale. Viteza de propagare a acestor unde depinde de proprietățile firului. Toate punctele firului oscilează într-un plan perpendicular pe direcția de propagare a undei.
4. În lungul unui resort elastic s-au propagat atât unde transversale cât și unde longitudinale.
5. Forma undelor obținute pe suprafața apei depinde de forma sursei de oscilații.
Sursele de oscilații pentru undele obținute în al doilea compartiment *par* să fie orificiile practicate în peretele despărțitor.

• **Disting reguli, modele** în datele colectate:
- propagarea perturbațiilor, indiferent de mediu – solid, lichid, gaz – nu este însoțită de transport de substanță dar este întotdeauna transport de energie;
- viteza de propagare a undelor nu depinde decât de proprietățile fizice ale mediului de propagare;
- coarda elastică/firul elastic sau un sistem de pendule gravitaționale cuplate poate fi un model de mediu elastic pentru propagarea undelor transversale;
- resortul elastic poate fi un model de mediu elastic atât pentru propagarea undelor transversale cât și pentru propagarea undelor longitudinale;
- șirul de bile de oțel identice cuplate poate fi un model de mediu elastic care pune în evidență transferul de energie prin undă.

• **Definesc și reprezintă** prin desene, scheme, ajutați de profesor: sursa de oscilație, raza de undă, vectorul de oscilație, punctele de fază egală, suprafețele de undă, frontul de undă.

• **Intuiesc** o observație importantă: numărul suprafețelor de undă este infinit, dar există un singur front de undă.

• **Stabilesc** factorii de care depinde forma suprafețelor/fronturilor de undă.

• **Formulează** criteriile de clasificare a undelor și identifică tipurile de unde conform acestor criterii.

• **Prezintă** corect definițiile, unitățile de măsură, relațiile dintre mărimile fizice cerute.

• **Analizează** cu atenție definițiile date pentru lungimea de undă și viteza de fază și selectează acea definiție care permite stabilirea unei relații între cele două mărimi.

• **Stabilesc** relația și arată că lungimea de undă este determinată de doi factori: perioada *T* și viteza de fază *v*.

• **Analizează rezultatele activității de explorare** prezentate în fișele de activitate experimentală (prin

activitate experimentală şi să identifice lungimea de undă în fiecare caz.

• **Stimulează elevii să reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi să propună explicaţii sub forma unor generalizări(inducţii):
- caracterizarea undelor unidimensionale transversale respectiv unde longitudinale;
- compararea modificărilor mediului când în acesta se propagă unde transversale respectiv unde longitudinale.

• **Prezintă** elevilor formulele pentru viteza de propagare a undelor transversale într-un mediu solid(exemplu-coardă) şi respectiv viteza de propagare a undelor longitudinale într-un mediu elastic.

• **Cere elevilor** să analizeze aceste formule, informațiile rezultate din activitățile de explorare-experimentare și să formuleze concluzii.

• **Invită elevii** să simplifice și să exprime ceea ce au observat în activitatea de explorare-experimentare - **propune** reluarea activității prin care se pune în evidenţă experimental adevărul conţinut în principiul lui Huygens pentru undele circulare şi undele liniare.

• **Ajută elevii** să formuleze un enunț posibil pentru principiul lui Huygens.

• **Propune analizarea cu ajutorul unui soft educațional** a mecanismului propagării undelor din aproape în aproape – indicând modalităţile de construire a suprafeţelor de undă la un moment ulterior.

• **Încurajează e**levii să formuleze un enunț final pentru principiul lui Huygens.

• **Revine la întrebarea de investigat:***Cum se poate transfera energie și impuls într-un mediu, fără a implica și transportul unei cantități de substanță?* și cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat în urma activității în clasă și în afara orelor de clasă.

desene) și identifică lungimea de undă în fiecare caz.

• **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi propun explicaţii sub forma unor *generalizări (inducţii)*:
1. Unda transversală - punctele materiale ale mediului elastic oscilează pe direcții perpendiculare pe direcția de propagare; o modelare a undei mecanice transversale poate fi un lanț de oscilatori cuplați – prezintă desene; undele transversale se pot propaga numai în medii solide– explică pe desene; unda transversală este polarizată în planul în care oscilează sursa.
2.Unda longitudinală - punctele materiale ale mediului elastic oscilează pe aceeași direcție cu direcția de propagare; o modelare a undei mecanice longitudinale poate fi un resort lung spiralat – prezintă desene; undele longitudinale nu sunt polarizate; undele longitudinale se pot propaga în medii solide, lichide, gazoase.

• **Analizează formula** pentru viteza de propagare a undei transversale într-o coardă, informațiile rezultate din activitățile de explorare-experimentare și formulează concluzia: această viteză depinde de tensiunea (forța elastică) T din coardă/fir, și de masa unității de lungime a acesteia $\mu=m/l$.

• **Analizează formula** pentru viteza de propagare a undei longitudinale într-un mediu elastic, informațiile rezultate din activitățile de explorare-experimentare și ținând cont de expresia lungimii de undă formulează concluzia: viteza de propagare a undei longitudinale depinde de proprietățile elastice ale mediului prin modulul lui Young, E și de densitatea mediului de propagare, ρ.

• **Reiau** experimentul pentru punerea în evidență a fronturilor de undă folosind peretele despărțitor prevăzut cu orificii și **reformulează explicațiile** pentru obținerea undelor circulare în spatele peretelui despărțitor: deoarece dincolo de perete se obțin unde circulare *se poate presupune* că toate punctele de pe frontul de undă care ajunge la perete devin surse de unde secundare circulare.

• **Elaborează un prim enunț** general în legătură cu principiul lui Huygens: orice punct de pe frontul de undă poate fi considerat ca sursa unor unde sferice secundare(elementare).

• **Utilizează** softul educațional care simulează construirea frontului de undă la un moment dat, pornind de la frontul de undă la un moment anterior, atât pentru undele sferice cât și pentru undele plane.

• **Observă** că noul front de undă este înfășurătoarea undelor secundare – suprafața comună tangentă acestor unde.

• **Reformulează** enunțul principiului lui Huygens: orice punct de pe frontul de undă poate fi considerat ca sursa unor unde sferice secundare(elementare). Înfășurătoarea tuturor undelor elementare constituie noul front de undă.

• „**Acum ştiu cum se poate** *transfera energie și impuls într-un mediu* – prin mișcare oscilatorie!”

• **Reformulează concluzii** referitoare la transferul de energie de către o undă: se poate transmite energie la distanță prin mișcare oscilatorie, transmitere ce se face prin trecerea ei prin toate punctele mediului elastic, din

• **Explică** transferul energiei prin unde analizând energetic acest proces. • **Definește puterea emisă** de sursă sau **fluxul de energie emis.** Din punct de vedere energetic unda este caracterizată printr-o mărime fizică numită **intensitate.** • **Definește** *intensitatea undei* sau *densitatea de flux de energie* și cere elevilor să indice semnificația mărimilor fizice care intervin în formula de definiție a intensității. • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să răspundă la întrebări, să se documenteze în legătură cu *Unda de șoc* și să identifice principalelor etape ale dezvoltării fizicii prin intermediul contribuției lui Huygens. Reamintește elevilor că au primit ca temă elaborarea unei fișe document – *Documentar Huygens* – care trebuie să cuprindă printre altele și importanța acestui principiu.	aproape în aproape; transferul energiei nu este însoțit însă și de transfer de substanță(exceptând mișcarea oscilatorie) nu se produce o deplasare a punctelor mediului pe direcția de propagare a undei. • **Urmăresc** cu atenție explicațiile profesorului, pun întrebări pertinente și indică semnificația mărimilor fizice care intervin în formula de definiție a intensității. • **Efectuează tema pentru acasă**: **1.** De ce credeți că lipind urechea de șina de cale ferată se poate afla cu câteva minute mai devreme, decât anunță propria sirenă, când sosește trenul? **2.** De ce sunetele unei sonerii în funcțiune nu se aud dacă soneria este plasată sub clopotul unei pompe de vid? **3.** De ce undele transversale se pot propaga numai în solide, iar undele longitudinale se pot propaga în toate corpurile, solide, lichide sau gazoase? **4.** Analizează textul următor, documentează-te suplimentar și comentează ideile noi cu colegii sau cu profesorul de fizică! *Unda de șoc* Dacă o sursă de unde se deplasează cu o viteză mai mare decât viteza de fază a undelor de presiune formate în aer (de exemplu un avion supersonic), apar în fiecare punct unde sferice care au frontul de undă pe un con în al cărui vârf se află avionul, cu generatoarea tangentă la undele formate. **5.** Documentar Huygens –identificarea principalelor etape ale dezvoltării fizicii prin intermediul contribuției lui Huygens.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

Lecţia 4

Competenţe specifice (derivate din modelul investigației științifice): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv: deducţie sau particularizare. **Scenariul lecţiei: deductiv**. Elevul observă o definiție a conceptului de însușit, o regulă/o explicație a conceptului, creează exemple particulare care convin acestei definiţii/ reguli şi explicitează caracteristici ale exemplelor care sunt sau nu sunt conforme cu definiția/ regula. (G, Meyer, 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Stimulează o nouă direcție de abordare** pentru explicarea transferului de energie prin unde și **înlesnește sesizarea** diferenței dintre transferul energetic prin unda plană și transferul energetic prin unda sferică. • **Cere elevilor** să arate că intensitatea undei printr-o porțiune a unei suprafețe de undă este direct proporțională cu pătratul amplitudinii oscilatorilor de pe această porțiune.	• **Îndrumați** de profesor și **folosind** noțiunile indicate de acesta, elevii **stabilesc** dependența intensității undei de pătratul amplitudinii oscilațiilor, **reformulează și completează** explicațiile despre modul în care energia poate fi transferată în procesul de propagare: - **sesizează** că energia transportată de frontul de undă se distribuie uniform între oscilatorii săi, iar energia unui oscilator este proporțională cu pătratul amplitudinii oscilațiilor;

• **Propune elevilor** să folosească pentru a explica modul în care energia poate fi transferată în procesul de propagare noțiunile deja cunoscute: unda plană, unda sferică, frontul de undă, intensitatea undei și energia unui oscilator liniar armonic.

- **demonstrează** dependența intensității undei de pătratul amplitudinii oscilațiilor;
- **în cazul undei plane** numărul de oscilatori de pe o regiune oarecare a frontului de undă rămâne același în timpul propagării undei, energia transmisă fiecărui oscilator este aceeași, deci și amplitudinea de oscilație este aceeași pentru toate punctele la care ajunge frontul de undă;
- **în cazul undei sferice** frontul de undă este o sferă a cărei suprafață crește în timpul propagării – corespunzător numărul de oscilatori de pe frontul de undă crește în timp, energia care revine fiecărui oscilator scade pe măsură ce unda se propagă, efectul fiind micșorarea amplitudinii undei pe măsura îndepărtării de sursă.

• **Invită elevii să explice** rolul modelului în fizică, să dea exemple de modele și **să caracterizeze modelul undei plane**.

• **Explică rolul unui model în studierea fenomenelor fizice** (modelul punctului material, modelul oscilatorului liniar armonic, etc.).
• **Caracterizează unda plană** ca fiind o undă care se propagă pe o singură direcție, cu amplitudine constantă și **sesizează limitele acestui model.**

• **Oferă elevilor** ocazia să-și dezvolte independent ideile, propunându-le stabilirea ecuației undei plane necesară descrierii propagării stării de mișcare într-un mediu cu proprietăți elastice:
- identificați condițiile în care poate lua naștere o undă plană;
- scrieți legea de oscilație pentru oscilatorii din sursa undelor plane și legea de oscilație pentru alte puncte situate la distanța *x* față de sursă, care vor începe să oscileze mai târziu;
- țineți cont de faptul că perturbația s-a propagat din aproape în aproape, cu viteza finită v în timpul $\Delta t=x/v$;
- folosiți relațiile dintre ω, υ, T, λ și găsiți ecuația care descrie mișcarea de oscilație a tuturor punctelor din mediu până la care a ajuns frontul de undă.

• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat și **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini:
- identifică în condiții se poate considera că o undă este plană: într-un mediu omogen și nedisipativ se află o sursă plană de oscilații armonice, amplitudinea de oscilație a tuturor punctelor din mediul elastic respectiv este aceeași cu a sursei de oscilații;
- scriu legea de oscilație pentru un punct *O* aparținând sursei plane, alegând momentul de referință în acest punct;
- scriu legea de oscilație pentru un punct *P* situat la distanța *x* față de sursă, care va începe să oscileze mai târziu;
- utilizează relațiile indicate de profesor și găsesc ecuația mișcării oscilatorii armonice a unui punct oarecare *P* din mediu până la care a ajuns frontul de undă la momentul *t*.

• **Sprijină elevii** să-și dezvolte gândirea deductivă și să analizeze unda plană ca un fenomen cu dublă periodicitate identificând perioada temporală și „perioada" spațială și stabilind legătura dintre cele două perioade.
• **Evidențiază importanța undei plane** – este cheia înțelegerii tuturor undelor, **modelul undei plane** permite identificarea esenței proceselor ondulatorii(propagare, periodicitate spațială și temporală), evitând, pentru moment, complicațiile proceselor ondulatorii reale(amortizare, răspândire etc.), oferă posibilitatea studierii oricărei situații reale.
• **Cere elevilor** să explice transferul energetic în acest model:
- energia emisă de sursă într-o perioadă este cuprinsă între două suprafețe de undă consecutive distanțate cu o lungime de undă λ.

• **Completează** observațiile referitoare la ecuația undei plane - ea exprimă elongația unui punct, aflat pe direcția de propagare în funcție de două variabile *(x,t)*.
• **Deduc** semnificația dependenței elongației de fiecare dintre variabile considerând cealaltă variabilă ca fiind parametru:
- pentru parametrul *t* dat, variind pe *x* se obține aspectul spațial al elongațiilor punctelor aflate pe direcția de propagare la un moment dat;
- pentru parametrul *x* fixat, se obține legea de oscilație a oricărui punct aflat la distanța *x*.
• **Constată** că funcția *y(x,t)* este periodică în timp cu perioada de oscilații *T* și în spațiu, cu o „perioada"egală cu lungimea de undă λ.
• **Sesizează** că amplitudinea și frecvența se conservă în decursul propagării perturbației, prin suprafețele de undă plane, intensitatea undei(densitatea de energie) rămâne constantă dacă mediul este ideal(nedisipativ și omogen).

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor:
1. să demonstreze relația dintre diferența de fază și diferența de drum dintre doi oscilatori ai

• **Efectuează tema pentru acasă**:
1. Exprimă defazajului dintre doi oscilatori aflați pe aceeași rază de undă, la același moment *t* dar la distanțe diferite de sursa de oscilație, în funcție de diferența de

mediului la un moment dat; **2.** să stabilească condiţiile ca punctele de pe direcţia de propagare să oscileze în fază, respectiv, în opoziţie de fază.	drum. **2.** Găsesc condiţiile cerute şi formulează concluzii.
• **Implică elevii** în conceperea raportului final, şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă şi invită elevii** să prezinte **portofoliul** realizat de aceştia pe parcursul unităţii de învăţare pentru a fi evaluat în secvenţa a V-a a unităţii de învăţare.	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.).

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 5

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei ştiinţifice): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecţiei: empiric.** Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Cere elevilor să determine experimental** lungimea de undă şi viteza de propagare a undei transversale în fire de oţel de lungimi şi densităţi liniare diferite, respectând condiţiile cerute în fişa de activitate experimentală (1. se menţine constantă tensiunea la care este supus firul şi modifică frecvenţa sursei emiţătoare de unde; 2. se menţine constantă frecvenţa sursei emiţătoare de unde şi modifică tensiunea la care este supus firul) - **lucrare de laborator.**	• **Organizaţi în grupurile de lucru** stabilit**e**, elevii: - **efectuează(**reiau cu completări) experimentul în condiţiile cerute în fişa de activitate experimentală; - **măsoară** în fiecare caz *intervalul de timp* în care perturbaţia străbate o anumită *distanţă d*: - **calculează** viteza de propagare a perturbaţiei **folosind valorile** experimentale; - **înregistrează** de fiecare dată frecvenţa sursei emiţătoare de unde şi **calculează** tensiunea din fir; - **calculează** viteza de propagare a perturbaţiei **folosind formula** pentru viteza de propagare a undei transversale; - **calculează** în fiecare caz lungimea de undă; - **compară** valorile obţinute pentru viteza de propagare a perturbaţiei determinate în cele două moduri; - **înregistrează** datele în tabele; - **interpretează** rezultatele, identifică sursele de erori şi calculează erorile; - **realizează** şi **prezintă** referatul lucrării de laborator.
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru. • **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

(folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.;

• **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).

Bibliografie

(1) ** *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
(2) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;
(6) David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
(7) Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;
(8) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(9) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(10) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/
(11) Manuale alternative:

- Rodica Ionescu-Andrei, Cristina Onea, Ion Toma, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Grup Editorial ART, Bucureşti, 2007
- George Enescu, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura BIC ALL, Bucureşti, 2002
- Dorel Haralamb, Seryl Talpalaru, Gabriel Negrea, Constantin Rus, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura Polirom, Bucureşti, 2001
- Constantin Mantea, Mihaela Garabet, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura BIC ALL, Bucureşti, 2006
- Mircea Rusu, Mircea Nistor, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura Corint, Bucureşti, 2006
- Mihai Popescu, Valerian Tomescu, Smaranda Strazzaboschi, Mihai Sandu, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura LVS crepuscul, Bucureşti, 2006

Unitatea de învăţare: XI.6
Reflexia, refracția și difracția undelor mecanice. Unde seismice

sau

„Reflexie, refracţie, difracţie, unde seismice”

sau

„Ceea ce vedem nu este ceea ce pare -
Suprafețele de discontinuitate pot schimba direcţia de deplasare a undelor.
Pământul *se cutremură* tot timpul!”

sau

„Propagarea undelor în locuri de discontinuitate, în locuri în care proprietățile mediului se schimbă brusc”

Bratu Rodica

Clasa: a XI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **6**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **1.3.3. Reflexia şi refracţia undelor mecanice. 1.3.7.** (*) **Difracția undelor mecanice. 1.3.4. Unde seismice.** 1. Reflexia şi refracţia undelor mecanice. Legile reflexiei şi refracţiei 2. Reflexia şi refracţia undelor superficiale 3. Reflexia şi refracţia undelor într-o coardă elastică 4. Difracţia undelor mecanice – studiu calitativ 6. Producerea şi propagarea undelor seismice 7. Protecţie antiseismică (Programa de fizică pentru clasa a XI-a).
Modelul de învăţare asociat: **EXERCIȚIUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat.
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat.
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original.
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor. 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (reprezentând competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la prezentarea modelului de însuşit (*sinteza inductivă a principiilor unei teorii*) şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii (*dezvoltarea deductivă a consecinţelor sistemului de principii*). Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea*. Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de mai multe situaţii-problemă: *„În pădure este greu să definim direcţia de unde vine sunetul. Un înotător sub apă nu va auzi aproape niciodată ce i se strigă de pe mal. În zilele călduroase de vară la amiază, audibilitatea este mai scăzută, iar seara audibilitatea este mai bună. La o explozie, într-o casă se sparg nu numai geamurile ferestrelor din partea îndreptată spre explozie, ci şi cele din partea opusă. Traiectoriile urmate de undele seismice sunt curbe cu concavitatea spre suprafaţa terestră.”*
Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către distincţia dintre reflexie, refracție și difracție, către faptul că *suprafeţele de discontinuitate pot schimba direcţia de propagare a undelor*. În cazul unui cutremur de pământ, energia acumulată se eliberează brusc şi radiază în exterior sub forma unor unde seismice, uriaşa perturbaţie rezultată se propagă în toate direcţiile *cutremurând întregul Pământ*! Undele produse de cutremure în propagarea lor, pe diverse trasee prin interiorul Pământului, în urma reflexiilor şi refracţiilor suferite la suprafeţele de discontinuitate care separă diferitele diviziuni ale interiorului globului pământesc, permit descifrarea structurii interne a Pământului.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul exerciţiului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat până la rezultatul dorit (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): *conceptul* ce urmează a fi predat: *propagarea undelor* la limita de separaţie dintre două medii omogene cu proprietăţi diferite, la întâlnirea obstacolelor de diferite forme şi dimensiuni. • Pentru a trezi curiozitatea şi interesul elevilor propune rezolvarea unor *situaţii problemă* edificatoare: *Un înotător sub apă nu va auzi aproape niciodată ce i se strigă de pe mal. În timpul furtunilor cu descărcări electrice, tunetele produse în apropierea suprafeţei terestre sunt percepute ca fiind mai ascuţite decât cele venite de la distanţă mai mare. Bufniţele pot comunica la distanţe mai mari decât celelalte păsări. Undele seismice sosind la suprafaţă, dezvăluie secretele din adâncul inimii Pământului", e*tc. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (reflexie, refracţie, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la diferenţa dintre propagarea undelor într-un mediu omogen şi fenomenele care se petrec când undele întâlnesc suprafaţa de separaţie dintre medii omogene diferite sau când undele întâlnesc obstacole de diferite forme şi dimensiuni şi **comunică răspunsurile** în clasă(explicaţii neştiinţifice). • **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la *situaţiile problemă* prezentate de profesor(explicaţii neştiinţifice). • **Prezintă corect** fenomenele de reflexie şi refracţie a luminii, clasa a IX-a: definiţii, legi, desene(explicaţii ştiinţifice). • **Descriu** diferite exemple de fenomene de reflexie şi refracţie a *luminii* întâlnite în natură şi tehnică.
• **Comunică scopul prelegerii**: explicarea *propagării* undelor la suprafaţa de separaţie dintre două medii omogene – termenilor de reflexie şi refracţie a undelor; explicarea *propagării* undelor la întâlnirea obstacolelor de diferite forme şi dimensiuni – termenului de difracţie a undelor (desene/soft educaţional). • **Cere elevilor să argumenteze:** cum se modifică în cazul undei plane, direcţia de propagare la întâlnirea unei suprafeţe plane de separaţie dintre două medii omogene în care viteza de propagare a undei este diferită şi la întâlnirea unui paravan plan în care este practicată o fantă. • **Defineşte (operaţional)** fenomenul de *reflexie* a undelor şi **cere elevilor** să descrie şi să reprezinte printr-un desen *elementele reflexiei*.	• **Evocă** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe desene reprezentând schematic fenomenele de reflexie, refracţie, difracţie – modele): - când unda plană *întâlneşte suprafaţa plană de separaţie* dintre două medii omogene în care viteza de propagare a undei este diferită, unda suferă un *dublu fenomen*: o parte din ea *se întoarce* în mediul în care se află sursa de oscilaţii, iar cealaltă parte *traversează* suprafaţa de separaţie şi trece în celălalt mediu – *explică* pe desene; - când unda plană *întâlneşte un paravan* plan în care este practicată o fantă, unda *se poate abate* de la direcţia iniţială de propagare şi *se propagă în spatele* paravanului - *explică* pe desene. • **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând schematic fenomenul de reflexie): **identifică** *suprafaţa plană de separaţie dintre două*

	medii omogene și izotrope în care unda are viteze de propagare diferite, direcția de propagare a undei incidente și a undei reflectate, normala în punctul de incidență, planul de incidență, unghiul de incidență, unghiul de reflexie.
• **Defineşte (operaţional)** fenomenul de *refracție* a undelor și **cere elevilor** să descrie și să reprezinte printr-un desen *elementele refracției*.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând schematic fenomenul de refracție): **identifică** *suprafața plană de separație dintre două medii omogene și izotrope în care unda are viteze de propagare diferite, direcția de propagare a undei incidente și a undei refractate, normala în punctul de incidență, planul de incidență, unghiul de incidență, unghiul de refracție.*
• **Defineşte (operaţional)** fenomenul de *difracție* a undelor și **cere elevilor** să descrie și să reprezinte printr-un desen, pentru o undă plană, *forma frontului de undă* din spatele unui paravan în care este practicată o fantă în funcție de lărgimea fantei.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând schematic fenomenul de difracție): dacă fanta este mare frontul de undă plan se propagă fără modificări în spatele paravanului, iar dacă fanta este mică frontul de undă în spatele paravanului devine sferic, **sesizează** că *reducerea dimensiunilor fantei evidențiază mai bine fenomenul*.
• **Cere elevilor** să realizeze un bilanţ al felului: - cum se modifică direcția și sensul de propagare al undei plane prin reflexie, refracție și difracție; - cum variază frecvența și lungimea de undă prin reflexie, refracție și difracție.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe desene reprezentând schematic fenomenele de reflexie, refracție, difracție): - *reflexia* se face cu schimbarea direcției și sensului de propagare, iar *refracția și difracția* se face cu schimbarea direcției de propagare; - prin *reflexie* nu se modifică frecvența, lungimea de undă și viteza de propagare a undei; - prin *refracție* nu se modifică frecvența dar se modifică lungimea de undă și viteza de propagare a undei; - prin *difracție* nu se modifică frecvența, iar dacă cele două medii de propagare sunt identice unda difractată are aceeași viteză de propagare și lungime de undă cu unda incidentă.
• **Comunică elevilor** ideea că: direcția de deplasare a undelor poate fi modificată prin fenomenele de reflexie și de refracție, iar difracția determină undele să ocolească obstacolele și le împrăștie diferit în spatele unor orificii; **cere elevilor să construiască**, utilizând ceea ce știu deja despre reflexia și refracția luminii, despre dependența vitezei de propagare a undelor elastice de proprietățile mediului și folosind principiul lui Huygens: - *reflexia undelor plane pe suprafețe plane/ curbe(* convexe/concave); - *refracția undelor plane pe suprafețe plane/ curbe* (convexe/concave), care separă două medii omogene diferite; - *difracția undelor superficiale pe obstacole liniare* de diferite dimensiuni – forma fronturilor de undă după obstacol.	• **Formulează** (în perechi) ideile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe desene reprezentând schemele geometrice ale fenomenelor de reflexie, refracție, difracție): prin analogie cu *reflexia și refracția luminii*, știind că viteza de propagare a undelor elastice depinde de densitatea mediului și aplicând principiul lui Huygens: - **construiesc** direcțiile de propagare ale undelor plane reflectate pe suprafețe plane/convexe/concave folosind reflexia luminii pe oglinzi plane/ convexe/ concave; - **construiesc** direcțiile de propagare ale undelor plane refractate pe suprafețele plane/convexe/concave care separă două medii omogene diferite folosind refracția luminii pe dioptrul plan/ sferic(reperează o dificultate); - **construiesc** fronturile de undă în cazul difracției pe obstacole liniare, folosind principiul lui Huygens (reperează o dificultate).
• **Îndrumă** elevii ***să stabilească*** dacă fenomenul de reflexie totală este posibil și în cazul undelor mecanice.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, pe desene): fenomenul de reflexie totală *pare să fie posibil* și în cazul undelor mecanice dacă undele trec dintr-un mediu în care viteza de propagare este mai *mică/mare* într-un mediu în care viteza de propagare este *mai mare/mică*(reperează o

• **Cere elevilor** să rezume ideile şi constatările de până acum, având în vedere că:
- reflexia și refracția undelor mecanice are loc după aceleași legi ca și reflexia și refracția luminii;
- viteza de propagare a undelor elastice depinde de proprietățile mediului prin care se propagă undele;
• I**dentifică *preconcepţiile*** elevilor cu privire la temă (explicaţii neştiinţifice).
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[10]

• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [11];

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să se documenteze și să descrie, de exemplu: producerea ecoului/ reverberației, funcționarea sonarului, faptul că undele sonore nu se propagă în linie dreaptă prin atmosferă, faptul că există unele situaţii în care se poate auzi vorbindu-se fără a fi văzuţi.

dificultate).
• **Formulează** (în perechi) ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă):
- suprafețele plane/convexe/concave reflectă undele plane la fel ca și oglinzile plane/convexe/concave;
- refracția undelor plane pe suprafețe plane/convexe/ concave are loc la fel ca și refracția luminii pe dioptrul plan/sferic(în cazul în care $v_1 > v_2$ unda refractată se *depărtează/apropie* de normală, iar dacă $v_1 < v_2$ unda refractată se *apropie/depărtează* de normală - răspuns nesigur).
• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.
• **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.).
• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Efectuează tema pentru acasă -** având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.), lucrând în grupe/ individual și consultând diferite surse bibliografice indicate pentru realizarea temei.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul exerciţiului): 2. Identificarea/analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea mijloacelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

[10] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[11] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Lecţia 2

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.: - producerea ecoului/ reverberației, funcționarea sonarului se bazează pe *fenomenul de reflexie* a undelor sonore(utilizarea sonarului, imagini, aspecte interesante); - undele sonore *nu se propagă în linie dreaptă* în atmosferă datorită *fenomenului de refracție* prin straturile de aer care au temperaturi diferite (reprezentare schematică-reperează o dificultate); - în astfel de situații are loc *difracția undelor sonore*, dar nu și difracția luminii(explicații neștiințifice).
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (reflexia, refracția, difracția undelor sonore, etc.).	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): studierea experimentală a *propagării undelor* la limita de separație dintre două medii omogene cu proprietăți diferite, la întâlnirea obstacolelor de diferite forme și dimensiuni; norme de protecţia muncii în laborator.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete).
• **Revine** la activitatea experimentală cunoscută de elevi - propagarea undelor superficiale folosind dispozitivul de studiere a undelor superficiale(cunoscut de elevi) şi **cere elevilor** să lucreze pe grupe și să studieze cu *atenție* reflexia, refracția și difracția undelor superficiale.	• **Evaluează resursele** (ceea ce au aflat din experimentele şi informațiile anterioare): filtrează, distilează, compară informaţiile obţinute, extrag informaţiile utile.
• **Oferă elevilor materiale şi fişe de activitate experimentală** pentru experimente: cuvă cu apă pentru studiul undelor, bare drepte/curbe, generator de unde, placă groasă de plexiglas/sticlă, sursă de tensiune alternativă, perete despărțitor cu fantă de lărgime reglabilă, obstacole liniare de diferite mărimi.	• **Organizaţi în grupuri de lucru**, elevii: identifică ordinea în care vor efectua experimentele; citesc cu atenție instrucțiunile din fișa de activitate experimentală și pun întrebări pertinente profesorului; selectează și organizează corespunzător materialele necesare desfășurării experimentelor; efectuează determinări experimentale.
• **Invită elevii** să **studieze** experimental **reflexia undelor** superficiale şi **cere elevilor**: - **să producă** unde liniare pe suprafața apei; - **să obțină** reflexia undelor pe bare drepte /curbe sau combinații în două sau mai multe bare drepte; - **să realizeze** schema geometrică a reflexiei; - **să modifice** unghiul de incidență în cazul reflexiei undelor liniare pe bara dreaptă și **să măsoare** unghiul de incidență și unghiul de reflexie corespunzător; - **să producă** unde circulare și **să observe** reflexia acestora pe bara dreaptă/curbă; - **să formuleze concluzii** cu privire la formarea imaginilor în *oglinzile* din cuvă.	• **Organizaţi în grupuri de lucru** elevii studiază experimental reflexia undelor superficiale: - **observă** reflexia undelor liniare/circulare pe bara dreaptă/curbă și **realizează** schema geometrică a reflexiei; - **observă și constată** că prin reflexie, undele mecanice își modifică direcția, iar unghiul de incidență *pare* să fie egal cu cel de reflexie ca în cazul reflexiei luminii; - **sesizează** că folosind bare drepte/curbe sau combinații între două sau mai multe bare drepte, se obțin toate fenomenele de reflexie pe care le-au studiat în legătură cu lumina; - **formulează** concluzia - formarea imaginilor în *oglinzile* din cuvă urmează legile reflexiei din optică, ca și în cazul formării imaginilor în *oglinzile optice.*
• **Comunică elevilor** ideea că în cazul undelor de pe suprafața apei, viteza depinde de adâncimea apei, deci apa aflată în două locuri cu adâncimi diferite poate fi considerată ca echivalentă cu	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la dependența vitezei de propagare a undelor de proprietățile mediului **și comunică** părerile în clasă(explicații neștiințifice).

două medii diferite pentru propagarea undelor și **cere elevilor** ca prin schimbarea adâncimii apei din cuvă, să cerceteze comportarea undelor la trecerea dintr-un mediu în celălalt.

• **Invită elevii** să **studieze** experimental **refracția undelor** superficiale și **cere elevilor**:
- **să explice,** de ce folosind placă groasă de plexiglas/sticlă în cuva cu apă, s-au creat două medii diferite și să identifice suprafața de separație dintre ele;
- **să producă** unde liniare pe suprafața apei în compartimentul mai adânc;
- **să explice** refracția undelor și **să observe** direcția frontului de undă incident și a celui transmis, distanța dintre crestele paralele ale valurilor din cele două compartimente pe linia de separare;
- **să realizeze** schema geometrică a refracției;
- **să modifice** unghiul de incidență și **să măsoare** unghiul de incidență și unghiul de refracție corespunzător;
- **să reprezinte** grafic sinr = f(sini) și **să interpreteze** graficul;
- **să repete** experimentul și **să producă** unde liniare pe suprafața apei în compartimentul mai puțin adânc;
- **să găsească** situația în care refracția ar putea să dispară;
- **să producă** unde circulare și **să observe** refracția acestora la linia de separare dintre cele două compartimente;
- **să formuleze concluzii** cu privire la valabilitatea legii a doua a refracției în cazul refracției undelor produse în cuvă.

Precizare: problema principală este de a menține frecvența constantă(să nu apară dispersia). Se poate produce experimental *reflexia totală* a valurilor de apă în laborator(nu este ușor - este dificil de găsit acea regiune foarte puțin adâncă pentru care să fie observată experimental reflexia totală-să dispară refracția, frecvența trebuie să fie joasă).

• **Invită elevii** să **studieze** experimental **difracția undelor** superficiale și **cere elevilor**:
- **să împartă** cuva în două compartimente cu ajutorul peretelui despărțitor prevăzut cu fanta de lărgime reglabilă, ***d***;
- **să producă** unde liniare într-un compartiment și **să observe** zona în care se propagă undele în celălalt compartiment;
- **să regleze** frecvența sursei astfel încât undele liniare produse să aibă lungimea de undă, λ mai mică și **să modifice** treptat lărgimea fantei, ***d***;
- **să compare** undele din spatele peretelui pentru diferite valori ale raportului λ/d**;**
- **să realizeze** un desen aproximativ al difracției observate experimental;
- **să obțină** difracția pe un obstacol liniar fix de diferite mărimi;
- **să confrunte** observațiile cu cele referitoare la difracția pe o fantă;

• **Organizați în grupuri de lucru** elevii studiază experimental refracția undelor superficiale:
- **constată** că prin așezarea pe fundul cuvei a plăcii groase de plexiglas/sticlă, în cuvă s-au creat două compartimente cu adâncimi diferite ale apei, una dintre laturile plăcii constituie linia de separare;
- **pot sesiza** că în acest fel viteza de propagare a undei este mai mică în apa puțin adâncă decât în apa adâncă și aceeași relație se menține și între lungimile de undă;
- **observă** refracția undelor liniare/circulare la linia de separare dintre cele două compartimente când sursa este în compartimentul mai adânc/puțin adânc;
- **observă** că fronturile de undă incidentă și transmisă au direcții diferite, distanța dintre crestele paralele ale valurilor din cele două medii se modifică;
- **realizează** schema geometrică a refracției;
- **modifică** unghiul de incidență și **măsoară** unghiul de refracție corespunzător, iar din aceste măsurători **observă** că raportul sini/sinr este aproximativ constant;
- **reprezintă** grafic sinr = f(sini) și obțin aproximativ o linie dreaptă care trece prin origine;
- prin mai multe încercări *este posibil* **să observe** că refracția poate să dispară dacă sursa este în compartimentul puțin adânc;
- **constată** că prin refracție undele mecanice își modifică direcția și lungimea de undă; *dacă* $v_1 > v_2$ (sursa este în compartimentul mai adânc) *atunci* $r < i$ *și raza refractată se apropie de normală*, iar *dacă* $v_1 < v_2$ (sursa este în compartimentul mai puțin adânc) *atunci* $r > i$ *și raza refractată se îndepărtează de normală*; *reflexia totală poate să apară dacă* $v_1 < v_2$;
- măsurând mai multe unghiuri de incidență și de refracție, elevii **află** experimental că *legea a doua a refracției este valabilă și în cazul refracției undelor produse în cuvă*(stabilesc din măsurări pentru mai multe perechi de unghiuri i și r, că raportul sini/sinr=constant, apoi măsoară vitezele de propagare în cele două medii, și găsesc că sini/sinr=v_1/v_2, este dificil, dar nu imposibil!).

• **Organizați în grupuri de lucru** elevii studiază experimental refracția undelor superficiale:
- **observă** difracția undelor pe o fantă de dimensiune reglabilă/ obstacol liniar fix de diferite mărimi;
- **observă** că dacă fanta are o deschidere mare, fronturile de undă care ajung în contact cu deschiderea se propagă fără modificări în al doilea compartiment, iar dacă fanta are o deschidere mică, în al doilea compartiment fronturile de undă sunt circulare;
- **observă** că dacă obstacolul are dimensiuni mici atunci frontul de undă se reface (aproape) ca și când obstacolul nu ar exista, iar dacă obstacolul are dimensiuni foarte mari atunci frontul de undă nu se mai reface;
- **realizează** un desen aproximativ al difracției pe o fantă/obstacol liniar observate experimental;
- **pot sesiza** *că fenomenul de difracție depinde raportul* λ/d*, dacă* $\lambda \ll d$ *fenomenul de difracție este mai puțin evident, iar dacă lungimea de undă* λ *este apropiată ca*

- **să formuleze concluzii** cu privire la rolul pe care îl are dimensiunea fantei, respectiv, dimensiunea obstacolului liniar.
Precizare: nu este recomandabil să se modifice frecvența în timpul experimentului în cuvă, calitatea imaginilor se modifică cu frecvența.

• **Comunică elevilor** ideea că o situație deosebită o reprezintă *inversarea fazei undei la reflexie*.

• **Ghidează elevii să prezică** cum s-ar produce reflexia undelor transversale pe o coardă elastică al cărui capăt este fixat de un suport perfect rigid, respectiv, este prins de un inel ușor care poate aluneca fără frecare pe o tijă netedă, fixă, perpendiculară pe coardă.

• **Oferă elevilor** materialele necesare: corzi elastice din diferite materiale, bară/tijă de fixare, inel de masă neglijabilă care poate aluneca fără frecare pe bara/tija de fixare, dispozitiv de fixare a corzii de bară și **cere elevilor:**
- **să producă** o perturbație transversală pe coarda elastică al cărui capăt este fixat de un suport perfect rigid, respectiv, este prins de un inel ușor care poate aluneca fără frecare pe o tijă netedă, fixă, perpendiculară pe coardă;
- **să urmărească** cum înaintează perturbația, cu o *buclă în sus* sau cu o *buclă în jos* și cum se întoarce și **să realizeze** un desen aproximativ al reflexie observate experimental în aceste cazuri;
- **să explice** ce se întâmplă cu perturbația când ajunge la suportul perfect rigid/inel;
- **să prezinte constatările lor** cu privire la reflexia pe un suport perfect rigid(mediu mai dens) și reflexia pe un capăt ce se poate mișca liber(inel, mediu mai puțin dens) în situațiile studiate experimental.

• **Cere elevilor să esențializeze și să generalizeze** concluziile cu privire la reflexia pe un mediu mai dens și reflexia pe un mediu mai puțin dens, în orice situație când are loc propagarea undelor la suprafața de separație dintre două medii elastice; **denumește** *inversarea fazei undei la reflexie* (reflexie cu schimbare de fază).

• **Invită elevii să analizeze** *reflexia și refracția undelor transversale* în cazul în care cele două medii elastice sunt două corzi de grosime diferită (densități liniare diferite) legate între ele, iar una este fixată de un suport. **Cere elevilor**:
- **să provoace** o perturbație transversală la capătul liber, **să-și concentreze** atenția în regiunea de frontieră și **să urmărească** *aspectul perturbației* incidente, reflectate și transmise (*deplasare cu elongația/bucla în sus/jos*);
- **să comparare** amplitudinile perturbațiilor incidentă, reflectată și refractată;
- **să formuleze** concluzii referitoare la fenomenele care au loc la frontiera care unește corzile în funcție de relația dintre densitățile liniare ale celor două corzi, adică:
1.coarda a două are densitatea liniară mult mai mare decât prima coardă;
valoarea de lărgimea fantei ***d*** *fenomenul de difracție este mai accentuat*;
- **constată** că și în cazul difracției pe obstacol, fenomenul de difracție este mai accentuat dacă lungimea de undă λ este apropiată ca valoarea de dimensiunea obstacolului.

• **Reperează** o anumită dificultate pe care decid să o corecteze prin realizarea unui experiment:
- **observă** de-a lungul corzii, propagarea perturbației spre capătul ei fixat de suportul perfect rigid, respectiv, prins de inelul ușor care poate aluneca fără frecare pe tija fixă;
- **constată** că dacă perturbația înaintează cu o „*buclă*" în sus, ea se întoarce cu „*bucla*" în jos când capătul ei este fixat de suportul perfect rigid și cu „*bucla*" în sus când capătul ei este prins de inelul ușor;
- **realizează** un desen aproximativ al reflexiei observate experimental în aceste cazuri;
- **pot sesiza și explica:** în ambele cazuri, perturbația este reflectată la capătul corzii opus sursei de perturbații, dar reflexia are loc diferit: când perturbația ajunge la suportul rigid, acesta nu se deplasează, dar provoacă o perturbație (principiul III al mecanicii) care se propagă înapoi de-a lungul corzii și care are elongația de sens opus sensului elongației perturbației incidente; când perturbația ajunge la inel, acesta va oscila și va produce o perturbație care se propagă ca undă reflectată și are elongația de același sens cu sensul elongației perturbației incidente;
- **prezintă constatările lor**: reflexia pe un suport perfect rigid (mediu mai dens) are loc cu schimbarea sensului elongației, unda reflectată având faza opusă față de cea a undei incidente, iar reflexia pe un capăt ce se poate mișca liber(inel, mediu mai puțin dens) nu produce schimbarea sensului elongației, unda reflectată este în fază cu undă incidentă.

• **Formulează** (în perechi) constatările/ concluziile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):
- *la orice reflexie pe un mediu mai, unda reflectată este întotdeauna în opoziție de fază față de unda incidentă;*
- *la orice reflexie pe un mediu mai puțin dens, unda reflectată este întotdeauna în fază cu unda incidentă.*

• **Efectuează experimentul, își concentrează** atenția în regiunea frontieră, **observă** și **constată că**:
- la *frontiera* care unește corzile perturbația *incidentă* se desparte în două perturbații, una care se *reflectă* și una este *transmisă*;
- aspectul perturbației care *se reflectă depinde* de densitățile liniare ale celor două corzi, iar aspectul perturbației care este *transmisă nu depinde* de densitățile liniare ale celor două corzi;
- *indiferent de densitățile liniare* ale celor două corzi, *cele două perturbații au amplitudinile mai mici decât perturbația incidentă*;
- *reflexia în regiunea de frontieră* se poate face cu *schimbare de fază*(a doua coardă este mai grea decât prima) sau *fără schimbare de fază*(a doua coardă este mai ușoară decât prima), iar *refracția* se face *fără schimbare de fază*;
1. când a doua coardă este mult mai grea decât prima

2.coarda a doua este înlocuită cu corzi din ce în ce mai ușoare, dar mai grele decât prima coardă;
3. coarda a doua coardă este identică cu prima;
4. coarda a doua este mai ușoară decât prima;
5. coarda a doua are greutate neglijabilă.

întreaga perturbație este reflectată cu schimbare de fază;
2. când a doua coardă este înlocuită cu corzi din ce în ce mai ușoare, perturbația reflectată descrește și se observă o perturbație transmisă, din ce în ce mai mare, dincolo de frontieră;
3. când a doua coardă este identică cu prima nu există o perturbație reflectată și perturbația inițială este transmisă în întregime;
4. când a doua coardă este mai ușoară apare din nou reflexia, perturbația fiind de data aceasta reflectată fără schimbare de fază; cu cât a doua coardă este mai ușoară, cu atât perturbația reflectată este mai mare;
5. când greutatea celei de-a doua corzi este neglijabilă, perturbația reflectată are aproape aceeași mărime cu cea incidentă.

• **Cere elevilor :**
- ***să argumenteze*** modul în care se împarte energia undei incidente în energia undei reflectate și energia undei refractate;
- ***să explice*** diferențele dintre amplitudinile undelor incidentă, reflectată și refractată.

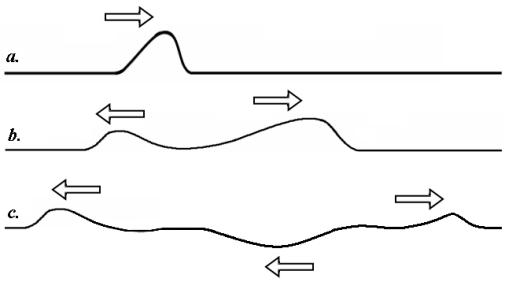
• **Formulează** (în perechi) constatările/ concluziile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):
- dacă, *vitezele de propagare ale undelor în cele două medii sunt apropiate ca valoare, energie undei reflectate va fi mai mică decât energia undei refractate*, deci și amplitudinea undei reflectate va fi mai mică decât amplitudinea undei refractate;
- dacă, *vitezele de propagare ale undelor în cele două medii diferă foarte mult ca valoare, energie undei reflectate va fi mai mare decât energia undei refractate,* deci și amplitudinea undei reflectate va fi mai mare decât amplitudinea undei refractate;
- deoarece doar o parte din energia undei incidente se regăsește în energia undei reflectate/refractate, *amplitudinea undei reflectate/refractate este mai mică decât amplitudinea undei incidente*.

• **Cere elevilor** să găsească criterii pentru a identifica sau distinge reflexia, refracția, difracția, ce au în comun și prin ce diferă aceste fenomene.

• **Formulează** (în perechi) constatările/ concluziile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):
- reflexia și refracția se produc simultan și permit modificarea direcției de deplasare a undelor;
- reflexia pe un mediu mai dens se face cu schimbare de fază, iar refracția se face fără schimbare de fază;
- unda reflectată și unda refractată sunt în opoziție de fază dacă mediul al doilea este mai dens și sunt în fază dacă mediul al doilea este mai puțin dens;
- difracția în afară de faptul că determină undele să ocolească obstacolele le și împrăștie diferit în spatele unor orificii;
- față de refracție, care implică o schimbare a direcției de propagare, în cazul difracției abaterea de la direcția inițială de propagare se produce în același mediu și nu ca urmare a trecerii undei dintr-un mediu în altul.

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le elevilor
1**. Să analizeze și descrie**, următoarele situații:
a. În figura alăturată, o perturbație este trimisă spre dreapta în lungul unei corzi cu porțiuni de diferite densități liniare/grosimi. În cazul (**a)** este redată perturbația incidentă, iar cazurile (**b)** și (**c)** redau aspectul corzii la intervale egale de timp ulterioare. Ce puteți afirma despre grosimile corzii și unde se află frontierele dintre diferitele grosimi? (Fizica PSSC)
b. În ce condiții un obstacol liniar permite refacerea undelor pe suprafața apei. Realizați un desen aproximativ.

• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații etc.).



Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul exerciţiului): 3. Compararea cu modelul original;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Metoda de organizare a activităţii de învăţare: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
. **• Implică elevii** în verificarea temelor efectuate acasă **, stimulează elevii să sintetizeze, să evalueze** şi **să prezinte** informaţiile colectate referitoare la situaţiile problemă.	**• Formulează** (în perechi) ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, prin reprezentări schematice, postere, imagini, etc.), **evocă** aspecte interesante, dificultăţi întâlnite: **1.**a. Perturbația reflectată din **(b)** este dreaptă, deci coarda din dreapta punctului de frontieră trebuie să fie mai subțire decât cea din stânga. În cazul **(c)** observă că perturbația, care se propagă spre dreapta în cazul **(b)**, a fost parțial reflectată și parțial transmisă, rezultă existența unei noi frontiere între cele două perturbații. În cazul **(c)** a doua perturbație este reflectată inversat, deci coarda din dreapta acestei frontiere trebuie să fie mai groasă decât cea din stânga. b. Unda este difractată de obstacolul liniar. Dacă dimensiunile obstacolului sunt mici, comparabile cu lungimea de undă, atunci frontul de undă se reface (aproape) ca și când obstacolul nu ar exista. Dacă dimensiunile obstacolului sunt foarte mari, mult mai mari decât lungimea de undă, frontul de undă nu se mai reface. Un obstacol de mari dimensiuni nu mai permite refacerea undei.
• Vizează *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (reflexia, refracția, difracția undelor mecanice);	
• Prezintă elevilor un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): explicarea *propagării undelor* la limita de separație dintre două medii omogene cu proprietăți diferite, la întâlnirea obstacolelor de diferite forme și dimensiuni cu ajutorul principiului lui Huygens; norme de protecția muncii în laborator;	**• Formulează** (în perechi) ideile lor, **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, prin reprezentări schematice, imagini, etc.)
• Vizează *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, (reflexia și refracția luminii) și **cere elevilor** să prezinte schemele geometrice ale fenomenelor de reflexie și refracție, să enunțe legile reflexiei și refracției.	• Organizaţi în grupe, **prezintă corect ceea ce știu deja:** schemele geometrice ale reflexiei și refracției luminii, enunță legile reflexiei și refracției luminii(notate pe caiete, pe tablă, prin reprezentări schematice,etc.).
• Revine la fenomenul de difracție și **cere elevilor să descrie** și **să prezinte** schema geometrică de aplicare a principiului lui Huygens pentru difracția undelor liniare/plane pe obstacole și fante de diferite dimensiuni, **să o compare** *cu rezultatele obținute experimental* și să formuleze concluzii.	• Organizaţi în grupe: - **descriu și prezintă** în clasă schema geometrică de aplicare a principiului lui Huygens în cazul difracției undelor liniare/plane pe obstacole liniare și fante de diferite dimensiuni; - **compară** fronturile de undă obținute experimental cu cele construite prin aplicarea principiului lui Huygens și

observă o foarte bună concordanţă;
- **formulează** concluzia că *principiul lui Huygens explică corect difracţia undelor mecanice*.

• **Propune** o nouă direcţie de abordare pentru studierea fenomenelor de reflexie şi refracţie a undelor - explicarea legilor reflexiei şi refracţiei cu ajutorul principiului lui Huygens.

• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă;

• **Oferă elevilor** ocazia să-şi dezvolte independent ideile, propunându-le găsirea legilor reflexie şi refracţiei:
- **consideraţi** o undă plană incidentă pe suprafaţa de separaţie dintre două medii cu proprietăţi diferite în care vitezele de propagare ale undelor sunt v_1 şi respectiv v_2 , $v_1 > v_2$;
- **reprezentaţi** schematic reflexia şi refracţia undei incidente la suprafaţa de separaţie dintre cele două medii;
- **aplicaţi** principiul lui Huygens pentru **a construi** frontul undei plane reflectate şi respectiv frontul undei plane refractate;
- în diagrama obţinută(de aplicare a principiului lui Huygens), prin raţionamente geometrice, **stabiliţi** pe rând legea a doua a reflexiei şi respectiv legea a doua a refracţiei.

• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat şi **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini:
- **identifică** unda incidentă şi suprafaţa de separaţie dintre două medii cu proprietăţi diferite în care vitezele de propagare ale undelor sunt v_1 şi respectiv v_2;
- **reprezintă** schematic reflexia şi refracţia undelor la suprafaţa de separaţie dintre cele două medii(cu toate elementele lor);
- **aplică** principiul lui Huygens şi **construiesc progresiv** frontul undei plane reflectate, respectiv, frontul undei plane refractate, **obţinând** astfel diagrama de aplicare a principiului lui Huygens;
- **fac raţionamente** geometrice, **utilizează** funcţii trigonometrice, ţin cont că fronturile de undă înaintează cu vitezele constante v_1 , respectiv, v_2 prin cele două medii şi **stabilesc** pe rând legea a doua a reflexiei, respectiv, legea a doua a refracţiei.

• **Defineşte** *indicele de refracţie relativ* al mediului *2* faţă de mediul *1* **şi cere elevilor** să găsească forme ale legii a doua a refracţiei.

• **Stabilesc** forme ale legii a doua a refracţiei, folosind relaţia dintre lungimea de undă şi viteza de propagare a undei şi ţinând cont de indicele de refracţie relativ.

• **Cere elevilor să formuleze concluzii** în legătură cu legile reflexiei şi refracţiei.

• **Formulează** (în perechi) constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):
- cele două *legi ale reflexiei şi refracţiei determină direcţiile de propagare ale undelor reflectate şi ale undelor refractate*;
- pentru orice pereche de medii elastice date *indicele de refracţie relativ* este o *constantă specifică*.

• **Cere elevilor:**
- **să esenţializeze** concluziile privind refracţia undelor la suprafaţa de separaţie dintre două medii cu proprietăţi diferite în care vitezele de propagare ale undelor sunt v_1 şi respectiv v_2 , în cazurile $v_1 > v_2$ şi $v_1 < v_2$;
- **să stabilească** condiţiile în care se obţine reflexia totală şi să determine unghiul limită.
- **să compare** aceste rezultate cu cele obţinute experimental.

• **Formulează** (în perechi) constatările/ concluziile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):
- dacă prin refracţie unda trece într-un mediu în care viteza de propagare a undei scade, adică $v_1 > v_2$, atunci unda refractată se *apropie* de normală;
- dacă prin refracţie unda trece într-un mediu în care viteza de propagare a undei creşte, adică $v_1 < v_2$, unda refractată se *depărtează* de normală;
- apariţia fenomenului de *reflexie totală este posibilă în cazul* $v_1 < v_2$;
- calculează unghiul limită, punând condiţia ca $r = 90^0$;
- rezultatele obţinute din aplicarea legii a doua a refracţiei sunt confirmate de experimente.

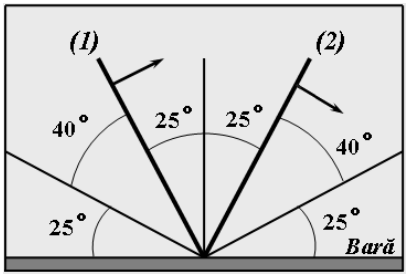
• **Comunică elevilor** ideea că fenomenele de reflexie şi refracţie se întâlnesc în cazul **propagării undelor seismice** şi **prezintă** câteva aspecte legate de undele seismice: undele seismice au mai multe modalităţi de propagare, ele pot fi reflectate, refractate, dispersate la întâlnirea suprafeţelor de discontinuitate dintre diferite straturi, cu proprietăţi diferite, unde viteza de propagare a undelor este şi ea diferită.

• **Evocă** observaţii proprii referitoare la producerea cutremurelor, undelor seismice **şi comunică** părerile în clasă(explicaţii neştiinţifice).

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le:
1. **Să rezolve** următoarea problemă: O undă liniară se deplasează spre o bară reflectătoare. În figura alăturată, liniile groase reprezintă fronturile de undă şi săgeţile direcţiile de propagare ale undelor. Stabiliţi care este unda incidentă şi care este unda reflectată. Ce valoare are unghiul de incidenţă? (Fizica PSSC)
2. **Să argumenteze:**
a. În zilele călduroase de vară la amiază, audibilitatea este mai scăzută, iar seara audibilitatea este mai bună; b. La o explozie, într-o casă se sparg nu numai geamurile ferestrelor din partea îndreptată spre explozie, ci şi cele din partea opusă
3. **Să pregătească şi să prezinte** referatul ştiinţific privind *Difracţia în natură şi tehnică.*

• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

.



Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul exerciţiului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):

• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.

• **Implică elevii** în verificarea temelor efectuate acasă **, stimulează elevii să sintetizeze, să evalueze** şi **să prezinte** informaţiile colectate referitoare la rezolvarea problemelor.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (reflexie, refracţie, difracţie, norme de protecţia muncii în laborator etc.);.

• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): aplicarea legilor reflexiei şi refracţiei undelor mecanice în situaţii concrete;
• **Oferă elevilor** ocazia să exerseze independent aplicarea legilor reflexiei şi refracţiei în cazul *propagării undelor* la

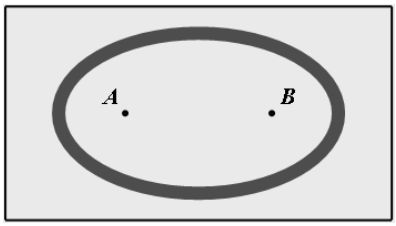
• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
1. Folosind schema de aplicare a principiului lui Huygens stabilesc: unda incidentă este unda (2) şi unda reflectată este unda (1). Din legea a doua a reflexiei şi din considerente geometrice găsesc unghiul de incidenţă $i=65^0$**.**
2. a. Aplică legea a doua a refracţiei şi ţin cont de dependenţa vitezei sunetului în gaze de temperatură (reprezintă corect printr-un desen parcursul sunetului);
b. În urma difracţiei, unda ocoleşte casa şi creează o presiune suplimentară în partea opusă exploziei.
• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă;

• **Exersează** aplicarea legilor reflexiei şi refracţiei în situaţii noi, cu exemple cât mai diferite, explicitează caracteristicile acestor exemple care sunt sau nu conforme cu modelul

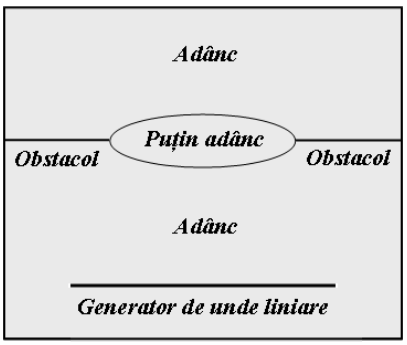
limita de separare dintre două medii omogene cu proprietăți diferite, de exemplu:
1. În cuva cu apă pentru studiul undelor se așează un obstacol de forma unei elipse(un inel de formă elipsoidală), ca în figura alăturată. Dacă s-a produs o perturbație punctiformă în punctul *A*, fronturile de undă reflectate de obstacol converg în punctul *B*. *Ce se întâmplă dacă perturbația se produce în punctul B? Realizați un desen aproximativ* - desenați razele de undă înainte și după reflexia pe pereții obstacolului în cele două cazuri. Pornind de la această experiență, și folosind geometria elipsei, *stabiliți poziția focarelor elipsei.* (*problemă experimentală*) (prelucrare Fizica PSSC)

2. O piesă, având forma unei lentile biconvexe, se așează pe fundul unei cuve ca în figura alăturată, astfel încât să fie acoperită cu apă. Regiunea ovală conține apă mai puțin adâncă, în timp ce în restul cuvei apa este adâncă. Generatorul emite undele liniare. *Explicați ce fenomen are loc? Cărui aranjament optic îi corespunde acest model*? Presupuneți acum că în regiunea ovală apa este adâncă și în regiunea ce o înconjoară apa este mai puțin adâncă. *Ce se întâmplă cu undele liniare în acest caz? Cărui aranjament optic îi corespunde acest model?* (*problemă experimentală*).
Precizări: lentila poate fi tăiată dintr-o bucată de *lucită*, ar trebui să fie destul de lungă așa încât să acopere aproximativ jumătate din lărgimea vasului, dar destul de îngustă; apa în partea adâncă a vasului ar trebui să aibă adâncimea de cel puțin 1,5 cm și cu aproximativ 2 mm peste lentilă. Elevii au posibilitatea de a recapitula lentilele și refracția din punctul de vedere *ondulatoriu*. (prelucrare Fizica PSSC)
3. Lichidul dintr-o cuvă este separat în două zone de adâncimi diferite. O undă liniară care se propagă pe suprafața lichidului din cuvă întâlnește linia de separare dintre cele două zone sub un unghi de incidență de $i = 60^0$. Viteza de propagare a undei în zona mai adâncă este 34cm/s. Dacă *frecvența crește ușor*, undele liniare se deplasează în zona adâncă cu viteza de 32cm/s. În zona mai puțin adâncă toate undele se deplasează cu o viteză de 24cm/s. *Realizați* o reprezentare schematică a refracției la linia de separație dintre cele două regiuni. *Calculați* pentru fiecare caz în parte, unghiul de refracție și indicele de refracție al zonei mai puțin adânci față de zona mai adâncă. *Ce concluzie trageți?* Cunoscând condițiile din studiat. Se lucrează pe grupe.

1. Elevii pot **efectua** experiența în cuva de produs unde.



Constată că dacă perturbația se produce în punctul *B*, fronturile de undă reflectate de obstacol converg în punctul *A*. **Desenează** drumurile parcurse de razele de undă în cele două cazuri, astfel încât să respecte legile reflexiei.
Stabilesc că fiecare element al unei perturbații care pleacă din *A* și ajunge în *B* străbate în același timp aceeași distanță, indiferent de punctul de pe elipsă în care a fost reflectat.
Constată că se respectă geometria elipsei(o elipsă este locul geometric al punctelor pentru care suma distanțelor la două puncte fixe este constantă).
Formulează concluzia că punctele *A* și *B* reprezintă focarele elipsei.
2. Elevii pot **efectua** experiența în cuva de produs unde.



Constată că are loc fenomenul de refracție a undelor liniare la frontiera dintre cele două regiuni.
Explică fenomenele observate având în vedere că undele se propagă mai repede în apa adâncă decât în apa mai puțin adâncă:
- în primul caz fronturile de undă liniare sunt curbate în așa fel încât ele converg spre un *focar* aflat în zona adâncă din spatele obstacolului. Prin analogie, cu refracția luminii în lentilele biconvexe, **sesizează** că acest model poate fi considerat o *lentilă mecanică biconvexă* pentru undele liniare(modelul unei *lentile convergente*);
- în al doilea caz, unda, după trecerea peste regiunea adâncă, va fi curbată în afară, ca și când ar veni de la o sursă punctiformă. Aranjamentul este un *model al unei lentile convergente de aer cufundată în apă*.

3. Exersează aplicarea legii a doua a refracției în cazul undelor liniare care se propagă pe suprafața lichidului dintr-o cuvă într-o situație nouă – *frecvența undelor se modifică ușor*.
Realizează o reprezentare schematică a refracției în cele două cazuri respectând faptul că unda refractată se apropie de normală.
Aplică legea a doua a refracției în fiecare caz:
$\sin i/\sin r = v_1/v_2$, rezultă: $\sin r = (v_2/v_1)$ **.** $\sin i$
și **găsesc**, pentru cazul 1, $\sin r = 0{,}612$ și $r = 38^0$, iar pentru cazul 2, $\sin r = 0{,}649$ și $r = 41^0$.
Calculează valoarea indicelui de refracție $n_{21} = v_2/v_1$ și **obține**: pentru cazul 1, $n_{21}=1{,}41$, iar pentru cazul 2, $n_{21} = 1{,}33$:
- **constată** că indicele de refracție are valori diferite cu toate că adâncimea apei nu s-a modificat în cele două regiuni;
- **sesizează** că prin modificarea frecvenței s-a modificat viteza undei în primul mediu și ca urmare s-a modificat și indicele de refracție, creșterea frecvenței este însoțită de o

cuva de studiat unde, în situația în care se modifică ușor frecvența, *precizați* cum s-ar putea detecta diferențele mici ale vitezelor undelor liniare din cuvă. *Precizări:* are loc fenomenul *de dispersie a undelor*. Dacă măsurătorile sunt destul de precise, se observă că viteza se modifică cu frecvența. Un mediu în care viteza undelor depinde de frecvență se numește *mediu dispersiv*. Afirmația făcută adesea că *viteza undelor depinde numai de mediu*, este deci o *idealizare*. (prelucrare Fizica PSSC)	scădere a vitezei și a indicelui de refracție; -**trag** concluzia că viteza undei *depinde nu numai de proprietățile mediului* ci *depinde și de frecvență*;
• **Cere elevilor să analizeze** următoarea situație: În cuva de produs unde, *adâncimea apei descrește treptat* de la un capăt la celălalt. Undele liniare produse în cuvă devin curbe. Explicați acest fenomen. Se întâmplă un fenomen similar și în cazul luminii? Argumentați. Elevii au posibilitatea de a recapitula refracția luminii *pe suprafețe plan- paralele* din punctul de vedere *ondulatoriu*. (Fizica PSSC)	• **Elevii ghidaţi** de profesor **propun** *două metode* de a detecta diferențele mici ale vitezelor undelor liniare din cuvă, în condițiile în care se modifică frecvența: - *se măsoară direct* cele două viteze, măsurând distanțele dintre crestele de undă și folosind $\lambda=v/\upsilon$, după care calculează diferența dintre ele; - *se măsoară indirect* cu ajutorul diferenței unghiurilor de refracție(se determină experimental unghiurile de refracție și din legea a doua a refracției se determină diferența vitezelor). • **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat și **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **realizează** că acest fenomen se petrece într-un mediu în care *indicele de refracție se schimbă treptat*; - deoarece adâncimea apei se modifică treptat, viteza de propagare a undei liniare se modifică și ea treptat, ea este diferită într-un capăt față de celălalt; -undele liniare se refractă la frontiera dintre două regiuni în care au viteze diferite, iar în urma *mai multor refracții razele de undă se apropie de normală, traiectoria undelor se curbează* - undele liniare se curbează; - un fenomen similar se întâmplă și în cazul luminii- *refracția atmosferică.* Fenomenul se explică cu ajutorul legilor refracției.
• **Comunică elevilor** ideea că fenomenele de reflexie și refracție se întâlnesc în cazul **propagării undelor seismice** și **prezintă** câteva aspecte legate de undele seismice: undele seismice au mai multe modalități de propagare, ele pot fi reflectate, refractate, dispersate la întâlnirea suprafețelor de discontinuitate dintre diferite straturi, cu proprietăți diferite, unde viteza de propagare a undelor este și ea diferită.	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la producerea cutremurelor, undelor seismice **și comunică** părerile în clasă(explicaţii neştiinţifice).
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor: 1. **Să aplice** legile reflexiei și refracției undelor mecanice în rezolvarea de probleme. 2**. Să elaboreze un eseu** pornind de la întrebarea: *„Ce te scuturi tu, Pământule, fără pricină știută?"(Tudor Arghezi);* 3. **Să pregătească și să prezinte** referatul științific privind *Cutremurele de Pământ*; 4. **Să construiască și să prezinte** un *instrument* pentru înregistrarea activității seismice – seismograf simplu și un *dispozitiv* pentru modelarea declanșării cutremurelor (M. Rusu, M. Nistor, Manual de fizică pentru clasa a XI-a, Ed. Corint, 2006).	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.). - **proiectează cercetările proprii**: imaginează detalii ale instrumentului și dispozitivului de realizat, se documentează, procură materiale, stabilesc etapele de lucru etc.; prezintă clasei punctele de vedere; - **se documentează** pentru realizarea referatului științific.

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* și cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute și valorificarea rezultatelor.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* și **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante,

• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (aplicarea legilor reflexiei şi refracţiei în rezolvarea de probleme, norme de protecţia muncii în laborator etc.);

• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): producerea și propagarea undelor seismice;

• **Orientează** gândirea elevilor către ideea iniţială ***propagarea undelor în locuri de discontinuitate, adică în locuri în care proprietățile mediului se schimbă brusc*** și cere elevilor **să sintetizeze** și **să evalueze informaţiile** colectate referitoare la cutremurele de pământ, pentru a distinge anumite **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute.

• **Prezintă** elevilor (pe baza conversaţiei cu elevii și a referatului științific realizat de ei) *mecanismul producerii unui seism* și **cere elevilor**: **să identifice** noțiunea de cutremur, cauzele care determină producerea unui cutremur, tipurile de cutremure; **să explice** termenii utilizați în descrierea unui cutremur (focar, epicentru, unde seismice, plăci tectonice); **să descrie/explice calitativ** producerea unui cutremur; **să declanșeze** un cutremur în miniatură și **să explice cum se înregistrează** activitatea unui cutremur.

• **Implică elevii** în identificarea tipurilor de unde seismice, prezentând pe scurt fiecare tip de unde:
a. unde de volum/interne care se împart în unde primare(P) și unde secundare(S);
b. unde de suprafață.

• **Orientează gândirea elevilor către distincţia** dintre undele interne și cele de suprafață, dintre undele primare și cele secundare, **urmărind ideile**:
- direcția de oscilație a particulelor mediului în raport cu direcția de propagare a undei;
- mediul în care se pot propaga undele;
- valorile vitezelor de propagare ale undelor.

• **Cere elevilor** să analizeze *modelul transmisiei* undelor seismice (reprezentarea schematică a procesului de propagare a undelor seismice *care să cuprindă traiectoriile undelor seismice prin interiorul Pământului - focar, epicentru, unde P și S incidente, unde reflectate, unde refractate, unde de suprafață, zona de umbră-fără unde)* și **ghidează elevii** să explice propagarea undelor

impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.;

• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă;

• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă referatul științific *Cutremurele de Pământ* și **evocă** aspecte interesante, dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, noi probleme (prezentarea referatului științific este însoțită de imagini, filme de montaj utilizând Internetul, reprezentări schematice, seismograful simplu și dispozitivul pentru modelarea declanșării cutremurelor).

• **Sintetizează informațiile obținute, formulează răspunsuri și comunică răspunsurile** în clasă:
- **definesc** cutremurul, prezintă cauzele care generează cutremurele și fac o primă clasificare a cutremurelor (în funcție de sursă);
- **explică** termenii utilizați în descrierea unui cutremur (focar/hipocentru, epicentru, unde seismice, plăci tectonice, falii) și fac o nouă clasificare a cutremurelor (în funcție de poziția focarului);
- **descriu** producerea unui cutremur;
- **prezintă** *dispozitivul* pentru modelarea declanșării cutremurelor și **declanșează** un cutremur în miniatură;
- **prezintă** *instrumentul* pentru înregistrarea activității seismice – *seismograf simplu* și explică modul cum se poate **înregistra** activitatea unui cutremur.

• **Elevii sunt ghidaţi** de profesor și **formulează** răspunsuri: undele primare (P) ajung la suprafață mai repede decât undele secundare (S), dar undele (S) transferă mai multă energie; *undele de suprafață* se propagă *în pătura superficială* a scoarței terestre și sunt de mai multe tipuri(unde Love –L, unde Rayleigh–R).

• **Sintetizează informațiile obținute, formulează răspunsuri și comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):
- *undele primare (P)* sunt unde elastice longitudinale, se propagă *în orice mediu* inclusiv prin zona lichidă a interiorului Pământului, sunt cele mai rapide unde care apar - au viteze mari de propagare;
- *undele secundare (S)* sunt unde transversale, se pot propaga numai prin regiunile *solide* ale interiorului Pământului, au viteze mai mici de propagare decât cele primare;
- *undele Love(L)* provoacă deplasări transversale ale particulelor în plan orizontal, iar *undele Rayleigh(R)* sunt o combinație de mișcare verticală și orizontală, *viteza undelor de suprafață este mai mică decât a undelor de volum*.

• **Observă și analizează** reprezentarea schematică a procesului de propagare a undelor sferice, **comunică răspunsurile** în clasă:
- undele de volum se propagă în interiorul Pământului;
- *vitezele de propagare ale undelor cresc cu adâncimea*, datorită modificărilor de presiune, densitate, elasticitate;
- o parte dintre undele superficiale, apar datorită *interferenței undelor interne* ca urmare *reflexiilor*

seismice, urmărind ideile:
- dependența vitezei de propagare a undelor de caracteristicile geologice ale mediului (materialului scoarței terestre);
- *fenomenele care apar la întâlnirea suprafețelor de discontinuitate* dintre diferite straturi/medii cu proprietăți fizice diferite;
- traiectoriile undelor seismice.

• **Sprijină elevii** să-şi dezvolte gândirea deductivă şi să analizeze importanța informațiilor oferite de undele seismice pentru investigarea structurii interne a Pământului, să facă legătură cu geografia.

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor.
1. **Să analizeze şi explice** următoarele afirmații:
a. Energia eliberată de un puternic cutremur de pământ rezultată dintr-o mișcare bruscă de-a lungul unei falii este aceeași la 1km depărtare de falie și la 2km depărtare de falie; **b.** În cazul unui cutremur de pământ nu prea puternic, dintre trei case situate - prima pe un teren stâncos de pe deal, a doua pe pământul moale de lângă dealul stâncos şi a treia pe pământul moale, departe de dealul stâncos, casa care pare să sufere cea mai mare stricăciune este casa a doua.(prelucrare L.C.Epstein, Gândiți Fizica, Ed. All, 1995)
2. **Să alcătuiască** un *eseu* la alegere, în baza celor expuse şi a celor studiate la geografie, despre: Seismicitatea regiunii Vrancea/Banat, Distribuția geografică a seismelor şi **să prezinte** referatul științific *Protecția antiseismică*.

repetate ale undelor P şi S în depozitele geologice aflate în apropierea suprafeţei Pământului, iar altă parte se propagă din epicentru;
-- *la întâlnirea suprafețelor de discontinuitate dintre diferite straturi se produc fenomenele de reflexie și refracție care modifică direcția de propagare a undelor*;
- datorită acestor fenomene *traiectoriile undelor seismice sunt curbe cu concavitatea spre suprafața terestră*.
- există *zone de umbră* ale undelor (S) și (P).
Evocă observaţii proprii, **comunică răspunsurile** în clasă: *refracția* undelor seismice, faptul că undele S nu pot traversa mediile lichide, existența așa-numitelor *zone de umbră* ale undelor S și P au permis geofizicienilor să fundamenteze modelul actual de structură internă a Pământului, să presupună că Pământul are o structură stratificată şi un miez în mare parte lichid.
• • **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații etc.).
- **se documentează** pentru explicarea situațiilor-problemă, realizarea eseului și a referatului științific.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul exercițiului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea efectului. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia6

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (*propagarea undelor în locuri de discontinuitate-*	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.; **1.** a. Undele care provin de la o falie sunt unde plane care rămân plane pe o distanță destul de mare. Energia transportată de unda plană pe distanțe mici este aceeași și

undele seismice, norme de protecţia muncii în laborator etc.);

• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): efectele unui seism şi protecţia antiseismică;
• **Îndrumă elevii să analizeze** efectele unui seism având în vedere că:
- energia eliberată în focarul cutremurului se propagă prin unde seismice;
- undele primare(de tip P) deţin doar 20% din energia totală a cutremurului în timp ce unde secundare(de tip S) deţin 80% din energia totală a cutremurului;
- amplitudinea undelor este direct proporţională cu magnitudinea(energia cutremurului);
- cutremurele se asociază şi cu fenomene luminoase, zgomote subterane, procese tectonice, valurile uriaşe.
• **Prezintă** elevilor (pe baza conversaţiei cu elevii) efectele undelor seismice după magnitudine şi după intensitate, scările de apreciere a acestor efecte (tăria unui cutremur) şi **cere elevilor**: **să identifice** noţiunile de magnitudine, intensitate microseismică, scara Richter, scara Mercali; **să analizeze** corespondenţa (aproximativă) dintre cele două scări.

• **Stimulează elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă referitoare la *protecţia antiseismică*, pentru a distinge anumite **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute.
• **Prezintă** elevilor (pe baza conversaţiei cu elevii şi a referatului ştiinţific realizat de ei) măsurile antiseismice cele mai importante şi **cere elevilor:**
- să descrie principalele măsuri de protecţie şi prevenire în raport cu posibilele efecte ale seismelor; **să răspundă** scurt la întrebări frecvente legate de cutremure.

• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[12];

la 1km depărtare de falie şi la 2km depărtare de falie.
b. Undele cutremurului de pământ întâmpină rezistenţă mică prin pământul moale. Energia undelor se concentrează în partea triunghiulară îngustă a pământului moale care se uneşte cu stratul de stâncă (la fel ca un val care loveşte plaja), adică unde se află casa a doua.
• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă;

• **Sintetizează informaţiile obţinute, formulează răspunsuri şi comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete), pornind de la ideile:
- pe măsura îndepărtării de locul perturbaţiei iniţiale, efectele sunt tot mai mici la distanţe mai mari;
- undele seismice determină distrugeri proporţionale cu magnitudinea cutremurului şi cu durata de oscilaţie;
- undele P cu toate că se propagă cel mai repede produc cele mai nesemnificative pagube, amplitudinea acestor unde nu este periculoasă, în schimb undele S au efectele cele mai distrugătoare asupra construcţiilor;
- undele de suprafaţă sunt cele mai devastatoare, cele mai mari amplitudini se datorează undelor R.
• **Sintetizează informaţiile obţinute, formulează răspunsuri şi comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, prin reprezentări schematice, tabele, postere, imagini, etc.):
- **definesc** magnitudinea unui cutremur şi intensitate amacroseismică;
- **prezintă** scara Richter(efectele cutremurului după magnitudine) şi scara Mercali(efectele cutremurului după intensitate);
- **analizează** efectele tipice ale unui cutremur potrivit celor două scări şi fac o comparaţie între ele.
• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă referatul ştiinţific *Protecţie antiseismică* şi **evocă** aspecte interesante (prezentarea referatului ştiinţific este însoţită de imagini, filme de montaj utilizând Internetul, reprezentări schematice).
• **Sintetizează informaţiile obţinute, formulează răspunsuri şi comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, prin reprezentări schematice, tabele, postere, imagini, etc.) arătând că este necesară: cunoaşterea cauzelor şi efectelor unui seism; folosirea metodelor antiseismice în proiectarea construcţiilor; comportarea raţională în timpul unui seism(până la seism, în momentul declanşării seismului, după încetarea seismului); etc.
• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;

[12] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

13. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
14. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
15. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);

• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.

• ***Îşi propun să expună** produsele realizate în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale, să informeze factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele*.

Bibliografie

(1) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005

(2) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006

(3) Adrian Galbură, Octavian Rusu, Mecanică, *Teste grilă și probleme sistem grilă*, Editura Niculescu, București, 1994

(4) Uri Haber-schiam, Judson B. Cross, John H. Dodge, James A. Walter, *Fizica PSSC, Textul profesorului şi Textul elevului*, Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1974

(5) *Manuale alternative*: George Enescu, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura BIC ALL, București, 2002; Mircea Rusu, Mircea Nistor, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura Corint, București, 2006; Octavian Rusu, Constantin Trăistaru, Livia Dinică, Constantin Gavrilă, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura Corint, București, 2006.

16. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: XI.7
Interferenţa undelor mecanice

„Cum interacţionează două unde?
Ce se întâmplă dacă două unde aflate în acelaşi mediu se întâlnesc?”
sau
„Valurile formate pe suprafaţa apei unui lac atunci când trece o barcă cu motor fac ca o bărcuţă de lemn să salte pe „crestele” şi „văile” valurilor. Dacă trec două bărci cu motor, se poate ca bărcuţa să rămână nemişcată?”
sau
„Două difuzoare plasate unul lângă celălalt emit simultan acelaşi sunet. Dacă se depărtează difuzoarele unul de celălalt, este posibil să auzim un sunet de intensitate maximă/minimă?”

Dorina Cucu

Clasa: a XI-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **5**

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Interferenţa undelor mecanice. Principiul superpoziţiei undelor mecanice. Noţiunea de unde coerente. Condiţiile producerii interferenţei şi a interferenţei staţionare. Coarde şi tuburi sonore. Recunoaşterea undelor staţionare în diverse situaţii întâlnite în practică. Rezolvarea de probleme în care intervin fenomenele de interferenţă şi interferenţă staţionară.

Modelul de învăţare asociat: **Investigaţia ştiinţifică**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

☞ **Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe secvenţele investigaţiei ştiinţifice (competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare incitantă, deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este analogia cu anticiparea efectului: prin „încercare şi eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.**

☞ **Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o discrepanţă, de o întrebare care îi stârneşte interesul şi anume: *„Două difuzoare plasate unul lângă celălalt emit simultan acelaşi sunet. Dacă se depărtează difuzoarele unul de celălalt, este posibil să auzim un sunet de intensitate maximă/minimă?”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Dacă două unde se suprapun într-un punct din spaţiu, elongaţiile particulelor din mediu sunt egale cu suma elongaţiilor produse de fiecare undă în parte, iar intensitatea undei în acel punct poate atinge o valoare maximă/minimă”*.**

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Conţinuturi: Interferenţa undelor mecanice. Principiul superpoziţiei undelor mecanice. Noţiunea de unde coerente. Condiţiile producerii interferenţei.

Procesul cognitiv: planificare sau anticipare

Scenariul lecţiei: tehnologic. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv **(prelegere introductivă): încadrează interferenţa undelor mecanice într-un concept mai cuprinzător (oscilaţii şi unde mecanice, fenomene ondulatorii);** • Evocă întrebarea de investigat **din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă):** **„Cum interacţionează două unde? Ce se întâmplă dacă două unde aflate în acelaşi mediu se întâlnesc?” sau** **„Valurile formate pe suprafaţa apei unui lac atunci când trece o barcă cu motor fac ca o bărcuţă de lemn să salte pe „crestele” şi „văile” valurilor. Dacă trec două bărci cu motor, se poate ca bărcuţa să rămână nemişcată?” sau** **„Două difuzoare plasate unul lângă celălalt emit simultan acelaşi sunet. Dacă se depărtează difuzoarele unul de celălalt, este posibil să auzim un sunet de intensitate maximă/minimă?”** **şi cere elevilor să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat;**	**• Evocă observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind suprapunerea a două unde mecanice, intensitatea undei într-un punct, faza undei, defazajul dintre două unde, etc.;** **• Formulează ipoteze (răspunsuri) la întrebare, întrebări, de exemplu: „undele se pot ciocni?”; „probabil că prin compunerea a două unde, la fel ca la compunerea a două oscilaţii paralele de aceeaşi frecvenţă, amplitudinea oscilaţiei rezultante poate să fie nulă”; „fazele undelor care se suprapun influenţează fenomenul?”; „probabil există situaţii în care amplitudinile undelor ce interacţionează se adună şi situaţii în care ele se scad”; „undele acţionează independent unele de altele?” şi altele;**
• Orientează gândirea elevilor către identificarea proprietăţilor fizice **(amplitudinea undei, intensitatea undei într-un punct, defazajul, oscilaţii în fază şi în opoziţie de fază) care disting ipotezele formulate**, identifică *explicaţiile neştiinţifice* **(dacă două unde se compun, amplitudinile lor se adună; bărcuţa se mişcă în acelaşi sens cu valurile; etc.)**, *nevoile de cunoaştere* **(utilizarea unor instrumente ce permit determinarea lungimii de undă, viteza de propagare a unei perturbaţii, pot evidenţia defazajul dintre două oscilaţii armonice – aparatul lui Melde, aparat pentru evidenţierea formării undelor staţionare, tubul Kundt, cutia de** 	• **Menţionează: *amplitudinea oscilaţiei rezultante, intensitatea undei într-un punct, defazajul*, etc. (mărimi caracteristice ale interferenţei undelor) şi reformulează ipotezele formulate anterior: etc.;** • **Exersează (pe grupe de 3-4 elevi) producerea undelor staţionare folosind „spirala magică” (un capăt al spiralei este fixat de un elev, iar alt elev pune celălalt capăt în mişcare oscilatorie după o direcţie perpendiculară pe direcţia spiralei.; analizează undele care se suprapun; evocă cunoştinţele referitoare la compunerea oscilaţiilor armonice paralele de aceeaşi frecvenţă, reflexia undelor mecanice, reflexia cu/fără schimbare de fază, etc.** • **Urmăresc şi comentează filmul:** http://www.youtube.com/watch?v=3BN5-JSsu_4

rezonanţă, „spirala magică”, etc.); • Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor formulate de ei**;**	• **Disting situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica rezultatul compunerii undelor mecanice;** • **Alcătuiesc grupuri de lucru în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;**
• Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat;** • Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă **(ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este? (coerenţa, interferenţa constructivă/distructivă, interferenţa staţionară, etc.)” .**	• **Evocă semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor;** • **Efectuează tema pentru acasă (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor. Ex.: Analizaţi amplitudinea oscilaţiei rezultante obţinută prin suprapunerea a două unde sinusoidale ce se propagă în acelaşi sens sau în sensuri opuse, urmărind animaţiile prezentate la:** http://ralphmuehleisen.com/animations.html **sau** http://www.walter-fendt.de/ph14e/stwaverefl.htm **Ce alţi factori credeţi că pot influenţa apariţia „crestelor” şi „văilor” la compunerea undelor? Se poate produce fenomenul de „bătăi” la compunerea undelor? În ce condiţii?**

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Competenţe specifice **(derivate din modelul investigaţiei): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.**

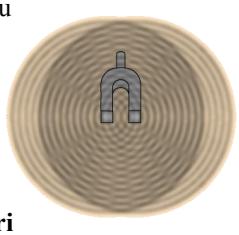
Tipul lecţiei: **Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;**

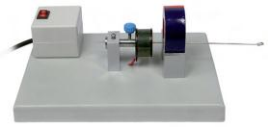
Procesul cognitiv**: analogie cu anticiparea efectului.**

Scenariul lecţiei: **experimental. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).**

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Stimulează elevii **să evalueze informaţiile colectate acasă, la întrebările „Ce este? (coerenţa, interferenţa constructivă/distructivă, interferenţa staţionară, etc.)”.**	• **Evaluează ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;**

• Oferă elevilor materiale pentru experimentare: **Cuve cu apă, bărcuţe din hârtie, diapazoane, cuie (atunci când pe suprafaţa apei se propagă undele produse de cuiele fixate pe diapazonul pus în vibraţie, se poate urmări comportarea bărcuţei din hârtie aşezată pe suprafaţa apei); aparatul lui Melde, mase marcate, fire din materiale diferite (corzi de chitară, fire folosite la pescuit, sfori, etc.); mensură, apă, diapazon; şi cere elevilor să experimenteze (eventual, să verifice ideea: zonele în care amplitudinea oscilaţiilor este maximă alternează cu zonele în care amplitudinea oscilaţiilor este minimă; maximele şi minimele de interferenţă sunt distribuite la distanţe egale; amplitudinea oricărui punct de pe fir rămâne constantă în timp, dar diferă de la un punct la altul).**





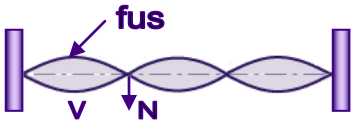
• Cere elevilor să comunice observaţiile;

• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă **(ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, să conceapă experimente pentru a răspunde la un set de întrebări;**

• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii:

☞ observă comportarea bărcuţei din hârtie atunci când pe suprafaţa apei se propagă undele produse de cuiele fixate de diapazonul aflat în vibraţie; schimbă poziţia bărcuţei; face observaţii referitoare la zonele formate pe suprafaţa apei, zone în care amplitudinea oscilaţiei rezultante are valori alternativ maxime şi minime;

☞ observă formarea fuselor pe coarda aparatului lui Melde; determină distanţa dintre fuse; modifică tensiunea din coardă schimbând masa corpului suspendat; compară numărul de fuse formate pe coardă la diverse mase ale corpului suspendat; măsoară distanţa dintre două noduri/două ventre consecutive; determină tensiunea în coardă, viteza de propagare a undelor)



• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observaţiile privind compunerea undelor mecanice:

☞ dacă două unde se suprapun într-un punct din spaţiu, elongaţiile particulelor din mediu sunt egale cu suma elongaţiilor produse de fiecare undă în parte;

☞ rezultatul compunerii undelor depinde de defazajul dintre ele;

☞ amplitudinea oscilaţiei rezultante poate fi maximă (interferenţă constructivă) sau nulă (interferenţă distructivă) ;

☞ dacă două unde de aceeaşi frecvenţă se propagă în sensuri opuse, amplitudinea oscilaţiei rezultante în fiecare punct rămâne constantă în timp, dar diferă de la un punct la altul (interferenţă staţionară);

☞ frecvenţa de vibraţie a unei corzi depinde de tensiunea în coardă, de numărul de fuse formate, de lungimea şi masa corzii;

• Dacă şi-au încheiat activitatea, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;

• Efectuează tema pentru acasă, ca răspunsuri la întrebări:

1. Cum depinde de timp defazajul dintre unda incidentă şi cea reflectată la capătul fixat al corzii?

2. Cum depinde de timp amplitudinea oscilaţiei rezultante într-un punct de pe coardă?

3. Ce fel de unde se formează în „cutia de rezonanţă" a unei chitare?

4. Pe ce fenomen se bazează acordarea unei chitare/viori, dacă se pun în vibraţie două corzi alăturate (prima este acordată, iar a doua urmează a fi acordată)? Cum se procedează?

5. Cum este distribuită energia undelor care se

compun, în cazul interferenţei staţionare? Este adevărată afirmaţia: „Undele staţionare nu au energie”?

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

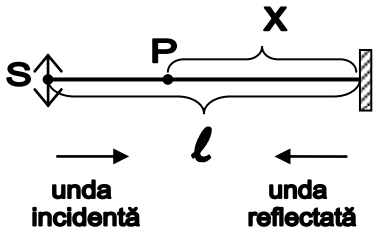
Lecţia 3

Competenţe specifice **(derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;**

Tipul lecţiei: **Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.**

Procesul cognitiv**: inducţie.**

Scenariul lecţiei**: inductiv. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).**

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Invită elevii să sintetizeze observaţiile etapei de explorare **şi cere elevilor:** ☞ **să stabilească expresia amplitudinii oscilaţiei rezultante într-un punct al câmpului de interferenţă în funcţie de amplitudinile undelor care se suprapun (considerând că undele au aceeaşi frecvenţă) şi de defazajul dintre ele;** ☞ **să reprezinte forma corzii oscilante în condiţiile formării unui fus, a două sau trei fuse;** ☞ **să identifice punctele corzii ce oscilează cu amplitudine maximă (ventre) şi minimă (fuse);**	• **Analizează datele credibile, argumentează alegerile şi exprimă matematic amplitudinea oscilaţiei rezultante, analizând factorii ce determină modificarea amplitudinii în timp şi spaţiu. Stabileşte condiţiile de maxim şi minim de interferenţă în situaţia în care undele care se compun sunt coerente.**
• Cere elevilor **să distingă un patern (model, regulă) pentru a putea explica situaţiile ce pot apărea în câmpul de interferenţă:** ▪ **analiza coerenţei sau necoerenţei undelor care se suprapun; precizarea condiţiilor în care apare fenomenul de „bătăi” sau a figurilor Lissajous;** ▪ **precizarea condiţiilor de maxim şi minim de interferenţă;** ▪ **analizarea comportării în timp a amplitudinii unui punct din câmpul de interferenţă;** ▪ **stabilirea legii de mişcare a unui punct din câmpul de interferenţă (funcţie de timp şi poziţia punctului);** ▪ **precizarea poziţiei nodurilor şi ventrelor pe coarda vibrantă;**	• **Constată că:** ▪ **pentru producerea interferenţei este necesar ca undele care se compun să fie coerente;** ▪ **compară valorile intensităţii undei într-un punct din câmpul de interferenţă în cazul compunerii undelor coerente şi în cazul compunerii undelor necoerente;** ▪ **stabileşte condiţiile de maxim şi minim de interferenţă şi le exprimă în funcţie de defazajul şi de diferenţa de drum dintre cele două unde până în punctul de suprapunere;**  ▪ **deduce dependenţa de timp şi poziţie a elongaţiei unui punct P de pe coarda vibrantă sesizând că se produce compunerea undelor incidentă şi reflectată; stabileşte poziţiile nodurilor şi ventrelor pe coardă; trage concluzia că amplitudinea oscilaţiilor unui punct de pe coardă este constantă în timp, dar diferă de la un punct la altul.**
• Precizează elevilor **că undele staţionare**	• **Constată că lungimea unui fus este egală cu**

constituie un caz particular de interferenţă a undelor plane, caracterizat prin amplitudine rezultantă constantă în timp pentru orice punct al mediului în care se compun undele; în cazul formării undelor staţionare în coarda vibrantă, se poate observa formarea „fuselor";

- Cere elevilor **să stabilească legătura dintre lungimea unui fus şi lungimea de undă şi să exprime condiţia pe care trebuie să o îndeplinească lungimea corzii vibrante în care iau naştere unde staţionare;**
- Precizează elevilor **că o coardă vibrantă are *moduri proprii de vibraţie* ale căror frecvenţe sunt multiplii întregi ai *frecvenţei fundamentale*; *frecvenţa fundamentală* se obţine când coarda ia aspectul unui singur fus, celelalte frecvenţe fiind corespunzătoare *armonicelor superioare de ordinul 2, 3, ...***
- Cere elevilor **să deducă expresia frecvenţelor armonicelor corespunzătoare diverselor moduri de vibraţie ale corzii şi să precizeze factorii de care depind acestea ;**

• Cere elevilor **să revină la întrebarea de investigat:**

„Cum interacţionează două unde? Ce se întâmplă dacă două unde aflate în acelaşi mediu se întâlnesc?"

„Valurile formate pe suprafaţa apei unui lac atunci când trece o barcă cu motor fac ca o bărcuţă de lemn să salte pe „crestele" şi „văile" valurilor. Dacă trec două bărci cu motor, se poate ca bărcuţa să rămână nemişcată?"

„Două difuzoare plasate unul lângă celălalt emit simultan acelaşi sunet. Dacă se depărtează difuzoarele unul de celălalt, este posibil să auzim un sunet de intensitate maximă/minimă?"

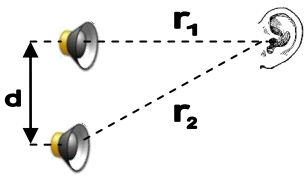
şi cere elevilor să formuleze o explicaţie a fenomenului observat;

• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să răspundă la întrebări, cum sunt:

1. Ce este un ventru de oscilaţie? Exprimaţi în funcţie de lungimea de undă λ, lungimea corzii care, în timpul oscilaţiilor, ia forma din figura alăturată.



2. În ce condiţii poate lua coarda forma prezentată?
3. Precizaţi condiţiile în care se poate forma o undă staţionară (sonoră) într-o sticlă cu volumul de 500 mL ce conţine o cantitate de apă. Analizaţi relaţia dintre înălţimea coloanei de aer din sticlă şi lungimea de undă a undei staţionare.
4. Difuzoarele din figură se află la distanţa $d = 3\,m$ unul de celălalt şi emit în fază unde având aceeaşi amplitudine şi lungimea de undă

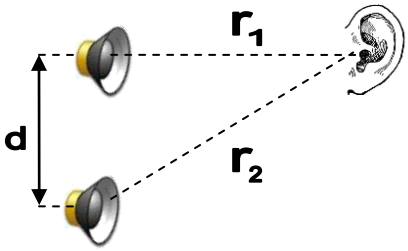


jumătate din lungimea de undă şi stabileşte condiţia ca în coarda vibrantă să ia naştere unde staţionare;

- **Deduce expresia frecvenţelor proprii de oscilaţie ale corzii vibrante, constatând că frecvenţa este cuantificată;**
- **Evidenţiază factorii de care depinde frecvenţa unui mod de vibraţie: tensiunea în coardă, caracteristicile corzii (lungime, masă);**

• **Formulează răspunsuri la întrebarea iniţială:**

- **prin compunerea undelor coerente se produce fenomenul de interferenţă;**
- **în câmpul de interferenţă există zone în care amplitudinea oscilaţiei rezultante este maximă, care alternează cu zone în care amplitudinea oscilaţiei rezultante este minimă;**



• Efectuează tema pentru acasă:

$\lambda = 1m$. Precizaţi, justificând afirmaţia voastră, dacă intensitatea sunetului perceput de un observator aflat la distanţa $r_1 = 4m$ de primul difuzor, pe o direcţie perpendiculară pe linia ce uneşte cele două difuzoare, este maximă sau minimă.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Lecţia 4

Competenţe specifice **(derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;**

Tipul lecţiei: **Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.**

Procesul cognitiv**: deducţie.**

Scenariul lecţiei**: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).**

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Oferă elevilor materiale **pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pornind de la caracteristicile fenomenului de interferenţă: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.**	• **Organizaţi în grupuri de lucru, elevii:** c) **observă, exprimă şi optimizează condiţiile necesare formării undelor staţionare în tuburile sonore (închise la un capăt şi deschise la celălalt, deschise la ambele capete);** d) **aplică cunoştinţele referitoare la fenomenul de rezonanţă în cazul tuburilor şi coardelor sonore, identificând în fiecare situaţie sistemele excitator şi rezonator;** e) **analizează din punct de vedere energetic comportarea sistemului rezonator care este supus simultan la două mişcări oscilatorii;** f) **demonstrează experimental variaţia intensităţii sunetului emis de coloana de apa dintr-o sticlă, în funcţie de lungimea coloanei de apă, folosind ca sistem excitator un diapazon.**
• Implică elevii **în conceperea raportului final şi extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.** Le înmânează **elevilor (sau le postează la „fişiere elevi", pe pagina clasei de pe site-ul şcolii) un test de evaluare conţinând diverse tipuri de teste referitoare la interferenţa undelor mecanice.**	• **Asumă roluri în grupul de lucru, tipul de produs care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin modul de prezentare (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.);** • **Negociază în grup conţinutul şi structura raportului final, convin modalitatea de prezentare (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.);** • **Întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.**

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

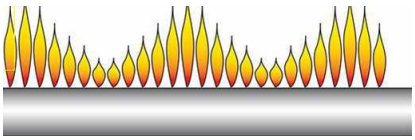
Lecţia 5

Competenţe specifice **(derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;**

Tipul lecţiei: **Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.**

Procesul cognitiv**: analogie cu anticiparea mijloacelor.**

Scenariul lecţiei**: empiric. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).**

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor **alcătuirea tubului lui Reuben şi solicită elevilor să explice „dansul flăcărilor", după ce aceştia urmăresc filmul postat pe:** **http://www.youtube.com/watch?v=gpCquUWqaYw&feature=related** **(sau fac împreună o vizită la „Experimentarium" unde pot urmări o demonstraţie făcută cu acest dispozitiv;** 	• **Organizaţi în grupurile de lucru, elevii:** ☞ **fac presupuneri referitoare la undele care se suprapun;** ☞ **analizează caracteristicile propagării undelor sonore într-un gaz;** ☞ **precizează modul de distribuţie al presiunii în gaz în situaţia formării undelor staţionare;** ☞ **explică „dansul flăcărilor".**
• Implică elevii **în prezentarea şi evaluarea raportului final, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.;** • Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;** • Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă **(ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).** Le propune elevilor ca teme de studiu şi de discuţii: ☞ **efectul piezoelectric şi aplicaţiile sale (rezonatorul piezoelectric – fenomenele ce explică funcţionarea sa, domeniile sale de utilizare, etc.);**	• **Expun produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru;** • **Îşi propun să expună produsele realizate în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.**

☞ **generatorul de ultrasunete, difuzorul de ultrasunete şi aplicaţiile lor (fenomenele care stau la baza funcţionării lor, schimburile energetice realizate, utilizarea lor în practică, etc.).**

Bibliografie

** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;
David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;
http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/
Manuale alternative:
Rodica Ionescu-Andrei, Cristina Onea, Ion Toma, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Grup Editorial ART, Bucureşti, 2007
George Enescu, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura BIC ALL, Bucureşti, 2002
Dorel Haralamb, Seryl Talpalaru, Gabriel Negrea, Constantin Rus, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura Polirom, Bucureşti, 2001
Constantin Mantea, Mihaela Garabet, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura BIC ALL, Bucureşti, 2006
Mircea Rusu, Mircea Nistor, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura Corint, Bucureşti, 2006
Mihai Popescu, Valerian Tomescu, Smaranda Strazzaboschi, Mihai Sandu, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura LVS crepuscul, Bucureşti, 2006

Unitatea de învăţare: XI.8.1
Acustica.

„Înălţimea sunetului perceput se modifică, la trecerea unui vehicul pe lângă noi cu viteză!” sau „Care sunt factorii care modifică înălţimea (frecvenţa) sunetelor?”

Katalin Mihancea

Clasa: a XI-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Clasificarea undelor după frecvenţă. Condiţii de audibilitate a oscilaţiilor elastice. Poluarea sonoră. Calităţile sunetului. Efectul Doppler (studiu documentar). Aplicaţii ale fenomenelor acustice. Ultrasunetele şi infrasunetele. Întrebări, exerciţii, probleme (Programa de fizică pentru clasa a XI-a).

Modelul de învăţare asociat: **Proiectul**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (competenţe specifice), ca o succesiune lecţii „cu finalitate reală” (Cerghit, I. ş.a., 2001), focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse finite, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este **planificarea sau anticiparea**.

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie surprinzătoare, şi anume: *„Înălţimea sunetului perceput se modifică, la trecerea unui vehicul pe lângă noi cu viteză!”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Sunetele produse de sursele sonore diferă prin frecvenţă şi timbru. Unele sunete se aud altele nu. Frecvenţa sunetului produs de o sursă sonoră se modifică dacă sursa se deplasează faţă de receptor”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv: planificare sau anticipare. **Scenariul lecţiei: tehnologic**. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prezentarea unor slide-uri cu diferite tipuri de surse sonore şi sunete); • **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: studiul sunetelor folosind „monocordul", foarfece şi pai; (2) **construcţii:** *monocord;* (3) **referate ştiinţifice** explicând**:** - Cât de lungi sunt undele sonore? Cum se poate determina frecvenţa propriului sunet folosind cutii de conservă? - Studiul sunetelor şi instrumentelor muzicale; - Unde încetează mai repede un sunet, într-o sală mai mică sau intr-una mai mare? Acustica unei săli; - De ce se modifică înălţimea sunetului produs de un vehicul care trece pe lângă noi cu viteză? (Studiul efectului Doppler) - Cum producem ultrasunete? (cristalul de cuarţ) De ce se produce ultrasunetul într-un mediu lichid? - Cum se orientează liliacul? Cum putem scana adâncimile oceanelor folosind ultrasunetele? Care este asemănarea între un sonar şi un ecograf? Alte aplicaţii ale ultrasunetelor. - Poluarea sonoră (4) **postere, desene, eseuri literare etc.**, evocând noile cunoştinţe etc.;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind sunetele auzite, respectiv produse de diferite surse sonore; • **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Fiecare grup alege câte o temă de proiect, referat ştiinţific;** • **Asumă roluri** în grupul de lucru**, negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, poster, prezentare P.P.)
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (surse sonore, frecvenţă, lungime de undă, propagarea sunetelor, undele sonore, instrumente muzicale, ultrasunete, infrasunete);	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind fenomenele în termeni de sunet, frecvenţă, surse sonore, înălţime, intensitate, instrumente muzicale; • **Evocă/ exersează determinarea dependenţei înălţimii sunetului de frecvenţă şi a factorilor de care depinde frecvenţa şi timbrul unui sunet** (utilizând monocordul, tuburi sonore, corzi, pai şi foarfecă, studiu fenomenologic)
• **Comunică elevilor *criteriile evaluării finale (sumative)***, particularizând competenţele programei şcolare în raport cu tema de studiat; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă informaţii despre instrumente muzicale şi calităţile unui sunet;	• **Evocă** semnificaţia, accesibilitatea, relevanţa pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor; • **Efectuează tema pentru acasă**. Caută informaţii pe internet, bibliotecă;

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie
cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecţiei: experimental**. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (vase cu apă, corzi, cutie pentru monocord, cutii de conservă, diapazoane, pai, foarfecă) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** (eventual, orientând gândirea elevilor către verificarea următoarelor idei: - dependenţa înălţimii sunetului de frecvenţă; - dependenţa frecvenţei de lungimea şi grosimea corzii sau a tubului sonor; - condiţii de audibilitate a undelor sonore; - calitatea sunetului surselor sonore; - rolul cutiei de rezonanţă; • **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• **Evocă informaţiile culese** cu privire la proiectul ales, **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **observă** sunetele produse de diferite surse sonore; - **observă înălţimea sunetelor** produse şi **compară** lungimea corzii/a tubului sonor a grosimii acestora pentru diferite sunete produse şi **observă** condiţiile pentru a produce sunete de frecvenţă diferite şi **notează observaţiile** legate de dependenţa dintre lungimea şi grosimea tubului sonor/corzii şi înălţimea sunetului; - **observă** sunetele emise de diferite instrumente muzicale şi alte surse, **compară** timbrul sunetelor emise; - **observă** sunetul produs de diapazoane şi **compară**: înălţimea sunetelor şi calitatea sunetului emis cu şi fără cutia de rezonanţă; • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind: - dependenţa înălţimii sunetului de frecvenţă; - dependenţa frecvenţei de lungimea şi grosimea corzii sau a tubului sonor; - condiţii de audibilitate a undelor sonore; - calitatea sunetului surselor sonore; - rolul cutiei de rezonanţă; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite sau individual, să găsească răspunsuri la un set de întrebări;	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: - Care sunt factorii care modifică înălţimea (frecvenţa) sunetelor? - Unde încetează mai repede un sunet, într-o sală mai mică sau intr-una mai mare? - Care este secretul viorilor Stradivarius? - Ce înseamnă „acustica”, unei săli de concerte?

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: inducţie. **Scenariul lecţiei: inductiv**. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă şi **să distingă un patern** care să explice: - Care sunt factorii care modifică înălţimea (frecvenţa) sunetelor? - Cum deosebim sursele sonore după sunetul auzit (timbrul/culoarea)? Ce sunt armonicele? - Unde încetează mai repede un sunet, într-o sală mai mică sau intr-una mai mare sau unde este sunetul mai puternic, într-o încăpere sau în aer liber? - Ce înseamnă ,,acustica" unei săli de concerte? - Care este secretul viorilor Stradivarius? - Cum se poate determina frecvenţa propriului sunet?	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - Înălţimea unui sunet este dată de frecvenţa acestuia. - Frecvenţa sunetului depinde de lungimea şi grosimea corzii, respectiv a tubului sonor care-l emite; - Sunetul este caracterizat prin: • înălţime – frecvenţă; • intensitate • culoare/timbru - Timbrul unui sunet este dat de numărul şi intensitatea relativă a armonicelor care-l însoţesc. - Armonicele reprezintă sunete cu frecvenţa egală cu multiple întregi ale frecvenţei sunetului de bază pe care-l însoţesc. Orice sunet produs este însoţit şi de armonice de diferite intensităţi, ceea ce dă culoarea unui sunet. - Intr-o încăpere sunetul suferă mai multe reflexii până se atenuează/încetează. Într-o sală mai mică reflexiile se petrec mai rapid, astfel energia sunetului scade mai repede. În sălile mai mari sunetul trebuie să parcurgă drumuri mai mari ca să se reflecte, astfel atenuarea are loc într-un timp mai lung. Se poate întâmpla ca ,,reflexiile,, să fie auzite timp de câteva secunde. - Dacă sunetul reflectat se produce atât de rapid, încât se contopeşte cu sunetul iniţial, se produce amplificarea acestuia. De aceea se aude mai tare sunetul într-o încăpere mai mică, decât într-una mai mare, sau în aer liber. - În sălile mari. Se poate întâmpla ca ,,reflexia,, să se audă cu întârziere faţă de următorul sunet emis de sursă, ceea ce este deranjant. - Acustica unei săli reprezintă calitatea sunetului receptat ceea ce se poate obţine prin forma sălii, a pereţilor şi de materialele care acoperă pereţii pentru captarea/absorbţia sunetelor. O sală mare are acustică bună dacă durata ,,reflexiilor" este de 1,5 – 2 secunde. - Calitatea sunetului emis de o vioară depinde de intensitatea armonicelor sunetului produs, ceea ce depinde în mare măsură de lemnul folosit pentru construirea viorii.
• **Distribuie elevilor** materiale (vas cu apă, cutii de conservă sau tub din plastic/sticlă lungime: 20-30 cm, diametrul 2-8 cm, riglă) şi **cere elevilor**:	• **Efectuează experimentul** şi **înregistrează** într-un tabel valorile măsurate şi calculate;

a) să înregistreze într-un tabel comun: Numărul grupei; lungimea porţiunii tubului aflat deasupra apei în momentul când se aude sunetul amplificat; să repete măsurătorile pentru minim 5 sunete; valoarea frecvenţei sunetului produs, calculat pe baza relaţiei din fişa de lucru;	
• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** pe baza experimentului pentru determinarea frecvenţei unui sunet folosind principiul descris;	• **Constată** că: a) Coloana de aer din tub începe să vibreze prin rezonanţă, iar aerul care este în contact cu apa nu este în vibraţie, acolo se formează un nod. b) În partea deschisă a tubului moleculele de aer vibrează liber, acolo se formează un ventru. c) Distanţa dintre nodul format la nivelul apei şi ventrul de la capătul liber al tubului reprezintă exact 1/4 din lungimea de undă a sunetului produs. d) Frecvenţa sunetului emis se poate calcula folosind relaţia: $\nu = v_{sunet}/\lambda$, unde $\lambda = 4\ l$, l fiind lungimea porţiunii de tub aflat deasupra apei ;
• **Precizează** elevilor că: - cu cât este mai mică frecvenţa, lungimea de undă corespunzătoare este mai mare ceea înseamnă necesitatea folosirii unor tuburi mai lungi; - viteza de propagare a sunetului depinde de temperatura mediului; - - pentru rezultate mai precise trebuie avut în vedere faptul că în realitate ventrul se produce puţin în afara capătului liber al tubului, aşadar la lungimea măsurată mai trebuie adăugată 1/3 al diametrului tubului pentru a obţine ¼ din λ.	• **Reformulează constatările:** - frecvenţa sunetului este invers proporţională cu lungimea de undă ; - frecvenţa sunetului depinde de lungimea tubului sonor, cu cât lungimea coloanei de aer care vibrează este mai mare, sunetul produs are frecvenţa mai mică, adică este mai grav.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, care vor sta la baza temelor studiate în lecţia următoare;	• **Efectuează tema pentru acasă**: De ce se modifică înălţimea sunetului perceput la trecerea unui vehicul pe lângă noi cu viteză? Ce este aparatul Doppler pentru circulaţia sângelui? (Studiul efectului Doppler) Cum se pot produce ultrasunetele? (cristalul de cuarţ şi magnetostricţiune) De ce se produce ultrasunetul într-un mediu lichid? Cum se orientează liliacul? Cum putem scana adâncimile oceanelor folosind ultrasunetele? Care este asemănarea între un sonar şi un ecograf?

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Lecţia 4

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv: deducţie. **Scenariul lecţiei: deductiv**. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Oferă elevilor materiale** pentru punerea în evidenţă a efectului Doppler (pipetă fixată pe suport mobil, apă, tavă joasă cu un strat de apă	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - realizează experimentul;

de aprox. 1 cm înălţime) ; şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** orientând gândirea elevilor către verificarea următoarelor idei:

- forma undelor în cazul în care pipeta este în stare de repaus;
- forma undelor şi sunetul auzit când pipeta se deplasează înspre urechea ascultătorului?
- forma undelor şi sunetul auzit când pipeta se îndepărtează de parte în care se află urechea ascultătorului.

Observă şi îndrumă activitatea elevilor;

- **Cere elevilor să distingă un patern/explicaţie** cu ajutorul observaţiilor şi informaţiilor, care să explice de ce sunetul îşi schimbă frecvenţa când sursa sonoră se află în mişcare faţă de receptor şi să indice o modalitate prin care se poate calcula viteza de deplasare a unei surse sonore cunoscând frecvenţa sunetului perceput de receptor;

- **Invită elevii să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin tema efectuată acasă şi să treacă în caiet concluziile mai importante;

- **Implică elevii** în conceperea raportului final şi **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să finalizeze lucrările şi să găsească şi alte variante de prezentare a lucrărilor (filmuleţe, prezentări P.P., etc.)
- **Propune elevilor** să realizeze modelul ,,căţeluşului Heki", oferind schema de principiu şi explicaţii pentru proiect (v. Anexa 1).

- observă undele formate în situaţiile date;
- confruntă cele observate în timpul experimentului cu informaţiile adunate ca temă de casă;

Explicaţii: notăm:

- n – frecvenţa
- λ – lungimea de undă
- c – viteza sunetului emis de sursa aflată în repaus;
- v – viteza sursei aflate în mişcare;
- dacă sursa sonoră este în repaus: $c = n \cdot \lambda$
- în cazul în care sursa sonoră se deplasează cu viteza v, spre receptor, atunci unda ,,se înghesuie" în direcţia respectivă, iar lungimea de undă devine $\lambda_d = (c-v)/n$
- frecvenţa sunetului perceput va fi:
- $n_n = c/\lambda_d$ şi va fi mai mare decât *n*, adică sunetul perceput va fi mai înalt;
- în cazul în care sursa sonoră se îndepărtează de receptor cu viteza v, lungimea d undă creşte:
- $\lambda_d = (c+v)/n$;
- frecvenţa sunetului auzit scade, când sursa care-l produce se îndepărtează de receptor, aşadar sunetul perceput va fi mai grav.
- viteza sursei se poate determina din formulele date cunoscând frecvenţa sunetului perceput..

a) **Selectează şi sintetizează** informaţiile adunate;

Cum se pot produce ultrasunetele? (cristalul de cuarţ sau magnetostricţiune) De ce se produce ultrasunetul într-un mediu lichid?

- producerea ultrasunetelor cu **cristalul de cuarţ:** prin aplicarea de sarcini electrice de semne opuse pe părţile laterale ale plăcuţei de cuarţ, acesta se contractă şi se dilată periodic în funcţie de semnul sarcinilor, adică începe să vibreze.
- frecvenţa oscilaţiilor produse depinde de grosimea plăcuţei de cuarţ;
- alternarea încărcării feţelor cu sarcini de semne opuse se realizează printr-un circuit oscilant, care trebuie reglat în aşa fel încât să rezoneze cu oscilaţiile proprii ale cristalului;
- cu o plăcuţă de cristal cu grosimea de 1 mm se pot produce 2.500.000 oscilaţii într-o secundă.
- producerea ultrasunetelor prin **magnetostricţiune,** prin aplicarea unui curent produs de un circuit oscilant unei bobine cu un miez de Ni sau Co.
- în aer undele sonore sunt atenuate cu atât mai rapid cu cât au lungime de undă mai mică, aşadar ultrasunetele sunt atenuate repede, motiv pentru care oscilatoarele sunt puse în lichide.
- aplicaţii.

b) **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

- **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produsului final, convin **modalitatea de prezentare** (poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.).

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 5

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecţiei: empiric.** Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea **raportului final**, vizând competenţe: cognitive (operarea cu noţiunile însuşite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovaţia, execuţia şi realizarea); sociale (cooperarea cu alţi elevi, profesori, experţi); de comunicare (folosirea judicioasă a informaţiilor); metacognitive (distanţare critică faţă de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.; • **Evaluare sumativă finală**, prin verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc. pe baza unor criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară; • **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acţiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru, posterele (turul galeriei) şi prezentările P.P. • **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare;

Bibliografie

(1) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(2) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(3) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(4) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(5) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(6) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(7) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(8) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/
(9) Öveges József, Az élő fizika (Fizica vie) Ed. Gondolat, Budapest, 1966

Unitatea de învăţare: XI.8.2
Acustică. Ultrasunete şi infrasunete
sau
De ce aceeaşi notă muzicală emisă de o vioară şi o trompetă sună diferit? sau
Care sunt factorii care modifică proprietăţile unui sunet?

Patricia Vlad

Clasa: a XI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 6
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Clasificarea undelor după frecvenţă. Condiţii de audibilitate a oscilaţiilor elastice. Poluarea sonoră. Calităţile sunetului. Efectul Doppler (studiu documentar). Aplicaţii ale fenomenelor acustice. Ultrasunetele şi infrasunetele. Întrebări, exerciţii, probleme (Programa de fizică pentru clasa a XI-a).
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie neaşteptată, şi anume: „*De ce aceeaşi notă muzicală produsă de o vioară şi o trompetă sună diferit" De ce există puncte pe o coardă care nu vibrează? De ce se propagă sunetul cu viteze diferite prin medii diferite şi cine poate modifica viteza de propagare a sunetelor?* Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea următoare: *calităţile sunetelor precum înălţimea, intensitatea, timbrul depind de natura şi construcţia instrumentelor muzicale; viteza de propagare a sunetului depinde doar de proprietăţile mediului prin care se propagă şi nu depinde de amplitudinea, lungimea de undă sau frecvenţa undei. Elevii realizează deosebiri între viteza şi frecvenţa undei, stabilesc relaţii de dependenţă între lungimea de undă, frecvenţă şi viteza undei sonore.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): clasifică undele mecanice după frecvenţă; defineşte unda sonoră ca o undă mecanică longitudinală. Produce/prezintă videoclipuri referitoare la producerea sunetelor cu ajutorul unor instrumente muzicale cu corzi sau de suflat şi produce modificarea calităţilor sunetului din diferite cauze.	*Activitate frontală:* • **Evocă** exemple de surse sonore şi experimente simple privind producerea sunetelor utilizând instrumente neconvenţionale precum: o frunză, un pai cu o ancie, o coardă tensionată ciupită, o lamelă metalică sau un fierăstrău frecat cu un arcuş, o ţeavă de cupru având la un capăt un balon umflat, o eprubetă sau o sticlă umplută parţial cu apă, etc. • **Observă** diferite moduri de producere a sunetelor: prin ciupire, lovire, frecare, suflare, apăsare, percutare, scuturare, cu ajutorul jetului turbionat (turbioane Karmann) sau electronic.
• **Evocă întrebările de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): *„De ce aceeaşi notă muzicală emisă de o vioară şi o trompetă sună diferit?*” *„De ce recunoşti o persoană după glas deşi nu o vezi? sau „Care sunt factorii care modifică calităţile unui sunet?” „De cine depinde viteza de propagare a unui sunet?” „De ce nisipul presărat pe placa ce vibrează se strânge în anumite puncte/linii?”sau „De ce bobiţe de polistiren puse de-a lungul unei corzi care vibrează se dispun la distanţe egale?”* şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebări, privind cauzele fenomenului observat;	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări, de exemplu: „probabil din cauză că instrumentele sunt confecţionate din materiale diferite”; „probabil că instrumentele au cutii de rezonanţă de mărimi diferite”; „prin modificarea lungimii corzii respectiv a coloanei de aer care vibrează se variază înălţimea sunetului”; „grosimea coardei sau tubului nu modifică frecvenţa sunetului” „sunetul pur este însoţit şi de alte sunete”, „sunetul nu se propagă la fel prin toate mediile”; „viteza sunetului se modifică dacă se modifică frecvenţa sursei sonore?”; „viteza sunetului depinde doar de proprietăţile mediului prin care se propagă şi nu de caracteristicile undei”; „există puncte/linii ale corzii/plăcii care nu vibrează”.
• **Orientează gândirea elevilor către identificarea** proprietăţilor sunetului (frecvenţă, amplitudine, spectrul sonor) şi **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* (utilizează instrumente precum monocordul pentru cauzarea modificării înălţimii sunetului).	• **Stabilesc** corespondentele în muzică a proprietăţilor fizice ale sunetului: înălţimea, intensitatea şi timbrul. • **Evocă/ exersează** producerea sunetelor de frecvenţe diferite prin modificarea lungimii corzii care vibrează; Elevii suflă în eprubete umplute cu apă până la nivele diferite şi constată că sunetele emise au înălţimi diferite. • **Reformulează** ipotezele formulate anterior: - corzile mai scurte/ eprubetele umplute cu apă mai multă emit sunete mai înalte; - frecvenţa sunetului variază cu lungimea coardei sau a coloanei de aer care vibrează; - frecvenţa sunetului se modifică dacă coarda este mai tensionată.
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat) pentru a explica fenomenele observate; • **Alcătuiesc grupe de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[13]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura

[13] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii

	portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[14]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor; se propune confecţionarea de către elevi a unor instrumente muzicale simple.	• **Efectuează tema pentru acasă** (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experienţele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor, realizează instrumente neconvenţionale).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare monocord, eprubete umplute cu apă, microfon, osciloscop, oscilator, placă metalică, arcuş, nisip, platan şi corpuri cu mase marcate etc. şi **cere elevilor, organizaţi pe grupe să experimenteze:** Condiţii de modificare a calităţilor sunetului, Interferenţa sunetelor, sunetul fundamental „pur” şi armonicele; Relaţii de dependenţă între	*Activitate pe grupe de lucru:* • **Grupa I: Calităţile sunetului** - **observă** modificarea frecvenţei sunetelor în funcţie de lungimea corzii/coloanei care vibrează: suflă într-un pai care are o ancie şi pe măsură ce suflă, taie din capătul liber al tubului, modificând lungimea coloanei care vibrează. - **observă** variaţia frecvenţei în funcţie de tensiunea la

experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[14] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

mărimile caracteristice undei sonore.

care este supusă coarda şi stabilesc relaţia de directă proporţionalitate: tensionează coarda unei chitare sau cea a monocordului;

- **produc şi înregistrează** sunetul pur al unui diapazon, şi obţin oscilograma;

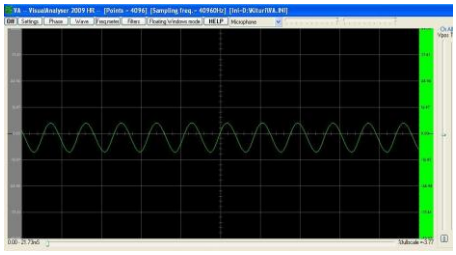


Fig.1

- **înregistrează şi deosebesc oscilogramele în cazul** emiterii aceleiaşi note „la” (440 Hz)de către o vioară (fig. 2) şi respectiv o trompetă (fig.3);

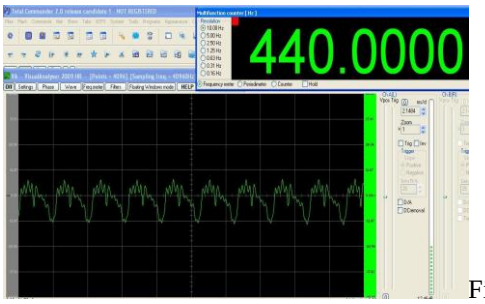


Fig.2

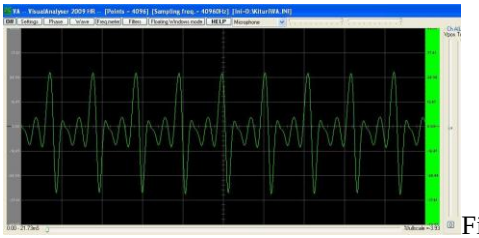


Fig.3

- **Grupa II: Interferenţa sunetelor. Armonici**

- **observă** bobiţe de polistiren care se aşează la distanţe egale unele de altele pe o coardă care vibrează;
- **constată** existenţa unor puncte ale corzii care vibrează cu amplitudine maximă;
- **observă** apariţia nodurilor şi ventrelor;
- **sesizează** că numărul nodurilor şi ventrelor se modifică dacă se modifică frecvenţa oscilatorului;
- **prezintă** şi situaţia unei plăci metalice pe care s-a presărat nisip şi care este pusă în stare de vibraţie prin frecarea cu un arcuş;
- **observă** că nisipul se adună în anumite puncte ale plăcii care nu vibrează; dispunerea nisipului se modifică prin modificarea frecvenţei de vibraţie a plăcii;

- **Grupa III: Viteza sunetului**

- **deosebesc** între viteza (repeziciunea cu care este transmisă perturbaţia de la o particulă a mediului la alta din imediata vecinătate) şi frecvenţa undei (numărul de vibraţii pe care o particulă le realizează în unitatea de timp);
- **compară** viteza de propagare a două unde în condiţii diferite: undele au amplitudini diferite (folosesc două resorturi identice ca lungime, fixate la un capăt şi mâna produce oscilaţii cu aceeaşi lungime de undă dar

	de amplitudini diferite); - **modifică** frecvenţa sursei emiţătoare de unde sau produc în resort pulsuri cu lungimile undă diferite;
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile experimentale;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** la experimentele efectuate: **Grupa I:** - frecvenţa sunetului variază invers proporţional cu lungimea corzii/coloanei de aer care vibrează; - frecvenţa sunetului depinde direct proporţional cu tensiunea la care este supusă coarda; - frecvenţa sunetului nu depinde de grosimea corzii/ a tubului de suflat; **Grupa II:** - pe firul monocordului se formează unde staţionare; bobiţele de polistiren/ nisipul de pe placă se dispun în noduri/ linii nodale (puncte care nu vibrează) - la capetele firului apar noduri; lungimea firului este un multiplu de semilungimi de undă - sunetul fundamental este însoţit de armonicele superioare; **Grupa III:** - viteza sunetului nu depinde de frecvenţa, lungimea de undă sau amplitudinea undei; - viteza sunetului depinde de proprietăţile elastice ale mediului prin care se propagă. • **Elevii prezintă observaţiile experimentale în faţa clasei.** Dacă şi-au încheiat activitatea, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări: 1. Viteza undei se modifică dacă mărim tensiunea la care este supusă coarda? 2. Cum explicaţi viteza mai mare a sunetelor prin corpurile solide decât în cele lichide şi gazoase? 3. Depinde viteza de propagare a sunetului de temperatura mediului? 4. De ce nu auzim o sonerie care sună sub un clopot vidat? 5. Care este legătura între lungimea coloanei care vibrează şi lungimea de undă în cazul tuburilor deschise şi închise? 6. Cum putem determină frecvenţa fundamentală a sunetului emis de un tub închis/ deschis de lungime dată.	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: caută soluţii, propun experimente simple care să-i conducă la găsirea explicaţiilor, prezintă materiale filmate.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **Grupa I:** Reunesc observaţiile într-un tabel, includ pozele oscilogramelor şi interpretările lor. **Grupa II:** Determină formula pentru frecvenţa fundamentală şi pentru armonicele superioare în cazul unui fir de lungime dată pe care se formează unde staţionare. Rezolvă problema determinării frecvenţei fundamentale a sunetului emis de un tub deschis şi închis de lungime dată şi stabileşte deosebiri între cele două situaţii: - în cazul tuburilor deschise la capete se formează ventre: $l = n \cdot \frac{\lambda}{2} \qquad n = 1,2,3,\ldots;$ - în cazul tuburilor închise, la capătul închis se formează nod: $l = (2n-1) \cdot \frac{\lambda}{4} \qquad n = 1,2,3,\ldots;$ **Grupa III:** Analizează datele obţinute, argumentează alegerile şi reunesc într-un tabel comun tensiunea, frecvenţa, lungimea de undă şi viteza.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **Invită elevii să sintetizeze observaţiile** etapei de explorare şi cere elevilor să reunească datele în tabele de valori, să stabilească formule de dependenţă.	• **Formulează ipoteze** privind relaţiile aşteptate;
• **Cere elevilor să stabilească o** relaţie de dependenţă a frecvenţei funcţie de lungimea corzii şi tensiunea la care este supusă; Să indice o relaţie de dependenţă între lungimea de undă, frecvenţă şi viteza de propagare. ○ Solicită elevilor să deosebească modul cum se formează componentele sunetului la tuburile închise şi cele deschise. • **Ghidează elevii să constate** că viteza de propagare depinde de proprietăţile mediului şi nu caracteristicile undei.	• **Constată că:** - menţinând constantă tensiunea la care este supusă coarda şi modificând treptat frecvenţa sursei emiţătoare de unde, nu se variază viteza undei; - dacă frecvenţa undei se dublează, lungimea de undă se înjumătăţeşte dar viteza undei rămâne constantă; dacă se măreşte tensiunea la care este supusă coarda, se va mări şi viteza undei sonore. **Reformulează constatările**, concluzionând că viteza de propagare a undei nu depinde de caracteristicile undei; viteza de propagare a undei depinde de proprietăţile elastice şi inerţiale ale mediului. **Stabilesc relaţia matematică** între lungimea de undă, frecvenţa şi viteza undei
• **Cere elevilor** să revină la întrebările temă de investigat şi să **formuleze explicaţii**	*Activitate frontală* • **Formulează argumente, stabilesc conexiuni** între fenomenele investigate şi noile situaţii problemă, prezintă experimentul cu o sonerie sub un clopot vidat.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să se	• **Efectuează tema pentru acasă**: prezintă materiale filmate, explicaţii cu demonstraţie, videoclipuri şi chiar

documenteze referitor la efectul Doppler (indică surse bibliografice precum şi aplicaţii în practică, ex. radarul) **şi să găsească răspunsul la o întrebare temă:** *„De ce creşte înălţimea sunetului emis de sirena unei salvări care se apropie de noi şi scade când se depărtează?”*	montaje experimentale care pun în evidenţă efectul Doppler.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate. ○ **Propune** elevilor materiale documentare referitoare la ultrasunete şi infrasunete şi aplicaţiile lor	*Activitate frontală* b) **confecţionează** o sursă emiţătoare de sunet, care să fie plasată de exemplu pe un cărucior mobil; c) **observă** variaţia înălţimii sunetului emis de sursă la apropierea/depărtarea sursei; d) **explică** efectul Doppler şi condiţiile în care apare; e) **stabilesc** cu ajutorul profesorului formulele frecvenţei la apropierea/depărtarea sursei; – în cazul în care sursa sonoră se apropie de receptor cu viteza v, atunci unda „ se înghesuie„ în direcţia respectivă, iar lungimea de undă scade: $\lambda_a = (c-v)/\nu$ iar frecvenţa sunetului creşte : $\nu_n = c/\lambda_a$ (sunetul este mai înalt) ; – în cazul în care sura sonoră se depărtează de receptor cu viteza v, lungimea de undă creşte: $\lambda_d = (c+v)/\nu$ iar frecvenţa sunetului scade : $\nu_n = c/\lambda_d$ adică sunetul devine mai grav. f) **evidenţiază** aplicaţii practice: *radarul rutier*, principiul de funcţionare*; măsurarea debitului sanguin*, metodă bazată pe efectul Doppler.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de instrumente neconvenţionale, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseuri); stabilesc **modalităţi de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.);

utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).

• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.);
• **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5, Lecţia 6

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
○ **Propune** elevilor materiale documentare referitoare la ultrasunete: producerea ultrasunetelor, proprietăţile ultrasunetelor, aplicaţii în tehnică: defectoscopia ultrasonică, măsurarea grosimii unei piese cu ajutorul ultrasunetelor, sondajul şi reperajul marin, aplicaţii în medicină: metode ultrasonice de scanare a organelor interne, tratarea anumitor tumori prin producerea încălzirii localizate a ţesuturilor	○ Organizaţi pe grupe prezintă materiale referitoare la producerea, proprietăţile şi aplicaţii în practică a ultrasunetelor şi infrasunetelor, curiozităţi, aspecte documentate, prezentări PowerPoint, etc.
• **Evaluare sumativă finală**, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) şi criteriile de evaluare formulate pe baza competenţelor specifice selectate din programa şcolară;	
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[15];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de*

[15] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în**

evaluare;

• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.

• ***Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele*.

Bibliografie

1. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
2. Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
3. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
4. Schlett, Z. (coord.) Experimente de Fizică şi aplicaţii partea 3, Editura Mirton Timişoara 2003;
5. Einführung in die Physik, 1977, Frankfurt am Main
6. www.physicsclassroom.com
7. www.phys.unsw.edu.au/jw/voice.html#sound
8. http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/

---

programele şcolare vizând, componentele „cunoştinţe” şi „abilităţi” (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

17. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
18. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
19. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
20. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: XI.9
Circuitul RLC în curent alternativ

sau

„Cum ar fi viața noastră de zi cu zi fără circuitele de curent alternativ?”

sau

„Cum se comportă un circuit electric la o variație permanentă a tensiunii aplicate circuitului? Toate circuitele electrice au aceeași comportare?”

Rodica Bratu

Clasa: a XI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **10**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **2.1. Circuitul RLC în curent alternativ.** Caracteristicile mărimilor alternative sinusoidale. Compunerea mărimilor alternative sinusoidale. Elemente de circuit. Circuitul RLC serie. Circuitul RLC paralel. Funcţionarea în regim de rezonanţă a circuitului RLC. Energia şi puterea în curent alternativ sinusoidal. Rezolvarea rețelelor de curent alternativ. Aplicaţii în tehnică ale circuitelor de curent alternativ. Măsuri de protecţie în producerea şi utilizarea curentului alternativ**.** (Programa de fizică pentru clasa a XI-a).
Modelul de învăţare asociat: **EXPERIMENTUL**
Competenţe specifice: derivate din **modelul experimentului**, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Competenţe specifice** (Modelul de predare)
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei, formularea ipotezelor şi planificarea experimentului;
II. Explorare - Experimentare	2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele experimentului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii declanşate de sesizarea unei probleme a cărei soluţie presupune realizarea unui experiment în condiţii de laborator, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului. Procesul cognitiv central este *inducţia sau generalizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza observării unor exemple şi contraexemple ale conceptului de învăţat).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de situaţii-problemă, de exemplu: *„Cum ar fi viața noastră de zi cu zi fără circuitele de curent alternativ? Cum se comportă un circuit electric la o variație permanentă a tensiunii aplicate circuitului? Toate circuitele electrice au aceeași comportare?*. Pe parcurs, gândirea elevilor se va dezvolta către ideea: *„Rezultatele modelării matematice a funcționării unor circuite de curent alternativ întâlnite în practică sunt verificate și confirmate prin experiențe!”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 1. Avansarea ipotezelor şi planificarea experimentului;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrarea circuitelor electrice de curent alternativ într-un concept mai cuprinzător (fenomene electromagnetice, etc.), aspecte istorice ale descoperirii curentului electric alternativ, produse tehnologice care *ilustrează întrebarea din tema unităţii de învăţare(*curentul electric alternativ ne ajută să rezolvăm probleme din viaţa de zi cu zi); **stimulează** atenţia şi interesul elevilor pentru ceea ce urmează să fie învăţat, prin intermediul unor imagini captivante, lansarea unei probleme, pe care focalizează prezentarea, astfel încât elevii să fie atenţi la expunere pentru a afla răspunsul; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (cunoştinţe din clasa a X-a: producerea curentului electric alternativ, mărimile alternative sinusoidale, valorile efective ale intensităţii şi tensiunii unui curent alternativ, utilizarea osciloscopului electronic, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale (în diverse maniere: oral, scris, prin desene, experimente, mimare etc.) privind curentul electric, necesitatea cunoaşterii în activitatea zilnică etc.;
• **Cere elevilor**: - **să distingă** între mărimi fizice continue, constante, alternative şi alternative sinusoidale; - **să evoce** experienţe personale de măsurare a tensiunii şi intensităţii curentului electric continuu/alternativ şi de vizualizare a variaţiilor tensiunii şi intensităţii curentului alternativ.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe desene ce reprezintă diferite grafice): - **identifică** pe grafic o mărime constantă, o mărime alternativă şi o mărime alternativă sinusoidală; - **evocă** faptul că tensiunea şi intensitatea curentului electric se măsoară cu ampermetre şi voltmetre conectate în serie, respectiv, în paralel şi comutate pe regimul de funcţionare corespunzător.
• **Cere elevilor** să evoce definiţia curentului electric alternativ, a circuitelor electrice de curent alternativ (prin enumerarea elementelor care compun un circuit) şi **să prezinte** simbolurile utilizate în schemele unor circuite electrice simple (desenate pe tablă, pe fişe de lucru);	• **Evocă** definiţia curentului electric alternativ, **enumeră** elementele de circuit cunoscute, **prezintă** semnele convenţionale utilizate în schemele electrice, **observă** *simbolurile* elementelor de circuit electric prezentate în desene şi **identifică** elementele de circuit corespunzătoare.
• **Cere elevilor să prezinte** caracteristicile mărimilor alternative sinusoidale (tensiunea alternativă şi curentul alternativ: valorile momentane, valorile maxime, pulsaţia şi faza, valorile efective) şi **să identifice** modurile de reprezentare/modelare a mărimilor alternative sinusoidale (reprezentare analitică, grafică, fazorială, în complex). • **Comunică elevilor** ideea că: - în analiza circuitelor de curent alternativ, *pe diagrama fazorială se reprezintă valorile efective*, nu valorile maxime ca în studiul oscilaţiilor mecanice; - **prezintă** în principiu *formalismul numerelor complexe* (ideea reprezentării în complex): se	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe desene reprezentând grafice, fazori): - **definesc** pentru tensiunea şi curentul alternativ: *valorile momentane/instantanee (u, e, i), valorile maxime* (U_m, E_m, I_m), *faza* $\varphi=(\omega t+\varphi_0)$ *şi pulsaţia* ω; - **identifică** *valorile efective U, I* şi le exprimă prin relaţiile: $U=\frac{U_m}{\sqrt{2}}$ şi $I=\frac{I_m}{\sqrt{2}}$; - **fac precizarea** că voltmetrele şi ampermetrele de curent alternativ sunt astfel etalonate încât să indice valorile efective; - **identifică reprezentarea analitică** a unei mărimi alternative sinusoidale, care permite descrierea în orice

plasează diagrama fazorială în planul complex, fiecărei mărimi alternative îi este asociat un număr complex cu modulul egal cu valoarea efectivă a mărimii alternative şi cu argumentul egal cu faza acesteia, această reprezentare fiind cea mai utilizată metodă pentru rezolvarea reţelelor electrice cu un număr mare de ochiuri.	moment a variaţiei mărimii respective, de exemplu: $u = U_m \sin(\omega t + \varphi_0)$; $i = I_m \sin(\omega t + \varphi_0)$; **- identifică reprezentarea grafică** a unei mărimi alternative sinusoidale, ca fiind reprezentarea grafică a funcţiilor $u=f_1(t)$ *şi* $i=f_2(t)$; **- identifică reprezentarea fazorială** a unei mărimi alternative sinusoidale, ca fiind o posibilă variantă folosită pentru compunerea mărimilor sinusoidale.
• **Cere elevilor:** **a. să compună** mărimile alternative sinusoidale folosind reprezentarea grafică; **b. să compună** mărimile alternative sinusoidale folosind reprezentarea fazorială; **Prezintă** un exemplu: două generatoare de t.e.m. alternativă sinusoidală cu aceeaşi pulsaţie, $u_1 = U_{1m} \sin(\omega t + \varphi_{01})$ şi $u_2 = U_{2m} \sin(\omega t + \varphi_{02})$, sunt grupate în serie şi cere elevilor să afle tensiunea la bornele grupării prin cele două metode.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe desene): **a. calculează** faza iniţială şi amplitudinea tensiunii de la bornele grupării **folosind** formulele: $tg\varphi_0 = \dfrac{U_{1m}\sin\varphi_{01} + U_{2m}\sin\varphi_{02}}{U_{1m}\cos\varphi_0 + U_{2m}\cos\varphi_{02}}$ $U_m = \sqrt{U_{1m}^2 + U_{2m}^2 + 2U_{1m}U_{2m}\cos\Delta\varphi}$, $\Delta\varphi = \varphi_{02} - \varphi_{01}$; **- reprezintă grafic** tensiunile defazate, ştiind că $u = U_m \sin(\omega t + \varphi_0)$; **b. folosesc** aceleaşi formule pentru aflarea fazei iniţiale şi a tensiunii efective de la bornele grupării, dar în locul valorilor maxime apar valorile efective; *- compunerea tensiunilor alternative se reduce la compunerea fazorilor asociaţi mărimilor alternative sinusoidale (compunerea analitică a vectorilor).*
• **Plecând** de la întrebările*: Cum se comportă un circuit electric la o variaţie permanentă a tensiunii aplicate circuitului? Toate circuitele electrice au aceeaşi comportare?* **propune elevilor să studieze** experimental comportarea rezistorului, bobinei şi condensatorului în curent continuu şi în curent alternativ şi **ghidează gândirea** elevilor către observarea mai multor caracteristici ale tensiunii şi intensităţii curentului: amplitudinea, defazajul dintre tensiunea aplicată unui element de circuit şi intensitatea curentului electric corespunzător.	• **Formulează** ipoteze cu privire la comportarea rezistorului, bobinei şi condensatorului în curent continuu şi curent alternativ, a diferenţelor observate între tensiunile şi intensităţile măsurate (explicaţii neştiinţifice).
• **Oferă elevilor** elemente de circuit electric: generator de curent continuu şi curent alternativ, rezistor, condensator variabil, bobină cu miez de fier, conductoare de legătură, întrerupător, ampermetru şi voltmetru în c.c. şi c.a., osciloscop cu spot multiplu, comutator electronic şi **cere elevilor**: **- să verifice** dacă elementele de circuit sunt în stare de funcţionare; - **să realizeze** circuite electrice simple (pe baza schemelor desenate pe tablă, în fişele de lucru); - **să aplice** circuitelor tensiuni continue/alternative şi **să citească** indicaţiile instrumentelor de măsură comutate pe regimul de funcţionare corespunzător; - să **calculeze** raportul dintre valorile măsurate ale tensiunii şi intensităţii în fiecare caz; - **să observe** diagrama curentului şi tensiunii înregistrate de osciloscop; **- să reprezinte** fazorial tensiunea şi curentul prin rezistor/bobină/condensator în c.a.; - **să înregistreze** şi **să comunice** observaţiile realizate şi ipotezele cu privire la comportarea	• Organizaţi în **grupuri de lucru**: **- realizează** circuite electrice simple de c.c. şi c.a. pe baza schemelor prezentate şi **verifică** starea lor de funcţionare; **- înregistrează** indicaţiile instrumentelor de măsură comutate pe regimul de funcţionare corespunzător; - **calculează** raportul dintre valorile măsurate ale tensiunii şi intensităţii în fiecare caz; - **observă** pe ecranul osciloscopului tensiunea alternativă la capetele rezistorului/ bobinei/condensatorului şi intensitatea curentului din circuit; - **reprezintă** fazorial tensiunea şi curentul prin rezistor/ bobină/condensator în c.a. ***a. comportarea rezistorului:*** - **observă că** *legea lui Ohm* pentru un rezistor valabilă în c.c. este valabilă şi în c.a., iar *rezistenţa electrică* a rezistorului are aceeaşi valoare în c.c. ca şi în c.a.; **- constată că,** intensitatea curentului prin rezistor este în fază cu tensiunea aplicată acestuia, deci *fazorii asociaţi tensiunii şi curentului pentru un rezistor sunt în fază;* *- comportarea rezistorului în c.a. este aceeaşi ca în c.c.;* ***b. comportarea bobinei:*** **- observă că** rezistenţa bobinei în c.c. este foarte mică şi

rezistorului, bobinei şi condensatorului în curent continuu şi curent alternativ.	nu depinde de miezul de fier; - **constată că,** atunci când circuitul este alimentat sub tensiunea alternativă *u* cu valoarea efectivă *U* constantă, *creşterea inductanţei duce la scăderea intensităţii curentului*; - **presupune că** *rezistenţa bobinei în c.a. c*reşte, deci bobina introduce o *rezistenţă aparentă* în c.a.; - **constată că,** intensitatea curentului prin bobină este defazată în urma tensiunii aplicate bobinei, iar prin creşterea inductanţei defazajul dintre intensitate şi tensiune creşte, în cazul unei bobine ideale defazajul fiind π/2, deci *fazorii asociaţi tensiunii şi intensităţii pentru o bobină ideală sunt defazaţi cu π/2, intensitatea este în urma tensiunii*; ***c. comportarea condensatorului:*** - *condensatorul întrerupe circuitul de c.c. şi permite trecerea curentului alternativ*; - **constată că**, atunci când circuitul este alimentat sub tensiunea alternativă *u* cu valoarea efectivă *U* constantă, *mărirea capacităţii condensatorului duce la creşterea intensităţii curentului*; ***- presupune că** şi condensatorul introduce o rezistenţă aparentă;* - **constată că** intensitatea curentului electric printr-un circuit în care este prezent un condensator ideal este defazată cu π/2 înaintea tensiunii, deci *fazorii asociaţi tensiunii şi intensităţii pentru un condensator ideal sunt defazaţi cu π/2, tensiunea este în urma intensităţii.*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: **1. să rezume** ideile şi constatările de până acum; 1. **să elaboreze un eseu** analizând următoarea afirmaţie: „Pornind de la experimente şi măsurători, fizicienii demonstrează că fenomenele naturale sunt guvernate de legi precise”(Richard Feynman);	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).
• **Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[16]	• **Identifică produse** pe care ar dori să le realizeze şi evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, convin modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor***; [17]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor să	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster,

[16] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[17] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

gândească şi să prezinte, după preferinţe, alcătuirea *portofoliului* necesar evaluării finale.	construcţii, demonstraţii etc.), lucrând în grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute/ ipotezele formulate cu privire la folosirea modelelor matematice, care sunt suficient de intuitive, pentru înțelegerea curenţilor ce se produc în circuitele de curent alternativ.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (comportarea rezistorului, bobinei şi condensatorului în curent alternativ, norme de protecţia muncii în laborator, etc.);	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la rolul rezistorului, bobinei şi condensatorului în c.a. **şi comunică** părerile în clasă.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **investigarea** experimentală a funcționării circuitului RLC serie în curent alternativ;	
• **Propune** elevilor un studiu experimental al funcționării circuitului ***RLC serie*** în curent alternativ: - pentru simplificare, **se va studia** *succesiv* comportarea separată a rezistorului şi bobinei (*RL*) montate în *serie*, a rezistorului şi condensatorului (*RC*) montate în *serie* şi se va continua cu circuitul *RLC* în care toate elementele sunt montate în *serie*.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând schema electrică a unui circuit): - **presupun că** într-un circuit *RL serie* de c. a. *intensitatea curentului este defazată în urma tensiunii*; - **presupun că** într-un circuit *RC serie* de c. a. *intensitatea curentului este defazată înaintea tensiunii*; - **presupun că** într-un circuit *RLC serie* de c. a. *intensitatea curentului poate fi defazată în urma sau înaintea tensiunii*.
• **Oferă elevilor materiale şi fişe de activitate experimentală** pentru experimente: generator de tensiune continuă/alternativă, ampermetru şi voltmetre în c.c. şi c.a., rezistor, bobină cu miez de fier (bobine de diferite inductanțe), condensator variabil, conductoare de legătură, osciloscop, comutator electronic.	• **Organizaţi în grupuri de lucru**, elevii: identifică ordinea în care vor efectua experimentele; citesc cu atenție instrucțiunile din fişa de activitate experimentală şi pun întrebări pertinente profesorului; selectează şi organizează corespunzător materialele necesare desfăşurării experimentelor; efectuează determinări experimentale.
• **Invită elevii să studieze** experimental comportarea circuitul ***RL serie*** în curent continuu şi în curent alternativ şi **cere elevilor:** ***a. RL serie în c.c.*** - **să realizeze** circuitul electric format dintr-un	• **Efectuează experimentul**: ***a. RL serie în c.c.*** - **realizează** circuitul *RL serie* conform schemei electrice a circuitului la bornele căruia conectează sursa de tensiune continuă;

rezistor *R* şi o bobină reală de inductanţă *L* şi rezistenţă R_b conectate în serie la bornele sursei de tensiune continuă; - **să modifice** inductanţa bobinei şi **să măsoare** *tensiunea* aplicată la bornele rezistorului, bobinei şi la bornele circuitului şi *intensitatea curentului* care străbate circuitul; - **să verifice** relaţia dintre tensiuni şi legea lui Ohm şi **să formuleze** concluzii; ***b. RL serie în c.a.*** - **să înlocuiască** sursa de tensiune continuă cu cea de tensiune alternativă şi instrumentele de măsură să fie comutate pe regimul de funcţionare corespunzător; - **să modifice** inductanţa bobinei, iar pentru fiecare valoare a inductanţei, **să înregistreze** *tensiunile efective* la bornele rezistorului, bobinei, la bornele circuitului şi **să măsoare** *intensitatea efectivă a curentului* care străbate circuitul; - **să verifice** relaţia dintre tensiunile efective şi **să calculeze** rapoartele dintre tensiunea efectivă şi intensitatea efectivă pentru fiecare element de circuit; - **să înregistreze** într-un tabel tensiunile şi curenţii corespunzători (valorile lor efective); - **să formuleze ipoteze** cu privire la *relaţia dintre curent şi tensiune* (valorile lor efective); ***c. Vizualizarea tensiunii*** la bornele circuitului de c.a. *RL serie* şi a ***intensităţii curentului***: - **să vizualizeze** pe osciloscopul cu două canale tensiunea la bornele circuitului *RL serie* şi intensitatea curentului din circuit; - **să urmărească** defazajul dintre cele două curbe dacă se modifică inductanţa bobinei; - **să formuleze** concluzii.	- pentru fiecare valoare a inductanţei **măsoară** tensiunile U_1 , U_2 şi U indicate de cele trei voltmetre de c.c. şi intensitatea I indicată de ampermetrul de c.c. din circuit; - în limita erorilor experimentale **verifică** relaţiile: $U = U_1 + U_2$ şi $I=U/R_s$; $I=U_1/R$, $I=U_2/R_b$, pentru orice valoare a inductanţei bobinei; - **sesizează** că în curent continuu inductanţa bobinei nu influenţează relaţia dintre mărimile caracteristice curentului electric. ***b. RL serie în c.a.*** - **realizează** circuitul *RL serie* conform schemei electrice a circuitului la bornele căruia conectează sursa de tensiune alternativă; - pentru o valoare dată a inductanţei **măsoară** tensiunile efective U_R , U_L şi U indicate de cele trei voltmetre de c.a. şi intensitatea efectivă I indicată de ampermetrul de c.a. din circuit; - **înregistrează** datele culese în tabelul următor: L (mA) | U_R (V) | U_L (V) | U ( ) | I (mA) | U_R/I | U_L/I | U/I | | | | | | | | - **constată** experimental că: $U \neq U_R + U_L$, rapoartele U/I şi U_L/I depind de inductanţa bobinei, raportul U_R/I nu depinde de inductanţa bobinei, iar $I < U/(R+R_b)$ pentru orice inductanţă. ***c. Vizualizarea tensiunii*** la bornele circuitului de c.a. *RL serie* şi a ***intensităţii curentului***: - **observă** cele două curbe de aceeaşi perioadă, dar defazate un faţa de alta – *curentul este defazat în urma tensiunii*, iar dacă se modifică inductanţa **constată că** *defazajul* dintre cele două curbe *creşte cu creşterea inductanţei*; ***- într-un circuit RL serie de c.a. tensiunea este defazată întotdeauna înaintea intensităţii curentului electric.***
• **Invită elevii să studieze** experimental comportarea circuitul ***RC serie*** în curent continuu şi în curent alternativ şi **cere elevilor:** ***a. RC serie în c.c.*** - **să realizeze** circuitul electric format dintr-un rezistor *R* şi condensator de capacitate *C* conectate în serie la bornele sursei de tensiune continuă; - **să măsoare** *tensiunea* aplicată la bornele rezistorului, condensatorului, circuitului şi *intensitatea curentului* care străbate circuitul; - **să verifice** relaţia dintre tensiuni şi **să formuleze** concluzii; ***b. RC serie în c.a.*** - **să înlocuiască** sursa de tensiune continuă cu cea de tensiune alternativă şi instrumentele de măsură să fie comutate pe regimul de funcţionare corespunzător; - **să modifice** capacitatea condensatorului, iar pentru fiecare valoare a capacităţii, **să înregistreze** *tensiunile efective* la bornele rezistorului, condensatorului, la bornele circuitului şi **să măsoare** *intensitatea efectivă a curentului* care străbate circuitul; - **să verifice** relaţia dintre tensiunile efective şi să calculeze rapoartele dintre tensiunea efectivă şi	• **Efectuează experimentul**: ***a. RC serie în c.c.*** - **realizează** circuitul *RC serie* conform schemei electrice a circuitului la bornele căruia conectează sursa de tensiune continuă şi după un scurt timp constată că prin circuit nu trece curent electric; - din **măsurători** găsesc că: tensiunile $U_R=0$, $U_C = U$ şi intensitatea $I = 0$; - **afirmă** că în curent continuu condensatorul întrerupe circuitul. ***b. RC serie în c.a.*** - **realizează** circuitul *RC serie* conform schemei electrice a circuitului la bornele căruia conectează sursa de tensiune alternativă; - pentru o valoare dată a capacităţii **măsoară** tensiunile efective U_R , U_C şi U indicate de cele trei voltmetre de c.a. şi intensitatea efectivă I indicată de ampermetrul de c.a. din circuit; - **înregistrează** datele culese în tabelul următor: C (μF) | U_R (V) | U_C (V) | U (V) | I (mA) | U_R/I | U_C/I | U/I | | | | | | | | - **constată** experimental că: $U \neq U_R + U_C$, rapoartele U/I şi U_C/I depind de capacitatea condensatorului, raportul U_R/I nu depinde de capacitatea condensatorului, iar $I < (U/R)$ pentru orice capacitate a condensatorului.

<table>
<tr>
<td>intensitatea efectivă pentru fiecare element de circuit;
- să înregistreze într-un tabel tensiunile şi curenţii corespunzători (valorile lor efective);
- să formuleze ipoteze cu privire la relaţia dintre curent şi tensiune (valorile lor efective);
c. Vizualizarea tensiunii la bornele circuitului de c.a. RC serie şi a intensităţii curentului:
- să vizualizeze pe osciloscopul cu două canale tensiunea la bornele circuitului RC serie şi intensitatea curentului din circuit;
- să urmărească defazajul dintre cele două curbe dacă se modifică capacitatea condensatorului şi să formuleze concluzii.</td>
<td>c. Vizualizarea tensiunii la bornele circuitului de c.a. RC serie şi a intensităţii curentului:
- observă cele două curbe de aceeaşi perioadă, dar defazate un faţa de alta – curentul este defazat înaintea tensiunii, iar dacă se modifică valoarea capacităţii constată că defazajul dintre cele două curbe scade cu creşterea capacităţii;
- într-un circuit RC serie de c.a. tensiunea este defazată întotdeauna în urma intensităţii curentului electric.</td>
</tr>
<tr>
<td>• Invită elevii să studieze experimental comportarea circuitul RLC serie în curent alternativ şi cere elevilor:
a. RLC serie în c.a.
- să realizeze circuitul electric format dintr-un rezistor, bobină şi condensator conectate în serie la bornele sursei de tensiune alternativă şi instrumentele de măsură să fie comutate pe regimul de funcţionare corespunzător;
- să modifice şi să înregistreze tensiunile efective la bornele circuitului;
- să măsoare intensitatea efectivă a curentului care străbate circuitul pentru diferite valori ale tensiunii efective;
- să înregistreze într-un tabel tensiunile şi curenţii corespunzători (valorile lor efective);
- să reprezinte grafic I(U);
- să calculeze rapoartele dintre tensiunea efectivă şi intensitatea efectivă;
- să formuleze concluzii.
b. Vizualizarea tensiunii la bornele circuitului de c.a. RLC serie şi a intensităţii curentului:
- să vizualizeze pe osciloscopul cu două canale tensiunea la bornele circuitului RLC serie şi intensitatea curentului din circuit;
- să urmărească defazajul dintre cele două curbe dacă se modifică inductanţa bobinei(capacitatea condensatorului se păstrează constantă) sau, respectiv, capacitatea condensatorului(inductanţa bobinei se păstrează constantă);
- să formuleze ipoteze cu privire la relaţia dintre curent şi tensiune (valorile lor efective) şi la caracterul circuitului.</td>
<td>• Efectuează experimentul:
a. RLC serie în c.a.
- realizează circuitul RLC serie conform schemei electrice a circuitului la bornele căruia conectează sursa de tensiune alternativă;
- modifică tensiunea efectivă la bornele circuitului, U şi măsoară valorile tensiunii efective U şi intensităţii efective I;
- înregistrează datele culese în tabelul următor:
<table><tr><td>U(V)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>I(mA)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>- reprezintă grafic I(U);
- constată că reprezentarea grafică este o dreaptă care trece prin origine;
- calculează panta graficului şi rapoartele dintre tensiunea efectivă şi intensitatea efectivă şi constată că aceste rapoarte sunt constante şi ele reprezintă inversul pantei dreptei.
b. Vizualizarea tensiunii la bornele circuitului de c.a. RLC serie şi a intensităţii curentului:
- observă că cele două curbe au amplitudini diferite şi sunt defazate;
- constată că pentru o anumită inductanţă/capacitate intensitatea curentului este în fază cu tensiunea;
- pentru anumite valori ale inductanţei/capacităţii intensitatea curentului este defazată înaintea tensiunii şi presupun că circuitul are caracter capacitiv;
- pentru anumite valori ale inductanţei/capacităţii intensitatea curentului este defazată în urma tensiunii şi presupun că circuitul are caracter inductiv.</td>
</tr>
<tr>
<td>• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: 1. să reprezinte grafic, pentru circuitul RL serie în c.a., raportul U_L/I în funcţie de inductanţă pentru seturile de valori înregistrate; 2. să reprezinte grafic, pentru circuitul RC serie în c.a., raportul U_C/I în funcţie de capacitate pentru seturile de valori înregistrate; 3. să compare graficele obţinute pentru circuitul RL serie şi RC serie şi să formuleze ipoteze cu privire la cele observate.</td>
<td>• Efectuează tema pentru acasă.
1. Pentru circuitul RL serie de curent alternativ, în urma reprezentărilor grafice obţin drepte care trec prin origine.
2. Pentru circuitul RC serie de curent alternativ, în urma reprezentărilor grafice obţin curbe de tip hiperbole.
3. Raportul U_L/I depinde de inductanţă direct proporţional, această dependenţă fiind liniară, iar raportul U_C/I depinde capacitate invers proporţional.</td>
</tr>
</table>

Lecţia 3

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute/ ipotezele formulate cu privire la folosirea modelelor matematice, care sunt suficient de intuitive, pentru înțelegerea curenţilor ce se produc în circuitele de curent alternativ.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.:
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (comportarea rezistorului, bobinei şi condensatorului în curent alternativ, norme de protecţia muncii în laborator, etc.);	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la rolul rezistorului, bobinei şi condensatorului în c.a. **şi comunică** părerile în clasă.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **investigarea** experimentală a funcționării circuitului RLC paralel în curent alternativ;	
• **Propune** elevilor un studiu experimental al funcționării circuitului ***RLC paralel*** în curent alternativ: - pentru simplificare, **se va studia** *succesiv* comportarea separată a rezistorului şi bobinei (*RL*) montate în *paralel*, a rezistorului şi condensatorului (*RC*) montate în *paralel* şi se va continua cu circuitul *RLC* în care toate elementele sunt montate în *paralel*.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând schema electrică a unui circuit): - **presupun că** într-un circuit *paralel RL* de c. a. *intensitatea curentului este defazată în urma tensiunii*; - **presupun că** într-un circuit *paralel RC* de c. a. *intensitatea curentului este defazată înaintea tensiunii*; - **presupun că** într-un circuit *paralel RLC* de c. a. *intensitatea curentului poate fi defazată în urma sau înaintea tensiunii*.
• **Oferă elevilor materiale şi fişe de activitate experimentală** pentru experimente: generator de tensiune continuă şi tensiune alternativă, ampermetre şi voltmetru în c.c. şi c.a., rezistor, bobină cu miez de fier, condensator variabil, conductoare de legătură, osciloscop, comutator electronic.	• **Organizaţi în grupuri de lucru**, elevii: identifică ordinea în care vor efectua experimentele; citesc cu atenție instrucţiunile din fişa de activitate experimentală şi pun întrebări pertinente profesorului; selectează şi organizează corespunzător materialele necesare desfăşurării experimentelor; efectuează determinări experimentale.
• **Invită elevii să studieze** experimental comportarea circuitul ***RL paralel*** în curent continuu şi în curent alternativ şi **cere elevilor:** ***a. RL paralel în c.c.*** - **să realizeze** circuitul electric format dintr-un rezistor *R* şi o bobină reală de inductanță *L* şi rezistență R_b conectate în paralel la bornele sursei de tensiune continuă; - **să modifice** inductanța bobinei şi **să măsoare** *tensiunea* aplicată la bornele circuitului şi *intensitatea curentului* care străbate care străbate fiecare element de circuit; - **să verifice** relația dintre intensități şi legea lui Ohm şi **să formuleze** concluzii; ***b. RL paralel în c.a.*** -- **să înlocuiască** sursa de tensiune continuă cu cea de tensiune alternativă şi instrumentele de	• **Efectuează experimentul**: ***a. RL paralel în c.c.*** - **realizează** circuitul *RL paralel* conform schemei electrice a circuitului la bornele căruia conectează sursa de tensiune continuă; - pentru fiecare valoare a inductanței **măsoară** tensiunea U indicată de voltmetrul de c.c. şi intensitățile I_1, I_2 *şi* I indicate de cele trei ampermetre de c.c. din circuit; - în limita erorilor experimentale **verifică** relațiile: $I = I_1 + I_2$; $I=U/R_p$, $I_1=U/R$, $I_2=U/R_b$ pentru orice valoare a inductanței L; - **sesizează** că în curent continuu inductanța bobinei nu influențează relația dintre mărimile caracteristice curentului electric. ***b. RL paralel în c.a.*** - **realizează** circuitul *RL paralel* conform schemei electrice a circuitului la bornele căruia conectează sursa de

măsură să fie comutate pe regimul de funcționare corespunzător;
- **să modifice** inductanța bobinei, iar pentru fiecare inductanță, **să înregistreze** *tensiunea* efectivă la bornele circuitului și **să măsoare** *intensitatea efectivă a curentului* care străbate fiecare element de circuit;
- **să verifice** relația dintre intensitățile efective și **să calculeze** rapoartele dintre tensiunea efectivă și intensitatea efectivă pentru fiecare element de circuit;
- **să înregistreze** într-un tabel tensiunile și curenții corespunzători (valorile lor efective);
- **să formuleze ipoteze** cu privire la *relația dintre curent și tensiune* (valorile lor efective);
c. Vizualizarea tensiunii la bornele circuitului de c.a. ***RL paralel*** și a ***intensității curentului*** prin circuit:
- **să vizualizeze** pe osciloscopul cu două canale tensiunea la bornele circuitului *RL paralel* și intensitatea curentului din circuit;
- **să urmărească** defazajul dintre cele două curbe dacă se modifică inductanța bobinei și **să formuleze** concluzii.

tensiune alternativă;
- pentru o valoare dată a inductanței **măsoară** tensiunea efectivă U indicată voltmetrul de c.a. și intensitățile efective I, I_R și I_L indicate de cele trei ampermetre de c.a. din circuit;
- **înregistrează** datele culese în tabelul următor:

L (mH)	I_R (mA)	I_L (mA)	I (mA)	U (V)	U/I_R	U/I_L	U/I

- **constată** experimental că: $I \neq I_R + I_L$, rapoartele U/I și U/I_L depind de inductanța bobinei, raportul U/I_R nu depinde de inductanța bobinei, iar $I > (U/R)$ pentru orice inductanță.
c. Vizualizarea tensiunii la bornele circuitului de c.a. *RL paralel* și a ***intensității curentului***:
- **observă** cele două curbe de aceeași perioadă, dar defazate un fața de alta – *curentul este defazat în urma tensiunii*, iar dacă se modifică inductanță **observă că** *defazajul* dintre cele două curbe *scade cu creșterea inductanței*;
- într-un circuit RL paralel de c.a. tensiunea este defazată întotdeauna înaintea intensității curentului electric.

• **Invită elevii să studieze** experimental comportarea circuitul ***RC paralel*** în curent continuu și în curent alternativ și **cere elevilor:**
a. RC paralel în c.c.
- **să realizeze** circuitul electric format dintr-un rezistor R și un condensator de capacitate C conectate în paralel la bornele sursei de tensiune continuă;
- **să măsoare** *tensiunea* aplicată la bornele rezistorului, condensatorului, la bornele circuitului și *intensitatea curentului* care străbate circuitul;
- **să verifice** relația dintre curenți și **să formuleze** concluzii;
b. RC paralel în c.a.
- **să înlocuiască** sursa de tensiune continuă cu cea de tensiune alternativă și instrumentele de măsură să fie comutate pe regimul de funcționare corespunzător;
- **să modifice** capacitatea condensatorului, iar pentru fiecare capacitate, **să înregistreze** *tensiunea* efectivă la bornele circuitului și **să măsoare** *intensitatea efectivă a curentului* care străbate fiecare element de circuit;
- **să verifice** relația dintre intensitățile efective și **să calculeze** rapoartele dintre tensiunea efectivă și intensitatea efectivă pentru fiecare element de circuit;
- **să înregistreze** într-un tabel tensiunile și curenții corespunzători (valorile lor efective);
- **să formuleze ipoteze** cu privire la *relația dintre curent și tensiune* (valorile lor efective);
c. Vizualizarea tensiunii la bornele circuitului de c.a. ***RC paralel*** și a ***intensității curentului*** prin circuit:
- **să vizualizeze** pe osciloscopul cu două canale tensiunea la bornele circuitului ***RC paralel*** și

• **Efectuează experimentul**:
a. RC paralel în c.c.
- **realizează** circuitul *RC paralel* conform schemei electrice a circuitului la bornele căruia conectează sursa de tensiune continuă și **constată că** prin ramura cu condensator nu trece curent electric;
- din **măsurători** găsesc tensiunea U și intensitățile I, I_R, și $I_C=0$, iar în limita erorilor experimentale **verifică** relațiile: $I = I_R$; $I=U/R$, $I_R=U/R$;
- **se confirmă** că prin latura cu condensator nu trece curentul electric continuu.
b. RC paralel în c.a.
- **realizează** circuitul *RC paralel* conform schemei electrice a circuitului la bornele căruia conectează sursa de tensiune alternativă;
- pentru o valoare dată a capacității **măsoară** tensiunea efectivă U indicată de voltmetrul de c.a. și intensitățile efective I, I_R și I_C indicate de cele trei ampermetre de c.a. din circuit;
- **înregistrează** datele culese în tabelul următor:

C (μF)	I_R (mA)	I_C (mA)	I (mA)	U (V)	U/I_R	U/I_C	U/I

- **constată** experimental că: $I \neq I_R + I_C$, rapoartele U/I și U/I_C depind de capacitatea condensatorului, raportul U/I_R nu depinde de capacitatea condensatorului, iar $I > (U/R)$ pentru orice capacitate.
c. Vizualizarea tensiunii la bornele circuitului de c.a. *RC paralel* și a ***intensității curentului***:
- **observă** cele două curbe de aceeași perioadă, dar defazate un fața de alta – *curentul este defazat înaintea tensiunii*, iar dacă se modifică capacitatea **observă că** *defazajul* dintre cele două curbe *crește cu creșterea capacității*;
- într-un circuit RC paralel de c.a. tensiunea este defazată întotdeauna în urma intensității curentului

<table>
<tr><td>intensitatea curentului din circuit;
- să urmărească defazajul dintre cele două curbe dacă se modifică capacitatea condensatorului şi să formuleze concluzii.</td><td>electric.</td></tr>
<tr><td>• Invită elevii să studieze experimental comportarea circuitul RLC paralel în curent alternativ şi cere elevilor:
a. RLC paralel în c.a.
- să realizeze circuitul electric format dintr-un rezistor, bobină şi condensator conectate în paralel la bornele sursei de tensiune alternativă şi instrumentele de măsură să fie comutate pe regimul de funcţionare corespunzător;
- să modifice şi să înregistreze tensiunile efective la bornele circuitului;
- să măsoare intensitatea efectivă a curentului care străbate întregul circuit pentru diferite valori ale tensiunii efective şi să înregistreze într-un tabel tensiunile şi curenţii corespunzători (valorile lor efective);
- să reprezinte grafic intensitatea efectivă care străbate întregul circuit I(U);
- să calculeze rapoartele dintre tensiunea efectivă şi intensitatea efectivă;
- să formuleze ipoteze cu privire la relaţia dintre curent şi tensiune (valorile lor efective);
b. Vizualizarea tensiunii la bornele circuitului de c.a. RLC paralel şi a intensităţii curentului:
- să vizualizeze pe osciloscopul cu două canale tensiunea la bornele circuitului RLC paralel şi intensitatea curentului din circuit;
- să urmărească defazajul dintre cele două curbe dacă se modifică inductanţa bobinei(capacitatea condensatorului se păstrează constantă) sau, respectiv, capacitatea condensatorului(inductanţa bobinei se păstrează constantă);
- să formuleze ipoteze cu privire la relaţia dintre curent şi tensiune(valorile lor efective) şi la caracterul circuitului.</td><td>• Efectuează experimentul:
a. RLC paralel în c.a.
- realizează circuitul RLC paralel conform schemei electrice a circuitului la bornele căruia conectează sursa de tensiune alternativă;
- modifică tensiunea efectivă la bornele circuitului, U şi măsoară valorile tensiunii efective U şi intensităţii efective I;
- înregistrează datele culese în tabelul următor:
<table><tr><td>U(V)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>I(mA)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>- reprezintă grafic I(U);
- constată că reprezentarea grafică este o dreaptă care trece prin origine;
- calculează panta graficului şi rapoartele dintre tensiunea efectivă şi intensitatea efectivă şi constată că aceste rapoarte sunt constante şi ele reprezintă inversul pantei dreptei.
b. Vizualizarea tensiunii la bornele circuitului de c.a. RLC paralel şi a intensităţii curentului:
- observă că cele două curbe au amplitudini diferite şi sunt defazate;
-- constată că pentru o anumită inductanţă/capacitate intensitatea curentului este în fază cu tensiunea;
- pentru anumite valori ale inductanţei/capacităţii intensitatea curentului este defazată înaintea tensiunii şi presupun că circuitul are caracter capacitiv;
- pentru anumite valori ale inductanţei/capacităţii intensitatea curentului este defazată în urma tensiunii şi presupun că circuitul are caracter inductiv.</td></tr>
<tr><td>• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor 1. să reprezinte grafic, pentru circuitul RL paralel în c.a., raportul U/I_L în funcţie de inductanţă pentru seturile de valori înregistrate; 2. să reprezinte grafic, pentru circuitul RC paralel în c.a., raportul U/I_C în funcţie de capacitate pentru seturile de valori înregistrate; 3. să compare graficele obţinute pentru circuitul RL paralel şi RC paralel şi să formuleze ipoteze cu privire la diferenţele observate.</td><td>• Efectuează tema pentru acasă.
1. Pentru circuitul RL paralel în curent alternativ, în urma reprezentărilor grafice obţin drepte care trec prin origine.
2. Pentru circuitul RC paralel în curent alternativ, în urma reprezentărilor grafice obţin curbe de tip hiperbole.
3. Raportul U/I_L depinde de inductanţă direct proporţional, această dependenţă fiind liniară, iar raportul U/I_C depinde de capacitate invers proporţional.</td></tr>
</table>

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;

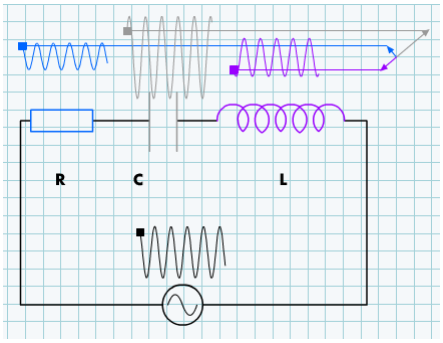
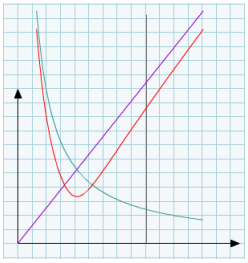
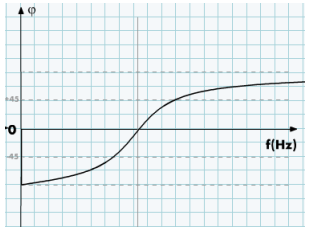
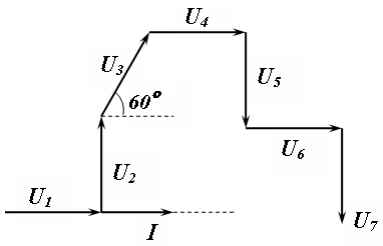
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute, **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă şi **să distingă reguli/ pattern-uri** în datele colectate, pe baza reprezentărilor grafice realizate, prin *idealizarea/ abstractizarea* acestora; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (comportarea circuitului RLC în curent alternativ, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; - *raportul U_L/I depinde* de inductanţă *direct proporţional*, *graficul obţinut este o dreaptă care trece prin origine*; - *raportul U_C/I depinde* de capacitate *invers proporţional*, *graficul obţinut fiind o curbă de tip hiperbolă*; - *rapoartele U_L/I* şi *U_C/I* caracterizează comportarea bobinei şi a condensatorului într-un circuit serie de c.a.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): modelarea circuitului RLC serie de c.a. utilizând formalismul fazorial;	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la utilizarea formalismului fazorial în studierea circuitului RLC serie în c.a. **şi comunică** părerile în clasă(explicaţii neştiinţifice).
• **Propune** elevilor prelucrarea rezultatelor experimentale obținute din studiul funcționării circuitului ***RLC serie*** în curent alternativ și cere elevilor: - **să analizeze** în cazul circuitelor *serie RL, RC, RLC*, pentru fiecare pereche de măsurători înscrise în tabele, rapoartele dintre tensiunea efectivă și intensitatea efectivă, graficele *I=f(U)* pentru fiecare element de circuit, întregul circuit şi **să comunice** constatările lor; - **să discute** aplicarea legii lui Ohm în cazul curentului alternativ; - **să analizeze** valabilitatea legilor lui Kirchhoff în cazul curentului alternativ.	• Organizaţi în grupuri de lucru, **elevii pot sesiza** o *relaţie de directă proporţionalitate* între tensiuni şi curenţi (prin idealizarea/ abstractizarea rezultatelor obţinute): - *rapoartele U/I , U_L/I , U_C/I depind* de inductanţa bobinei, de capacitatea condensatorului, iar *raportul U_R/I nu depinde* de inductanţa bobinei şi capacitatea condensatorului; - dacă *inductanţa şi capacitatea sunt constante atunci şi rapoartele U/I, U_L/I şi U_C/I sunt constante*; - **constată** din reprezentările grafice de tipul *I=f(U)*, că graficele respective sunt drepte care trec prin origine şi **afirmă că** între tensiunile efective şi intensităţile efective ale curentului electric există relaţii de directă proporţionalitate; - **constată că** *legea lui Ohm în curent alternativ se aplică pentru valori efective şi valori maxime*; - **presupun că** legilor lui Kirchhoff în cazul curentului alternativ sunt valabile pentru valori instantanee.
• **Definește(operațional)** reactanța inductivă, reactanța capacitivă și impedanța unui circuit, prezintă unități de măsură, simboluri folosite și **cere elevilor să scrie** legea lui Ohm pentru diferite porțiuni de circuit: la bornele rezistorului, bobinei, condensatorului, la bornele circuitului.	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - **observă că** toate reactanţele şi impedanţa sunt rezistenţe aparente şi au aceeaşi unitate de măsură ca rezistenţa electrică; - **sesizează că** rapoartele *U/I, U_L/I, şi U_C/I* studiate experimental reprezintă *Z, X_L şi X_C*; - **scriu** legea lui Ohm pentru valori efective: *$U = I \cdot Z$, $U_R = I \cdot R$, $U_L = I \cdot X_L$, $U_C = I \cdot X_C$.*
• **Comunică** elevilor ideea că pentru *a modela matematic oscilaţiile tensiunii şi curentului alternativ* se utilizează *diagrama fazorială* – construcţia Fresnel (modelarea circuitului RLC serie de c.a. utilizând formalismul fazorial).	• **Evocă** observaţii proprii referitoare compunerea fazorilor **şi comunică** părerile în clasă(explicaţii neştiinţifice): - compunerea mărimilor alternative sinusoidale se reduce la compunerea fazorilor asociaţi acestor mărimi.
• **Cere elevilor:** - **să considere** un circuit serie alcătuit dintr-un rezistor de rezistenţă *R*, o bobină ideală de inductanţă *L* şi un condensator ideal de capacitate	• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat şi **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **realizează** schema electrică a circuitului *RLC serie* alimentat cu *tensiunea* $u = U_m \sin \omega t$;

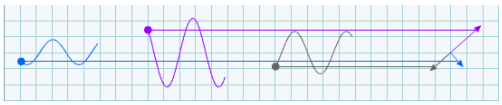
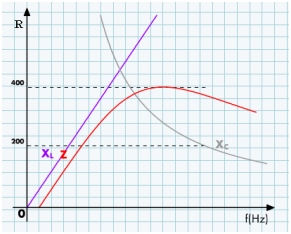
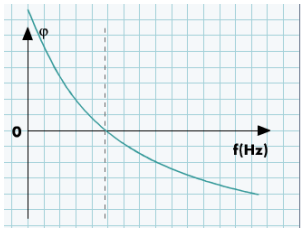
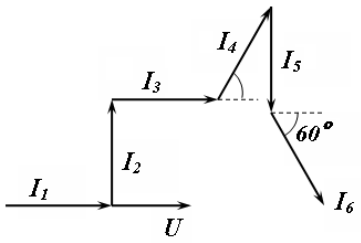
C, la bornele circuitului aplicându-se tensiunea alternativă sinusoidală $u = U_m \sin \omega t$; - **să reprezinte** printr-un desen schema electrică a circuitului; - **să scrie** bilanțul tensiunilor instantanee în circuitul *RLC serie*; - **să exprime** valorile instantanee ale intensității curentului electric din circuit și ale tensiunilor la bornele rezistorului, bobinei și condensatorului ; - **să scrie** ecuația fazorială atașată circuitului *RLC serie*; - **să construiască** diagrama fazorială în raport cu intensitatea *I* a curentului (fazor de referință), care este același pe întregul circuit; - **să găsească** legea lui Ohm pentru circuitul de c.a. *RLC serie*; - **să determine** impedanța circuitului și defazajul dintre tensiune și curent; - **să analizeze** caracterul circuitului.	- **aplică** legea a doua a lui Kirchhoff pentru valori instantanee și obține: $u = u_R + u_L + u_C$; - **exprimă** *intensitatea instantanee* a curentului prin circuit: $i = I_m \sin(\omega t - \varphi)$, unde φ este *defazajul* dintre tensiune și curent; - **exprimă** tensiunile instantanee la bornele fiecărui element știind că aceste tensiuni au un anumit defazaj în raport cu intensitatea curentului: $u_R = RI_m \sin(\omega t - \varphi)$, *tensiunea pe rezistor* $u_L = X_L I_m \sin\left(\omega t - \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$, *tensiunea pe bobină* $u_C = X_C I_m \sin\left(\omega t - \varphi - \frac{\pi}{2}\right)$, *tensiunea pe condensator* - **efectuează** calcule și **obține** *ecuația fazorială* atașată circuitului *RLC serie*: $\overline{U} = \overline{U}_R + \overline{U}_L + \overline{U}_C$; - pe baza acestei ecuații **construiesc** *diagrama fazorială* a circuitului *RLC serie* luând ca *fazor de referință* fazorul asociat *intensității curentului* și **obțin** *triunghiul tensiunilor*; - în triunghiul tensiunilor **fac raționamente** geometrice, folosesc funcții trigonometrice și **determină**: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ *impedanța circuitu*lui și $tg\varphi = \frac{X_L - X_C}{R}$ *defazajul dintre tensiune și intensitate*; - **scriu** *legea lui Ohm pentru valori efective*: *I=U/Z*; - **analizează** expresia defazajului și **constată că**: dacă $X_L > X_C$, $\varphi > 0$, predomină efectul bobinei, *tensiunea este defazată înaintea intensității*; dacă $X_L < X_C$, $\varphi < 0$, predomină efectul condensatorului, *tensiunea este defazată în urma intensității*; dacă $X_L = X_C$, $\varphi = 0$, efectele bobinei și condensatorului se compensează, *tensiunea este în fază cu intensitatea*; - **realizează** câte o diagramă fazorială pentru fiecare situație analizată.
• **Ghidează elevii** să explice variația reactanței inductive, reactanței capacitive, impedanței și a defazajului în funcție de frecvența tensiunii aplicate la bornele circuitului.	• **Formulează** aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - reactanța inductivă depinde direct proporțional de frecvență, reactanța capacitivă invers proporțional, iar impedanța și defazajul depind de frecvență într-un mod mai complicat.
• **Invită elevii să utilizeze** *aplicația interactivă AEL care simulează* studiul circuitului ***RLC serie în c.a.*** și **cere elevilor:** **a. să modifice** pe rând valorile rezistenței, inductanței și capacității și **să urmărească**: - forma tensiunilor la bornele elementelor circuitului și fazorii asociați acestor tensiuni;	• **Utilizează** softul educațional care simulează circuitului *RLC serie în c.a*: **a. modifică** pe rând rezistența *R*, inductanța *L* și capacitatea *C* și **observă**: - reprezentările grafice ale tensiunilor u_R , u_L , u_C , u ; - cei trei fazori sunt defazați, se rotesc cu aceeași viteză unghiulară și își modifică modulul în funcție de valorile rezistenței, inductanței și capacității; **b. modifică** frecvența și **observă**:

 **b. să modifice** frecvența și **să urmărească**: - modificările care apar în triunghiul impedanțelor; - graficul variației impedanței și reactanțelor; - graficul variației defazajului în funcție de frecvență; **c. să formuleze** concluzii.	- schimbarea caracterului circuitului în funcție de relația dintre X_L și X_C;   - din reprezentările grafice ale reactanțelor, ale impedanței și a defazajului în funcție de frecvență **observă că** frecvența influențează caracterul circuitului; **c. stabilesc** din reprezentările grafice și cele fazoriale că: - dacă $X_L > X_C$ *circuitul are caracter inductiv*; - dacă $X_L < X_C$ *circuitul are caracter capacitiv*; - dacă $X_L = X_C$ *circuitul este în regim de rezonanță*; - *impedanța este minimă când* $X_L = X_C$ *și* $\varphi=0$.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și **cere elevilor**: **1. să rezolve** următoarea problemă: în diagrama fazorială din figura alăturată, toate tensiunile au aceeași valoare *40V*, iar intensitatea curentului din circuit este *2A*. **a.** Determinați tensiunea de alimentare a circuitului, rezistența, reactanța și impedanța circuitului; **b.** Realizați schema electrică a circuitului corespunzător diagramei și triunghiul tensiunilor pentru acest circuit. **2. să utilizeze** formalismul fazorial în rezolvarea unor circuite de curent alternativ RLC serie: calcul de reactanțe, impedanțe, defazaje, diagrame fazoriale, valori momentane de intensități ale curentului și tensiuni pentru diferite elemente de circuit (culegere de probleme).	• **Efectuează tema pentru acasă**. **a.** $U_x=U_{1x}+U_{2x}+U_{3x}+U_{4x}+U_{5x}+U_{6x}+U_{7x}=140V$, unde: $U_{1x}= U_{4x}=U_{6x}=40V$; $U_{2x}=U_{5x}=U_{7x}=0V$; $U_{3x}= 20V$ $U_y=U_{1y}+U_{2y}+U_{3y}+U_{4y}+U_{5y}+U_{6y}+U_{7y}= - 5,4V$, unde: $U_{1y}= U_{4y}=U_{6y}=0V$; $U_{2y}=40V$, $U_{5y}=U_{7y}=-40V$; $U_{3y}=34,6V$ $U=140,10V$; $R=U_x/I=70\Omega$; $X=U_y/I=$ $= -2,7\ \Omega$; $Z=U/I=70,05\ \Omega$;  **b.** Circuitul electric cuprinde următoarele elemente grupate în serie: rezistor R_1, bobină ideală L_2, bobină reală R_3 și L_3 , rezistor R_4 , condensator C_5 , rezistor R_6 , condensator C_7.

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învățare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** și **cere elevilor** să prezinte rezultatele obținute, **să sintetizeze** și **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă și **să distingă reguli/ pattern-uri** în datele colectate, pe baza reprezentărilor grafice realizate, prin *idealizarea/ abstractizarea* acestora; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (comportarea circuitului RLC în c.a., norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.: - pentru circuitul *RL paralel* de c.a.., *raportul* U/I_L *depinde* inductanță *direct proporţional*, *graficul obținut este o dreaptă care trece prin origine*; - pentru circuitul *RC paralel* de c.a., *raportul* U/I_C *depinde* de capacitate *invers proporţional*, graficul obținut fiind o curbă de tip hiperbolă. - *rapoartele* U/I_L și U/I_C caracterizează comportarea bobinei și a condensatorului într-un circuit paralel de c.a.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul și obiectivele lecției): modelarea circuitului RLC paralel de c.a. utilizând formalismul fazorial;	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la utilizarea formalismului fazorial în studierea circuitului RLC paralel în c.a. **și comunică** părerile în clasă(explicaţii neştiinţifice).
• **Propune** elevilor prelucrarea rezultatelor	• Organizaţi în grupuri de lucru, **elevii pot sesiza** o

experimentale obținute din studiul funcționării circuitului ***RLC paralel*** în curent alternativ și cere elevilor: - **să analizeze** în cazul circuitelor *paralel RL, RC, RLC,* pentru fiecare pereche de măsurători înscrise în tabele, rapoartele dintre tensiunea efectivă și intensitatea efectivă pentru fiecare element de circuit, întregul circuit, graficele *I=f(U)* pentru fiecare element de circuit, întregul circuit și **să comunice** constatările lor; - **să discute** aplicarea legii lui Ohm în cazul curentului alternativ; - **să analizeze** valabilitatea legilor lui Kirchhoff în cazul curentului alternativ;	*relație de directă proporţionalitate* între tensiuni şi curenţi (prin idealizarea/ abstractizarea rezultatelor obținute): - *rapoartele U/I , U/I_L , U/I_C depind* de inductanța bobinei, de capacitatea condensatorului iar *raportul* U/I_R *nu depinde* de inductanța bobinei și capacitatea condensatorului; - dacă *inductanța și capacitatea sunt constante atunci și rapoartele U/I, U/I_L și U/I_C sunt constante*; - **constată** din reprezentările grafice de tipul *I=f(U)*, că graficele respective sunt drepte care trec prin origine și **afirmă că** între tensiunile efective și intensitățile efective ale curentului electric există relații de directă proporționalitate; - **constată că** *legea lui Ohm în curent alternativ se aplică pentru valori efective și valori maxime*; - **afirmă că** *legilor lui Kirchhoff în cazul curentului alternativ sunt valabile pentru valori instantanee*;
• **Comunică** elevilor ideea că pentru *a modela matematic oscilațiile tensiunii și curentului alternativ* se utilizează *diagrama fazorială* – construcția Fresnel (modelarea circuitului RLC paralel de c.a. utilizând formalismul fazorial).	• **Evocă** observații proprii referitoare compunerea fazorilor **și comunică** părerile în clasă: compunerea mărimilor alternative sinusoidale se reduce la compunerea fazorilor asociați acestor mărimi.
• **Cere elevilor:** - **să considere** un circuit **paralel** alcătuit dintr-un rezistor de rezistență *R*, o bobină ideală de inductanță *L* și un condensator ideal de capacitate *C*, la bornele circuitului aplicându-se tensiunea alternativă sinusoidală $u = U_m \sin \omega t$; - **să reprezinte** printr-un desen schema circuitului; - **să scrie** relația între valorile instantanee ale intensității curenților în circuitul *RLC paralel* (bilanțul intensităților instantanee ale curentului într-unul dintre nodurile rețelei); - **să exprime** valorile instantanee ale intensității curentului electric din fiecare element de circuit și din întregul circuit; - **să scrie** ecuația fazorială atașată circuitului *RLC paralel*; - **să construiască** diagrama fazorială în raport cu tensiunea la bornele circuitului (fazor de referință), care este comună tuturor elementelor de circuit; - **să găsească** legea lui Ohm în valori efective pentru circuitul de c.a. *RLC paralel*; - **să determin**e impedanța circuitului și defazajul dintre tensiune și curent; - **să analizeze** caracterul circuitului.	• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat și **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **realizează** schema electrică a unui circuit *paralel RLC* alimentat cu *tensiunea* $u = U_m \sin \omega t$; - **aplică** prima lege a lui Kirchhoff pentru valori instantanee și obține: $i = i_R + i_L + i_C$; - **exprimă** *intensitatea instantanee* a curentului prin circuit: $i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$, unde φ este *defazajul* dintre tensiune și curent; - **exprimă** intensitățile instantanee prin fiecare element de circuit știind că acești curenți au un anumit defazaj în raport cu tensiunea la bornele grupării: $i_R = \frac{U_m}{R} \sin \omega t$, *curentul prin rezistor* $i_L = \frac{U_m}{X_L} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$, *curentul prin bobină* $i_C = \frac{U_m}{X_C} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$, *curentul prin condensator* - **efectuează** calcule și **obține** *ecuația fazorială* atașată circuitului RLC paralel: $\bar{I} = \bar{I}_R + \bar{I}_L + \bar{I}_C$; - pe baza acestei ecuații **construiesc** *diagrama fazorială* a circuitului RLC paralel, luând ca *fazor de referință fazorul asociat tensiunii aplicate grupării* și **obțin** *triunghiul intensităților*; - în triunghiul intensităților **fac raționamente** geometrice, folosesc funcții trigonometrice și **determină**: $Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2}}$ *impedanța circuitului* $tg\varphi = R\left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)$ *defazajul* dintre intensitatea curentului și tensiune;

	- **scriu** *legea lui Ohm pentru valori efective: I=U/Z;* - **analizează** expresia defazajului și **constată că**: dacă $X_L > X_C$, $\varphi > 0$, *intensitatea curentului este defazată înaintea tensiunii* ($I_C > I_L$); dacă $X_L < X_C$, $\varphi < 0$, *intensitatea curentului este defazată în urma tensiunii* ($I_C < I_L$); dacă $X_L = X_C$, $\varphi=0$, *efectele bobinei și condensatorului se compensează și circuitul se comportă pur rezistiv*; - **realizează** câte o diagramă fazorială pentru fiecare situație analizată.
• **Ghidează elevii** să explice variația impedanței și a defazajului în funcție de frecvența tensiunii aplicate la bornele circuitului.	• **Formulează** aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - dependența de frecvență a impedanței și a defazajului se poate analiza și explica pe baza graficelor acestor funcții;
• **Invită elevii să utilizeze** *aplicația interactivă AEL care simulează* studiul cantitativ al circuitului ***RLC paralel*** în c.a. și **cere elevilor:** **a. să modifice** pe rând valorile rezistenței, inductanței, capacității și **să urmărească**: - forma curenților prin ramurile circuitului paralel și fazorii asociați curenților prin ramurile circuitului;  **b. să modifice** frecvența și **să urmărească**: -- graficul variației impedanței și reactanțelor în funcție de frecvență; - graficul variației defazajului în funcție de frecvență, pentru diferite valori ale rezistenței, inductanței și capacității; **c. să formuleze** concluzii.	• **Utilizează** softul educațional care *simulează* studiul cantitativ al circuitului *RLC paralel* în c.a: **a. modifică** pe rând rezistența *R*, inductanța *L* și capacitatea *C* și **observă**: - reprezentările grafice ale curenților i_R, i_L, i_C; - cei trei fazori sunt defazați, se rotesc cu aceeași viteză unghiulară și își modifică modulul în funcție de valorile rezistenței, inductanței și capacității; **b. modifică** frecvența și **observă**: - schimbarea caracterului circuitului în funcție de relația dintre X_L *și* X_C; - din reprezentările grafice ale reactanțelor, ale impedanței și a defazajului în funcție de frecvență **observă că** frecvența influențează caracterul circuitului;   **c. stabilesc** din reprezentările grafice și cele fazoriale că: - dacă $X_L > X_C$ *circuitul are caracter capacitiv*; - dacă $X_L < X_C$ *circuitul are caracter inductiv*; - dacă $X_L = X_C$ *circuitul este în regim de rezonanță*; - *impedanța este maximă când* $X_L = X_C$ *și* $\varphi=0$.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și **cere elevilor**: **1. să rezolve** următoarea problemă: în diagrama fazorială din figura alăturată, toate intensitățile au aceeași valoare *2A*, iar tensiunea aplicată circuitului este *60V*. **a.** Determinați intensitatea curentului prin circuitul principal, rezistența, reactanța și impedanța circuitului; **b.** Realizați schema electrică a circuitului corespunzător diagramei și triunghiul intensităților pentru acest circuit. **2. să utilizeze** formalismul fazorial în rezolvarea unor circuite de curent alternativ *RLC paralel*: calcul de reactanțe, impedanțe, defazaje, diagrame fazoriale, valori momentane de intensități ale curentului și tensiuni pentru diferite elemente de circuit (culegere de probleme).	• **Efectuează tema pentru acasă**.  **a.**$I_x=I_{1x}+I_{2x}+I_{3x}+I_{4x}+I_{5x}+I_{6x}=6A$, unde: $I_{1x}= I_{3x}=2A$; $I_{2x}=I_{5x}=0A$; $I_{4x}= I_{6x}=1A$ $I_y=I_{1y}+I_{2y}+I_{3y}+I_{4y}+I_{5y}+I_{6y}=2A$, unde: $I_{1y}= I_{3y}=0A$; $I_{2y}=2A$, $I_{4y}=1,73A$, $I_{6y}= - 1,73A$; $I=6,32A$; $R=U/I_x=10\Omega$; $X=U/I_y=30\ \Omega$; $Z=U/I=9,49\ \Omega$; **b.** Circuitul electric cuprinde următoarele elemente grupate în paralel: rezistor R_1, condensator C_2 , rezistor R_3, condensator C_4 și rezistor R_4 grupate în serie, bobină L_5, bobină L_6 și rezistor R_6 grupate în serie.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 6

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (comportarea circuitului RLC în c.a., norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): funcționarea în regim de rezonanță circuitului RLC în curent alternativ; **revine la întrebarea iniţială**: „ *Cum se comportă un circuit electric la o variație permanentă a tensiunii aplicate circuitului? Toate circuitele electrice, au aceeași comportare?*”, cerând elevilor să **prezinte noi argumente** la întrebare;	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la explicarea funcționării în regim de rezonanță circuitului RLC în c.a. **și comunică** părerile în clasă(explicaţii neştiinţifice).
• **Revine** la activitatea experimentală cunoscută de elevi - studiul experimental al circuitului RLC serie de c. a. (cunoscut de elevi) şi **cere elevilor** să lucreze pe grupe și să studieze *funcționarea în regim de rezonanță a circuitului RLC serie*.	• **Evaluează resursele** (ceea ce au aflat din experimentele și informațiile anterioare): filtrează, distilează, compară informaţiile obţinute, extrag informaţiile utile.
• **Oferă elevilor materiale și fișe de activitate experimentală** pentru experimente: generator de tensiune alternativă, ampermetru și voltmetre în c.a., rezistor cu rezistență electrică variabilă, bobină cu miez de fier, condensator variabil, conductoare de legătură, osciloscop, comutator electronic.	• **Organizaţi în grupuri de lucru**, elevii: citesc cu atenție instrucțiunile din fișa de activitate experimentală și pun întrebări pertinente profesorului; selectează și organizează corespunzător materialele necesare desfășurării experimentelor; efectuează determinări experimentale.
• **Invită elevii să studieze** experimental funcționarea în regim de rezonanță a circuitului ***RLC serie*** în curent alternativ și **cere elevilor:** **a. Evidențierea regimului de rezonanță** a tensiunilor pentru circuitul de c.a. ***RLC serie***: - **să vizualizeze** pe ecranul osciloscopului tensiunea la bornele circuitului și intensitatea curentului din circuit; - **să urmărească** amplitudinea semnalelor vizualizate și defazajul dintre curbe dacă se modifică pe rând inductanța bobinei/capacitatea condensatorului; - **să formuleze** concluzii. **b. Studiul experimental** al rezonanței circuitului	• **Efectuează experimentul**: **a. Evidențierea regimului de rezonanță** a tensiunilor pentru circuitul de c.a. ***RLC serie***: - **observă** că prin modificarea pe rând a inductanței /capacității are loc o variație a amplitudinii semnalelor vizualizate și a defazajului dintre ele; - **observă** că pentru o anumită valoare a inductanței/ capacității, *amplitudinea intensității curentului devine maximă, iar cele două curbe sunt în fază*; - **constată** că în acest caz *circuitul se comportă de parcă bobina și condensatorul nici nu ar exista*; **b. Studiul experimental** al rezonanței circuitului ***RLC serie în c.a.***- lucrează pe grupe - **realizează** circuitul *RLC serie* conform schemei

<table>
<tr>
<td>

***RLC serie în c.a.* –** se lucrează pe grupe:
- **să realizeze** circuitul electric *RLC serie* conectat la bornele sursei de tensiune alternativă şi instrumentele de măsură să fie comutate pe regimul de funcţionare c.a.;
***1. U, L, C = constante şi υ variabil* –** numai dacă în laborator există generator cu frecvenţă variabilă
- **să fixeze** valoarea rezistenţei electrice şi **să modifice** frecvenţa generatorului;
- **să măsoare** *intensitatea efectivă a curentului* care străbate circuitul pentru diferite valori ale frecvenţei;
- **să repete măsurătorile** pentru diferite valori ale rezistenţei;
- **să înregistreze** într-un tabel rezultatele obţinute pentru diferite valori ale rezistenţei;
- **să reprezinte** grafic *I=f(υ)* pentru fiecare valoare a rezistenţei;
- **să formuleze** concluzii.
2. U, C, υ = constante şi L variabil
- **să fixeze** valoarea rezistenţei electrice şi **să modifice** inductanţa bobinei;
- **să măsoare** *intensitatea efectivă a curentului* care străbate circuitul pentru diferite valori ale inductanţei;
- **să repete măsurătorile** pentru diferite valori ale rezistenţei;
- **să înregistreze** într-un tabel rezultatele obţinute pentru diferite valori ale rezistenţei;
- **să reprezinte** grafic *I=f(L)* pentru fiecare valoare a rezistenţei;
- **să formuleze** concluzii.
3. U, L, υ = constante şi C variabil
- **să fixeze** valoarea rezistenţei electrice şi **să modifice** capacitatea condensatorului;
- **să măsoare** *intensitatea efectivă a curentului* care străbate circuitul pentru diferite valori ale capacităţii;
- **să repete toate măsurătorile** pentru diferite valori ale rezistenţei;
- **să înregistreze** într-un tabel rezultatele obţinute pentru diferite valori ale rezistenţei;
- **să reprezinte** grafic *I=f(C)* pentru fiecare valoare a rezistenţei;
- **să formuleze** concluzii.

</td>
<td>

electrice a circuitului la bornele căruia conectează sursa de tensiune alternativă;
1. U, L, C = constante şi υ variabil
- **modifică** frecvenţa şi **înregistrează** intensitatea curentului electric;
- **repetă** măsurătorile pentru diferite valori ale rezistenţei şi **înregistrează** datele culese într-un tabel:

$R_1(\Omega)$	υ(Hz)								
	I(mA)								
$R_2(\Omega)$	υ(Hz)								
	I(mA)								

- **reprezintă** grafic *I=f(υ)* pentru fiecare valoare a rezistenţei şi **constată** că *intensitatea efectivă a curentului din circuit depinde de frecvenţa generatorului*, iar pentru *o anumită valoare a frecvenţei, intensitatea efectivă atinge o valoare maximă*;
2. U, C, υ = constante şi L variabil
- **modifică** inductanţa bobinei şi **înregistrează** intensitatea curentului electric;
- **repetă** măsurătorile pentru diferite valori ale rezistenţei şi **înregistrează** datele culese într-un tabel:

$R_1(\Omega)$	L(mH)								
	I(mA)								
$R_2(\Omega)$	L(mH)								
	I(mA)								

- **reprezintă** grafic *I=f(L)* pentru fiecare valoare a rezistenţei şi **constată** că *intensitatea efectivă a curentului din circuit depinde de inductanţa bobinei*, iar pentru *o anumită valoare a inductanţei, intensitatea efectivă atinge o valoare maximă*;
3. U, L, υ = constante şi C variabil
- **modifică** capacitatea condensatorului şi înregistrează intensitatea curentului electric;
- **repetă** măsurătorile pentru diferite valori ale rezistenţei şi **înregistrează** datele culese într-un tabel:

$R_1(\Omega)$	C(μF)								
	I(mA)								
$R_2(\Omega)$	C(μF)								
	I(mA)								

- **reprezintă** grafic *I=f(C)* pentru fiecare valoare a rezistenţei şi **constată** că *intensitatea efectivă a curentului din circuit depinde de capacitate*, iar pentru *o anumită valoare a capacităţii, intensitatea efectivă atinge o valoare maximă*;
• o**bservă,** în fiecare caz , că rezistenţa electrică a circuitului influenţează forma curbelor – *curba este cu atât mai aplatizată cu cât rezistenţa este mai mare*.

</td>
</tr>
<tr>
<td>

• **Defineşte (operaţional)** *curba de rezonanţă* (curba de răspuns a intensităţii circuitului RLC serie) şi **cere elevilor** să analizeze forma curbelor de rezonanţă obţinute experimental;

</td>
<td>

• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă):
- *curbele de rezonanţă sunt influenţate de rezistenţa electrică a circuitului;*
- *trasarea acestor curbe permite evidenţierea frecvenţei de rezonanţă şi a maximului înregistrat de curent la rezonanţă;*
- *frecvenţa de rezonanţă depinde de valorile inductanţei şi capacităţii.*

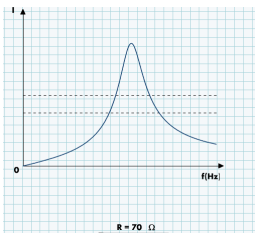
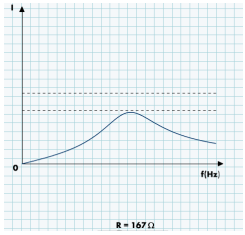
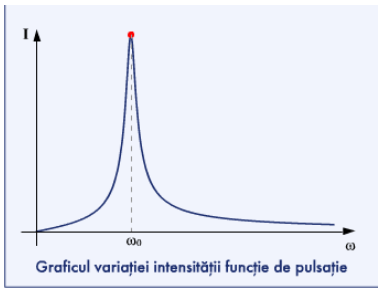
</td>
</tr>
<tr>
<td>

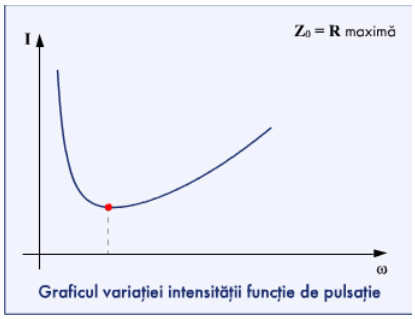
• **Denumeşte rezonanţa** la circuitul serie *rezonanţa tensiunilor* şi **cere elevilor să aplice** formalismul fazorial în studierea funcţionării în regim de rezonanţă a circuitului ***RLC serie*** de

</td>
<td>

• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat şi **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini:
- **realizează** diagrama fazorială pentru un circuit *RLC serie* aflat în regim de rezonanţă;

</td>
</tr>
</table>

curent alternativ: - **să deseneze și să analizeze** diagrama fazorială pentru un circuit ***RLC serie*** aflat la rezonanță; - **să sesizeze** condiția de rezonanță și **să calculeze** pulsația, frecvența și perioada de rezonanță; - **să determine** în condiții de rezonanță impedanța circuitului, intensitatea curentului din circuit și tensiunile electrice pe elementele circuitului; - **să scrie** dependența intensității efective în funcție de pulsația/frecvența generatorului; - **să analizeze** diferite curbe de rezonanță prezentate de profesor și să discute modul în care modificarea frecvenței/inductanței/capacității influențează caracterul circuitului; - **să formuleze** concluzii;    Graficul variației intensității funcție de pulsație	- **constată că** în cazul unui circuit *serie RLC* alimentat de la o sursă de tensiune efectivă *U* se pot alege valori pentru *L*, *C* sau *υ* astfel încât $X_L=X_C$; - **sesizează că** în acest caz , circuitul RLC se află în *regim de rezonanță*, ***condiția de rezonanță*** fiind: $\omega L=\frac{1}{\omega C}$; - din condiția de rezonanță **calculează**: $\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}$, $\nu_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, $T_0=2\pi\sqrt{LC}$, *pulsația, frecvența și perioada proprie a circuitului la rezonanță*; - **sesizează**, din diagrama fazorială, că la rezonanță U_L-U_C=0, φ=0 *și* $U=U_R$; - **determină** în condiții de rezonanță: $Z_{\min}=R$, $I_{\max}=\frac{U}{R}$, $U_L=\left(\frac{U\omega L}{R}\right)_{\omega=\omega_0}$, $U_C=\left(\frac{U}{\omega RC}\right)_{\omega=\omega_0}$ - **scriu** dependența *intensității efective în funcție de frecvență*: $I=\frac{U}{\sqrt{R^2+\left(2\pi\nu L-\frac{1}{2\pi\nu C}\right)^2}}$; - *la rezonanță impedanța este minimă, intensitatea curentului este maximă, tensiunile la bornele bobinei și condensatorului sunt maxime*; - **sesizează că** pornind de la formula intensității se poate construi cu precizie graficul variației intensității efective a curentului prin circuitul RLC, în funcție de mărimile *L*, *C* sau *υ*; - **analizând** *curbele de rezonanță* prezentate de profesor observă că *în timpul variației frecvenței/inductanței/ capacității circuitul trece prin regim capacitiv, de rezonanță și inductiv*; - **observă** apariția *maximului intensității curentului pentru valoarea de rezonanță a pulsației*; - **sesizează că** *rezonanța este cu atât mai pronunțată cu cât rezistența circuitului este mai mică*; - deoarece frecvența de rezonanță depinde de valorile *L și C*, **afirmă că** se poate *modifica frecvența de rezonanță prin modificarea lui L sau C*.
• **Definește (operațional)** *factorul de calitate* al circuitului sau *factorul de supratensiune*, *impedanța caracteristică* și **cere elevilor** să găsească o relație între cele două mărimi.	• **Formulează** aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - **pornesc** de la relația de definiție a factorului de calitate $Q=\left(\frac{U_L}{U}\right)_{\omega=\omega_0}=\left(\frac{U_C}{U}\right)_{\omega=\omega_0}$ și **găsesc** relația $Q=\frac{\omega_0 L}{R}=\frac{1}{\omega_0 CR}=\frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}=\frac{1}{R}Z_0$, unde Z_0 *este impedanța caracteristică.*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și **cere elevilor să se documenteze și să aplice** formalismul fazorial în studierea funcționării în regim de rezonanță a circuitului ***RLC paralel*** de curent alternativ (rezonanța intensităților), respectând ideile: - **realizarea** diagramei fazoriale pentru un circuit ***RLC paralel*** aflat la rezonanță; - **calcularea** pulsației, frecvenței și perioadei de rezonanță din condiția de rezonanță; - **determinarea** în condiții de rezonanță a	• **Efectuează tema pentru acasă.** - **realizează** diagrama fazorială pentru un circuit *RLC paralel* aflat în regim de rezonanță și **scriu** relația dintre curenți la rezonanță I_L-I_C=0, φ=0 *și* $I=I_R$; - pentru circuitul *paralel RLC* **scriu** *condiția de rezonanță* $X_L=X_C$, adică $\omega L=\frac{1}{\omega C}$; - din condiția de rezonanță **calculează**: *pulsația, frecvența și perioada proprie a circuitului la rezonanță*:

impedanței circuitului, a valorilor efective ale intensităților curenților prin bobină și condensator și compararea lor cu intensitatea curentului din circuitul principal; - **calcularea** factorului de calitate al circuitului și **justificarea** denumirii de *factor de supracurent*; - **stabilirea** dependenței intensității efective în funcție de pulsația/frecvența generatorului și trasarea curbei de rezonanță $I=f(\omega)$; - **analizarea** curbei de rezonanță cu **precizarea** modului în care modificarea frecvenței influențează caracterul circuitului; - **formularea** concluziilor.  Graficul variației intensității funcție de pulsație	$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, $\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ - **determină** în condiții de rezonanță: $Z_{max} = R$, $I_{min} = \frac{U}{R}$, $I_{Lrez} = I_{Crez} = \frac{U}{\omega_0 L} = \frac{R}{\omega_0 L} I_{min}$ $I_{Lrez} = I_{Crez} = U\sqrt{\frac{C}{L}}$ - *la rezonanță impedanța este maximă, intensitatea curentului prin circuitul principal este minimă;* - **calculează** factorul de calitate al circuitului: $Q = \left(\frac{I_L}{I}\right)_{rez} = \left(\frac{I_C}{I}\right)_{rez} = \frac{R}{\omega_0 L} = RC\omega_0 = R\sqrt{\frac{C}{L}}$ și **observă că,** dacă reactanțele sunt mai mici decât rezistența R, $Q > 1$ și atunci *intensitățile curenților prin bobină și condensator ating valori mari, superioare curentului din ramura principală – factor de supracurent*; - **scriu** dependența *intensității efective în funcție de frecvență*: $I = U\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2}$; - **reprezintă grafic** curba de rezonanță și **observă că** în timpul variației frecvenței, circuitul trece prin regim *inductiv ($\upsilon < \upsilon_0$), de rezonanță ($\upsilon = \upsilon_0$) și capacitiv ($\upsilon > \upsilon_0$)*, iar *pentru valoarea de rezonanță a pulsației* apare minimului *intensității curentului*.

Lecţia 7

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (comportarea circuitelor RLC în c.a., norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): studiul circuitului RLC în curent alternativ – lucrare de laborator – prin care se arată că: *rezultatele modelării matematice a funcționării unor circuite de curent alternativ întâlnite în practică sunt verificate și confirmate prin experiențe*;	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la utilizarea modelării analitice, grafice și fazoriale în studiul tensiunilor alternative și curenților alternativi din circuitele RLC **şi comunică** părerile în clasă.
• **Invită elevii să reia studiul** experimental **al** circuitului RLC în curent alternativ și **cere elevilor** să lucreze pe grupe și **să calculeze** reactanțele elementelor de circuit și impedanța circuitului, atât din considerente teoretice, cât și prin utilizarea valorilor măsurate experimental.	• **Evaluează resursele** (ceea ce au aflat din experimentele și informațiile anterioare): filtrează, distilează, compară informaţiile obţinute, extrag informaţiile utile.
• **Oferă elevilor materiale și fișe de activitate experimentală** pentru experimente: generator de tensiune alternativă stabilizată, ampermetre c.a., voltmetre c.a., rezistori de rezistență variabilă, bobine cu miez de fier, condensator variabil,	• **Organizaţi în grupuri de lucru**, elevii: identifică ordinea în care vor efectua experimentele; citesc cu atenție instrucțiunile din fișa de activitate experimentală și pun întrebări pertinente profesorului; selectează și organizează corespunzător materialele necesare

<table>
<tr>
<td>conductoare de legătură.</td>
<td>desfășurării experimentelor; efectuează determinări experimentale.</td>
</tr>
<tr>
<td>1. Circuitul RLC serie în curent alternativ:
Realizați montajul experimental conform schemei electrice din fișa de activitate experimentală și alimentați circuitul cu o tensiune sinusoidală cu amplitudine fixă și frecvență variabilă. Conectați instrumentele de măsură în circuit și citiți indicațiile lor.
a. Păstrați frecvența constantă și modificați rezistența R, inductanța L, capacitatea C
- calculați valorile reactanțelor și impedanța după formula stabilită în formalismul fazorial;
- înregistrați valorile obținute într-un tabel;
- comparați valoarea calculată a impedanței cu valoarea experimentală;
- eliminați din circuit bobina și reluați aceleași operații pentru studiul circuitului RC serie;
- eliminați din circuit condensatorul și reluați aceleași operații pentru studiul circuitului RL serie;
- formulați concluzii.
b. Păstrați constante rezistența R, inductanța L, capacitatea C și modificați frecvența:
- calculați valorile reactanțelor și impedanța după formula stabilită în formalismul fazorial;
- înregistrați valorile obținute într-un tabel;
- comparați valoarea calculată a impedanței cu valoarea experimentală;
- reprezentați grafic reactanțele, impedanța și intensitatea curentului în funcție de frecvență;
- reglați valoarea frecvenței pentru a obține rezonanța circuitului;
- calculați reactanța circuitului și impedanța la frecvența de rezonanță;
- calculați frecvența proprie a circuitului după formula stabilită în formalismul fazorial;
- comparați valoarea calculată a frecvenței la rezonanță cu frecvența generatorului;
- formulați concluzii.
Observație: experimentul din cazul b se va realiza numai dacă există în laborator generator cu frecvență variabilă.</td>
<td>• Efectuează experimentul:
a. U = constant; υ = constant; R,L,C -variabile
- realizează montajul experimental și citesc indicațiile aparatelor de măsură pentru diferite valori ale lui R, L, C;
- calculează valorile reactanțelor și impedanța circuitului cu formulele:
$X_L = \omega L,\ X_C = \frac{1}{\omega C},\ Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
- calculează impedanța obținută experimental: $Z_{exp}=U/I$;
- înregistrează datele culese în tabelul următor:
Circuitul RLC serie
<table>
<tr><td>R (Ω)</td><td>C (μF)</td><td>L (mH)</td><td>X_L (Ω)</td><td>X_C (Ω)</td><td>Z_{calc} (Ω)</td><td>U (V)</td><td>I (A)</td><td>Z_{exp} (Ω)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
- elimină bobina/condensatorul din circuit, obțin un circuit RC/RL serie și înregistrează datele în tabelele:
Circuitul RC serie
<table>
<tr><td>R (Ω)</td><td>C (μF)</td><td>X_C (Ω)</td><td>Z_{calc} (Ω)</td><td>U (V)</td><td>I (A)</td><td>Z_{exp} (Ω)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
Circuitul RL serie
<table>
<tr><td>R (Ω)</td><td>L (mH)</td><td>X_L (Ω)</td><td>Z_{calc} (Ω)</td><td>U (V)</td><td>I (A)</td><td>Z_{exp} (Ω)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
- compară în fiecare caz valoarea calculată a impedanței cu valoarea experimentală și formulează concluzii;
b. U = constant; R,L,C = constante; υ variabilă
- calculează valorile reactanțelor și impedanța cu aceleași formule și înregistrează datele culese în tabelul:
Circuitul RLC serie
<table>
<tr><td>υ (Hz)</td><td>R (Ω)</td><td>X_L (Ω)</td><td>X_C (Ω)</td><td>Z_{calc} (Ω)</td><td>U (V)</td><td>I (A)</td><td>Z_{exp} (Ω)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
- compară valoarea calculată a impedanței cu valoarea experimentală și formulează concluzii;
- reprezintă grafic reactanțele, impedanța și intensitatea curentului în funcție de frecvență;
- reglează valoarea frecvenței până obțin rezonanța circuitului și calculează reactanța circuitului și impedanța la rezonanță: X = 0, Z = R, minimă;
- calculează frecvența proprie a circuitului după formula:
$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ și compară valoarea calculată a frecvenței la rezonanță cu frecvența generatorului;
- formulează concluzii.</td>
</tr>
<tr>
<td>2. Circuitul RLC paralel în curent alternativ:
Realizați montajul experimental conform schemei electrice din fișa de activitate experimentală și alimentați circuitul cu o tensiune sinusoidală cu amplitudine fixă și frecvență variabilă. Conectați instrumentele de măsură în circuit și citiți indicațiile lor.
a. Păstrați frecvența constantă și modificați rezistența R, inductanța L, capacitatea C
- calculați valorile reactanțelor și impedanța după formula stabilită în formalismul fazorial;
- înregistrați valorile obținute într-un tabel;
- comparați valoarea calculată a impedanței cu</td>
<td>• Efectuează experimentul:
a. U = constant; υ = constant; R,L,C - variabile
- realizează montajul experimental și citesc indicațiile aparatelor de măsură pentru diferite valori ale lui R, L, C;
- calculează valorile reactanțelor și impedanța circuitului cu formulele:
$X_L = \omega L,\ X_C = \frac{1}{\omega C},\ Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2}}$
- calculează impedanța obținută experimental: $Z_{exp}=U/I$;
- înregistrează datele culese în tabelul:</td>
</tr>
</table>

valoarea experimentală;
- **eliminați** din circuit bobina și **reluați** aceleași operații pentru studiul circuitului *RC paralel*;
- **eliminați** din circuit condensatorul și **reluați** aceleași operații pentru studiul circuitului *RL paralel*;
- **formulați** concluzii.

***b. Păstrați constante rezistența R, inductanța L, capacitatea C și modificați frecvența*:**
- **calculați** valorile reactanțelor și impedanța după formula stabilită în formalismul fazorial;
- **înregistrați** valorile obținute într-un tabel;
- **comparați** valoarea calculată a impedanței cu valoarea experimentală;
- **reprezentați** grafic reactanțele, impedanța și intensitatea curentului în funcție de frecvență;
- **reglați** valoarea frecvenței pentru a obține rezonanța circuitului;
- **calculați** reactanța circuitului și impedanța la frecvența de rezonanță;
- **calculați** frecvența proprie a circuitului după formula stabilită în formalismul fazorial;
- **comparați** valoarea calculată a frecvenței la rezonanță cu frecvența generatorului;
- **formulați** concluzii.

Observație: experimentul din ***cazul b*** se va realiza numai dacă ***există*** în laborator generator cu frecvență variabilă.

Circuitul RLC paralel

R (Ω)	C μF	L mH	X_L (Ω)	X_C (Ω)	c_{al} (Ω)	U (V)	I (A)	Z_{ex} (Ω)

- **elimină** bobina/condensatorul din circuit,**obține** un circuit *RC/RL paralel* și **înregistrează** datele în tabelele:

Circuitul RC paralel

R (Ω)	C (μF)	X_C (Ω)	Z_{calc} (Ω)	U (V)	I (A)	Z_{exp} (Ω)

Circuitul RL paralel

R (Ω)	L (mH)	X_L (Ω)	Z_{calc} (Ω)	U (V)	I (A)	Z_{exp} (Ω)

- **compară** în fiecare caz valoarea calculată a impedanței cu valoarea experimentală și **formulează** concluzii;

b. U = constant; R,L,C = constante; *υ variabilă*
- **calculează** valorile reactanțelor și impedanța cu aceleași formule și **înregistrează** datele în tabelul:

Circuitul RLC paralel

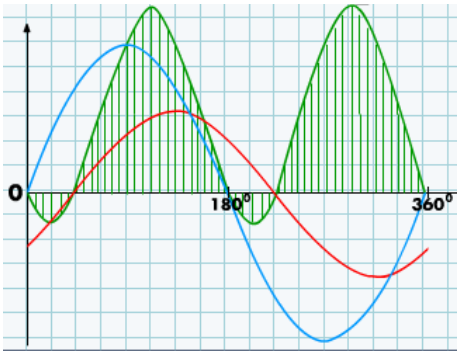
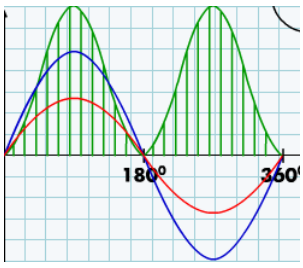
υ (Hz)	R (Ω)	X_L (Ω)	X_C (Ω)	Z_{calc} (Ω)	U (V)	I (A)	Z_{exp} (Ω)

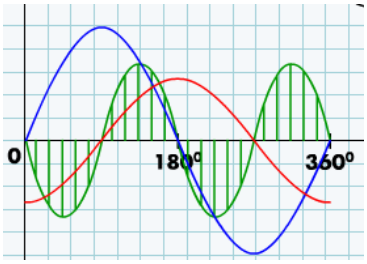
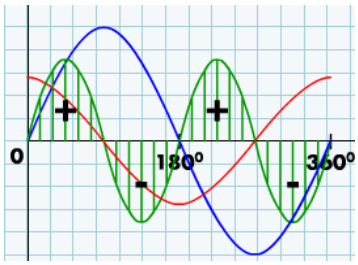
- **compară** valoarea calculată a impedanței cu valoarea experimentală și **formulează** concluzii;
- **reprezintă** grafic reactanțele, impedanța și intensitatea curentului în funcție de frecvență;
- **reglează** valoarea frecvenței până obțin rezonanța circuitului și **calculează** reactanța circuitului și impedanța la rezonanță: *X = 0, Z = R, ma*ximă;
- **calculează** frecvența proprie a circuitului după formula $\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ și **compară** valoarea calculată a frecvenței la rezonanță cu frecvența generatorului;
- **formulează** concluzii.

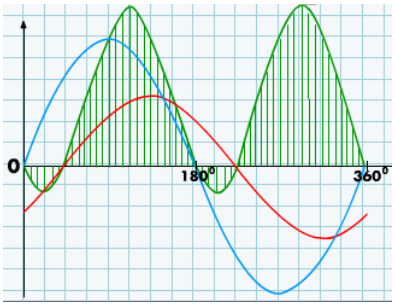
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor **să redacteze**, pe baza caietelor de notițe, *referatul lucrării* realizate, oferind următoarea structură pentru acesta: 1. *Preambul/Teoria lucrării* (definiții ale mărimilor fizice utilizate, enunțuri de legi/teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operații de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunțuri generale, validarea unui enunț).	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Lecția 8

Rolul profesorului	**Sarcini de învățare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea temelor efectuate acasă și cere elevilor să prezinte rezultatele obținute; • **Vizează** *cunoștințele anterioare* ale elevilor, *preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice*, *nevoile de cunoaștere* cu privire la sarcinile de efectuat	• Organizați în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* și **evocă** dificultăți/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante etc.

(energia şi puterea curentului electric staţionar, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): energia şi puterea în curent alternativ; **Revine din nou la întrebarea iniţială**: „ *Cum se comportă un circuit electric la o variaţie permanentă a tensiunii aplicate circuitului? Toate circuitele electrice au aceeaşi comportare?*”, cerând elevilor să **prezinte noi argumente** la întrebare;	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la analiza energetică a circuitelor de curent alternativ **şi comunică** părerile în clasă (explicaţii neştiinţifice).
• **Comunică elevilor** ideea că vor analiza *procesele ireversibile şi procesele reversibile* produse în circuitele electrice de curent alternativ care conţin elemente active (rezistoare) şi elemente reactive (bobine şi condensatoare), urmărind comportarea elementelor circuitului din punct de vedere energetic.	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la: - *procesele ireversibile* produse în circuitele de curent alternativ care conţin rezistoare – pierderi de energie prin efect Joule; - *procesele reversibile* produse în circuitele electrice de curent alternativ care conţin bobine şi condensatoare – generarea câmpului magnetic şi a câmpului electric; **şi comunică** părerile în clasă (explicaţii neştiinţifice).
• **Defineşte (operaţional)** *puterea instantanee p* într-un circuit RLC, la bornele căruia se aplică o *tensiune* $u = U_m \sin \omega t$, circuitul fiind străbătut de *curentul* $i = I_m \sin(\omega t - \varphi)$. • **Cere elevilor să găsească** variaţia puterii p în raport cu timpul, **să analizeze** graficele *u, i, p* şi **să arate** că puterea instantanee oscilează în timp cu o pulsaţie dublă 2ω, în jurul valorii ei medii. 	• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat şi **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **aplică** definiţia puterii momentane, **folosesc** relaţii trigonometrice, **trec** de la valori maxime la valori efective şi **găsesc** expresia *puterii momentane*: $p = UI\cos\varphi - UI\cos(2\omega t - \varphi)$; - **observă** că puterea momentană, în raport cu timpul, conţine două componente: o *componentă constantă* $UI\cos\varphi$ şi o *componentă alternativă* $UI\cos(2\omega t - \varphi)$; - **sesizează că** valorile medii pe o perioadă ale tensiunii şi curentului sunt nule (funcţii sinusoidale); - din diagrama variaţiei puterii instantanee în raport cu timpul **arată că** pentru o perioadă, energia absorbită în circuitul de c.a. este: $W = UI\cos\varphi \cdot T$; - **stabileşte că** *valoarea medie a puterii* unui circuit de c.a. într-o perioadă este diferită de zero şi este egală cu *componenta constantă a puterii instantanee* $\bar{p} = UI\cos\varphi$; - **constată că** puterea instantanee oscilează în timp cu o pulsaţie dublă 2ω, în jurul valorii ei medii; - din expresia puterii instantanee **observă că** la un moment dat *circuitul primeşte energie p(t) > 0*, sau *cedează energie p(t) < 0*.
• **Invită elevii să utilizeze** *aplicaţia interactivă AEL referitoare la puterea în curent alternativ, care permite înţelegerea şi interpretarea schimbului energetic în circuitele de c.a.*	• **Utilizează** softul educaţional care simulează *schimbul energetic în circuitul RLC în c.a*:
a. *Schimbul energetic într-un circuit de c.a. care conţine un rezistor*: - **analizaţi şi interpretaţi** reprezentările grafice ale tensiunii, intensităţii curentului electric şi ale puterii instantanee;  - **analizaţi** schimbul energetic pentru *rezistor*;	***a. Circuitul conţine un rezistor R*** - **urmăresc** animaţia şi trasarea graficelor *u, i, şi p*; - din reprezentările grafice **observă că** *u şi i* sunt în fază, deci *puterea instantanee p = u·i* este mereu *pozitivă*; - **intuiesc că** *rezistorul primeşte tot timpul energie de la sursă* şi o transformă în căldură (efect Joule); - **calculează** puterea instantanee $p_R = UI(1 - \cos 2\omega t)$ şi **obţin** astfel puterea medie, $\bar{p} = UI$; - **sesizează că** această putere medie este tocmai ***puterea activă***, ea este absorbită prin efect Joule şi transferată mediului sub formă de căldură: $P = UI$ - **stabilesc** unitatea de măsură pentru puterea activă (*W*); - **folosesc** legea lui Ohm şi **găsesc** formulele pentru

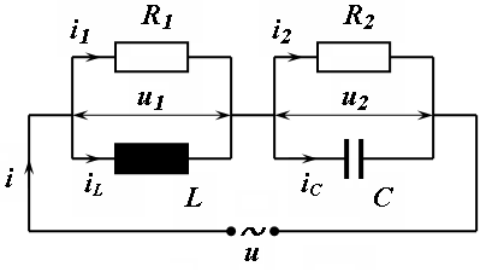
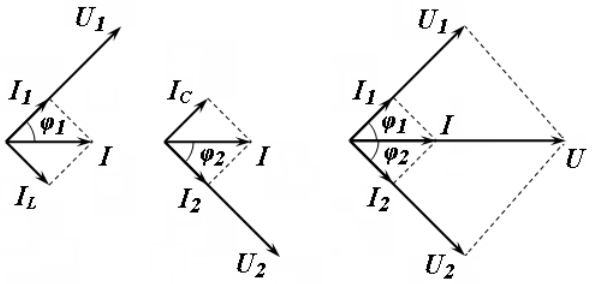
<table>
<tr>
<td>- calculaţi puterea instantanee şi puterea medie pe o perioadă primită de rezistor;
- formulaţi concluzii;
• Defineşte (operaţional) puterea activă şi factorul de putere şi cere elevilor să stabilească unitatea de măsură pentru puterea activă şi să deducă diferite formule ale puterii active.</td>
<td>puterea activă: $P = U_R I = RI^2 = \frac{U_R^2}{R}$;
- constată că, deoarece curentul este în fază cu tensiunea $\varphi = 0$, factorul de putere $\cos\varphi = 1$.</td>
</tr>
<tr>
<td>b. Schimbul energetic într-un circuit de c.a. care conţine o bobină ideală:
- analizaţi şi interpretaţi reprezentările grafice ale tensiunii, intensităţii curentului electric şi ale puterii instantanee;
- analizaţi schimbul energetic pentru bobină;
- calculaţi puterea instantanee şi puterea medie pe o perioadă pentru acest circuit;
- formulaţi concluzii;
 
•Defineşte (operaţional) puterea reactivă inductivă şi denumeşte unitatea ei de măsură VAR(volt-amper-reactiv) şi cere elevilor să deducă diferite formule ale puterii reactive inductive.</td>
<td>b. Circuitul conţine o bobină L
- urmăresc animaţia şi trasarea graficelor u, i, şi p;
- din reprezentările grafice observă că u este în avans de fază cu π/2 faţă de i, deci puterea instantanee $p = u \cdot i$ este alternativ pozitivă şi negativă;
- intuiesc că bobina primeşte energie de la generator în timpul alternanţei pozitive şi returnează generatorului energia primită în alternanţa negativă;
- calculează puterea instantanee a acestui circuit:
$p_L = UI \sin 2\omega t = X_L I^2 \sin 2\omega t$, ea variază cu pulsaţia 2ω şi obţin astfel puterea medie pe o perioadă, $\bar{p} = 0$;
- sesizează că în acest caz, puterea activă este nulă, deoarece o bobină ideală nu consumă, global, energie de la generator, ea înmagazinează energie magnetică în timp de o semiperioadă şi o restituie generatorului în semiperioada următoare;
- afirmă că puterea reactivă inductivă $\Pr = X_L I^2$ nu este consumată, ci este transferată alternativ între generator şi bobină;
- folosesc legea lui Ohm şi găsesc formulele pentru puterea reactivă inductivă: $P_r = U_L I = X_L I^2 = \frac{U_L^2}{X_L}$;
- constată că, deoarece curentul este în urmă faţă de tensiunea cu $\varphi = \pi/2$, factorul de putere $\cos\varphi = 0$.</td>
</tr>
<tr>
<td>c. Schimbul energetic într-un circuit de c.a. care conţine un condensator:
- analizaţi şi interpretaţi reprezentările grafice ale tensiunii, intensităţii curentului electric şi ale puterii instantanee;
 
- analizaţi schimbul energetic pentru condensator;
- calculaţi puterea instantanee şi puterea medie pe o perioadă pentru acest circuit;
- formulaţi concluzii;
• Defineşte (operaţional) puterea reactivă capacitivă şi cere elevilor să deducă diferite formule ale puterii reactive inductive.</td>
<td>c. Circuitul conţine un condensator C
- urmăresc animaţia şi trasarea graficelor u, i, şi p;
- din reprezentările grafice observă că i este în avans de fază cu π/2 faţă de u, deci puterea instantanee $p = u \cdot i$ este alternativ pozitivă şi negativă;
- intuiesc că, condensatorul primeşte energie de la generator în timpul alternanţei pozitive şi returnează generatorului energia primită în alternanţa negativă;
- calculează puterea instantanee a acestui circuit:
$p_C = -UI \sin 2\omega t = -X_C I^2 \sin 2\omega t$ ea variază cu pulsaţia 2ω şi obţin astfel puterea medie pe o perioadă, $\bar{p} = 0$;
- sesizează că în acest caz, puterea activă este nulă, deoarece un condensator ideal nu consumă, global, energie de la generator, el înmagazinează energie electrică în timp de o semiperioadă şi o restituie generatorului în semiperioada următoare;
- afirmă că puterea reactivă capacitivă $\Pr = -X_C I^2$ nu este consumată, ci este transferată alternativ între generator şi condensator;
- folosesc legea lui Ohm şi găsesc formulele pentru puterea reactivă capacitivă:
$P_r = -U_C I = -X_C I^2 = -\frac{U_C^2}{X_C}$;
- constată că, deoarece curentul este înainte faţă de tensiune cu $\varphi = \pi/2$, factorul de putere $\cos\varphi = 0$.</td>
</tr>
</table>

• **Ghidează elevii să esenţializeze** concluziile privind schimbul energetic în circuitele de curent alternativ care conţin numai rezistor/bobină/ condensator, având în vedere defazajul care există între intensitatea curentului electric şi tensiune în aceste circuite.	• **Formulează** (în perechi) constatările/ concluziile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *rezistorul este un consumator activ de energie;* - *pentru bobină şi condensator, deoarece defazajul dintre u şi i în decursul unei perioade este* $\varphi = \pm\pi/2$ *, bilanţul energetic este nul;* - *deoarece tensiunile* u_L *şi* u_C *sunt în opoziţie, bobina şi condensatorul lucrează în contratimp, în timpul în care bobina primeşte energie, condensatorul cedează energie şi invers.*
d. Schimbul energetic în cazul general al unui circuit de curent alternativ RLC : - **analizaţi şi interpretaţi** reprezentările grafice ale tensiunii, intensităţii curentului electric şi ale puterii instantanee;  - **analizaţi** schimbul energetic pentru un *circuit RLC de curent alternativ*; - **identificaţi** puterea instantanee a circuitului cu cele două componente (constantă şi alternativă); - **identificaţi** puterea activă absorbită de circuit; - **identificaţi** puterea reactivă totală a circuitului. • **Defineşte (operaţional)** ***puterea aparentă,*** denumeşte unitatea ei de măsură *VA(volt-amper)* **şi cere elevilor** să deducă diferite formule ale puterii aparente.	***d. Circuit de curent alternativ RL C*** - **urmăresc** animaţia şi trasarea graficelor *u, i, şi p*; - din reprezentările grafice **observă că,** deşi valorile medii ale intensităţii curentului şi tensiunii sunt nule pe o perioadă, valoarea medie a puterii este diferită de zero; - **afirmă că** singurul element din circuit care disipă energie este rezistorul, iar bobina şi condensatorul realizează doar redistribuirea acesteia de la generator în câmpurile magnetic al bobinei şi electric al condensatorului; - **constată că**, indiferent de combinaţia elementelor circuitului, dacă între curent şi tensiune există un defazaj φ , puterea instantanee va fi dată de: $p = UI\cos\varphi - UI\cos(2\omega t - \varphi)$; - **identifică** *puterea activă absorbită de circuit, ca fiind componenta constantă a puterii instantanee* şi constată că, aceasta este de fapt valoarea medie a puterii instantanee în decurs de o perioadă; - ştiind că puterile sunt aditive şi oscilează în timp cu pulsaţia *2ω*, pentru circuitul RLC **pot intui** că suma algebrică $p_L + p_C = (X_L - X_C)I^2 \sin 2\omega t = XI^2 \sin 2\omega t$ are amplitudinea egală cu *puterea reactivă*; - **afirmă că** *puterea reactivă totală a circuitului* este, $\Pr = (X_L - X_C)I^2 = XI^2$; - **sesizează** că *puterea aparentă* reprezintă o putere ce pare a fi consumată fără a ţine cont de defazaj; - **folosesc** legea lui Ohm şi **găsesc** formulele pentru *puterea aparentă*: $S = UI = ZI^2 = \frac{U^2}{Z}$.
• **Propune** elevilor analiza proceselor ireversibile şi reversibile produse în circuitele electrice de curent alternativ care conţin elemente active (rezistoare) şi elemente reactive (bobine şi condensatoare) ***folosind formalismul fazorial***: - **consideraţi** triunghiul tensiunilor în cazul unui circuit serie şi prin înmulţirea valorile laturilor triunghiului cu intensitatea efectivă *I*, **obţineţi** *triunghiul puterilor*; - **urmăriţi** distribuţia puterilor fiecărui element de circuit şi **identificaţi** astfel puterile în curent alternativ; - **identificaţi** factorul de putere; - **găsiţi** relaţiile dintre puteri; - **formulaţi** concluzii cu privire la procesele ireversibile şi reversibile produse într-un circuit de curent alternativ RLC .	• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat şi **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **construiesc** triunghiul puterilor; - **identifică** *puterea activă* pentru circuitul serie, ca fiind cateta orizontală: $P = UI\cos\varphi = U_R I = RI^2$; - **identifică** *puterea reactivă* pentru circuitul serie, cateta verticală: $P_r = UI\sin\varphi = (U_L - U_C)I = (X_L - X_C)I^2$ - **identifică** ipotenuza pentru circuitul serie ca fiind *puterea aparentă*: $S = UI = ZI^2$; - **observă că**: $\cos\varphi = \frac{P}{S}$, adică *valoarea factorului de putere arată ce fracţiune din puterea furnizată de generator circuitului este reprezentată de puterea activă*; - **folosind** relaţiile în triunghiul puterilor găsesc: $S^2 = P^2 + P_r^2$, $P = S\cos\varphi$, $P_r = S\sin\varphi$; - în *rezistori procesele sunt ireversibile*, energia electrică se transformă în căldură care se degajă pe rezistori; - pe *elementele reactive, procesele sunt reversibile –*

	intervalele de timp în care energia este transmisă de la sursă la elementul reactiv din circuit alternează cu intervalul de timp în care energia revine de la elementul reactiv la sursa de tensiune.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere elevilor**: **1. să construiască** triunghiul puterilor pentru circuitul ***paralel RLC*** şi **să scrie** expresiile puterilor în acest circuit; **2. să se documenteze şi studieze** transferul optim de putere în curent alternativ şi condiţiile în care se obţine transferul optim de putere de la un generator de curent alternativ cu rezistenţa internă r, inductanţa L şi t.e.m. $e=E_m sin\omega t$ către un receptor de rezistenţă R.	• **Efectuează tema pentru acasă**. **1.** În cazul ***circuitului paralel RLC*** **construiesc** triunghiul puterilor din triunghiul intensităţilor prin înmulţirea laturilor diagramei fazoriale cu U: - **scriu** expresiile puterilor în acest caz: *puterea activă* $P = UI\cos\varphi = UI_R = RI_R^2 = \frac{U^2}{R}$, *puterea reactivă* $P_r = UI\sin\varphi = (I_L - I_C)U = X_L I_L^2 - X_C I_C^2 = \frac{U^2}{X_L} - \frac{U^2}{X_C}$ şi *puterea aparentă* $S = UI = ZI^2$. **2.*Transferul optim de putere*** de la generator către receptor se obţine în acest caz, *dacă circuitul conţine un condensator C care să compenseze diferenţa de fază dintre tensiune şi intensitate, introdusă de reactanţa* $X_L=\omega L$: - **scriu** intensitatea: $I = \frac{E}{\sqrt{(R+r)^2 + (X_L - X_C)^2}}$; - **observă că** în condiţia în care $X_L = X_C$, circuitul este la rezonanţă şi *curentul devine maxim* $I_{\max} = \frac{E}{R+r}$; - *puterea activă* $P = RI^2 = \frac{RE^2}{(R+r)^2}$ *devine maximă* când $R = r$, la fel ca în circuitele de c.c., iar $P_{\max} = \frac{E^2}{4r}$; - **calculează** puterea activă totală produsă de generator este $P_{total} = (R+r)I^2 = \frac{E^2}{2r} = 2P_{\max}$; - **calculează** randamentul în cazul transferului maxim de putere: $\eta = \frac{P_{\max}}{P} = 0{,}5$, valoare mică sub necesităţile transmisiei eficiente de energie.

Lecţia 9

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor** efectuate acasă şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea modelării matematice în studiul circuitului RLC în c.a. , norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante etc.
• ***Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea formalismului adecvat şi utilizarea acestuia în rezolvarea reţelelor de curent alternativ;	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la formalismul fazorial folosit în studiul circuitelor de curent alternativ **şi comunică** părerile în clasă.
• **Defineşte** *reţeaua electrică*, **face precizarea că**	• **Formulează** (în perechi) constatările/ concluziile lor şi

rețelele simple de circuit de curent alternativ sunt formate din impedanțe legate în serie și în paralel și **arată că** rezolvarea rețelelor presupune identificarea intensităților și tensiunilor pe fiecare element de rețea, aflarea impedanței circuitului și a defazajului dintre tensiune și intensitate. • **Precizează că** rezolvarea rețelelor electrice de curent alternativ se poate face prin: *metoda analitică, metoda fazorială și metoda numerelor complexe* și **cere elevilor** să caracterizeze pe scurt fiecare metodă.	**comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - ***abordarea analitică*** presupune aplicarea legii lui Ohm pentru valori efective și a legilor lui Kirchhoff pentru valori instantanee, este o metodă complicată; - ***abordarea fazorială*** este mai intuitivă, dar dificil de utilizat în circuitele complicate, tocmai datorită compunerii unui număr mare de vectori; - ***metoda numerelor complexe*** probabil se bazează pe reprezentarea vectorilor în planul numerelor complexe și ar putea fi mult mai rapidă.
• **Prezintă** elevilor *un algoritm de rezolvare a rețelelor de c. a.* folosind **metoda fazorială**: - **identificarea** tensiunilor și curenților din rețea; - **scrierea** *legilor lui Kirchhoff* pentru valori instantanee pe baza cărora se construiește diagrama fazorială; - **stabilirea** unui *fazor de referință* și **trasarea** *diagramei fazoriale*, ținând cont de defazajele cunoscute dintre tensiunea la bornele fiecărui element de circuit și intensitatea curentului electric prin acel element de circuit; - **corelarea și însumarea** fazorilor tensiunilor și intensităților se poate face pe porțiuni de rețea și apoi **unirea** diagramelor pe baza fazorilor comuni; - *cu ajutorul diagramei fa*zoriale și **folosind** *legea lui Ohm pentru valori efective* **se rezolvă** rețeaua electrică de c.a. • **Cere elevilor să** aplice acest formalism fazorial la rezolvarea problemei următoare: Circuitul electric, din figura alăturată, în care se cunosc $R_1=R_2=X_L=X_C=10\Omega$, este alimentat la o tensiune alternativă cu valoarea efectivă $U=100V$. ***Determinați*** intensitatea efectivă a curentului I prin întregul circuit, impedanța circuitului Z și defazajul φ dintre tensiune și curent.  	• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat și **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **identifică** tensiunile și curenții din circuit: u, u_1, u_L, u_2, u_C, i, i_1, i_2, i_L, i_C; - **scriu** legile lui Kirchhoff pentru valori instantanee: $i=i_1+i_L=i_2+i_C$, $u_1=u_{R1}=u_L$, $u_2=u_{R2}=u_C$, $u=u_1+u_2$  - **construiesc** diagramele fazoriale pe porțiuni de rețea, *fazorii de referință* fiind *tensiunile* U_1 pentru gruparea *paralel* R_1L și U_2 pentru gruparea *paralel* R_2C: - **folosesc** legile lui Ohm pentru valori efective, **fac raționamente** trigonometrice în cele două triunghiuri ale intensităților și **obțin**: $U_1=\frac{R_1X_LI}{\sqrt{R_1^2+X_L^2}}=\frac{10\cdot I}{\sqrt{2}}$ și $tg\varphi_1=\frac{R_1}{X_L}=1$; $U_2=\frac{R_2X_CI}{\sqrt{R_2^2+X_C^2}}=\frac{10\cdot I}{\sqrt{2}}$ și $tg\varphi_2=\frac{R_2}{X_C}=1$ - **observă că** $U_1=U_2$ și $\varphi_1=\varphi_2=\pi/4$; - **realizează** diagrama pentru întregul circuit, *fazorul de referință fiind intensitatea I*; - **sesizează că** fazorul tensiunii este în fază cu fazorul intensității, deci $\varphi=0$; - din diagrama fazorială pentru întregul circuit **găsesc** relația $U_1=\frac{U}{\sqrt{2}}$ și **obțin** imediat *intensitatea efectivă a curentului* prin întregul circuit $I=10A$; - *impedanța circuitului* o **calculează** din legea lui Ohm: $Z=U/I=10\Omega$.
• ***Comunică elevilor** ideea că la rezolvarea circuitelor de curent alternativ cu ajutorul numerelor complexe se folosesc aceiași algoritmi ca și în cazul circuitelor de curent continuu.	• **Evocă** observații, experiențe și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete).
• ***Prezintă** elevilor **formalismul numerelor complexe**: - pentru studiul circuitelor de c.a. **se pot asocia** *intensităților, tensiunilor, reactanțelor și impedanțelor numere complexe*; - *valorile instantanee* ale mărimilor alternative	• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat și **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **transformă** rețeaua electrică din problema precedentă într-o rețea echivalentă:

sunt date de *partea imaginară* sau de *partea reală* a *numărului complex asociat*;

Mărimea fizică	***Numărul complex asociat***
$u(t)=U\sqrt{2}\sin\omega t$	$\underline{U}=U\sqrt{2}e^{j\omega t}$ $u(t)=\mathrm{Im}\,\underline{U}$
$i(t)=I\sqrt{2}\sin(\omega t-\varphi)$	$\underline{I}=I\sqrt{2}e^{(j\omega t-\varphi)}$ $i(t)=\mathrm{Im}\,\underline{I}$
Impedanța Z	$\underline{Z}=\mathrm{Re}\,\underline{Z}+j\,\mathrm{Im}\,\underline{Z}$ $\underline{Z}=R+jX$
Modulul impedanței	$Z=\lvert\underline{Z}\rvert=\sqrt{R^2+X^2}$
Defazajul curent-tensiune	$\varphi=\arg\underline{Z}$ $tg\varphi=\frac{\mathrm{Im}\,\underline{Z}}{\mathrm{Re}\,\underline{Z}}=\frac{R}{X}$
Rezistorul R	$\underline{Z}_R=R$
Bobina ideală L	$\underline{Z}_L=\underline{X}_L=jX_L=j\omega L$
Condensator ideal C	$\underline{Z}_C=\underline{X}_C=-jX_C=$ $=-j\frac{1}{\omega C}$

- folosind reprezentarea în complex, *impedanțele echivalente se pot calcula ca și rezistențele echivalente în curent continuu*, adică ***impedanța echivalentă*** va fi:

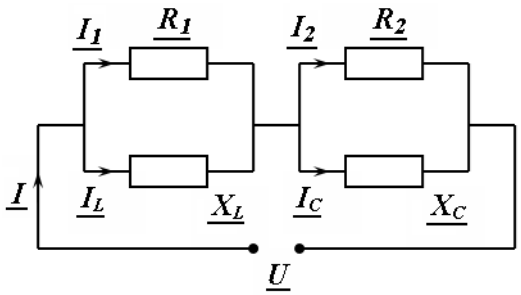
$\underline{Z}_s=\sum_k\underline{Z}_k$ (serie) și $\frac{1}{\underline{Z}_p}=\sum_k\frac{1}{\underline{Z}_k}$ (paralel)

- *legea lui Ohm* pentru o porțiune din circuitul de c.a. se scrie la fel ca în c.c. $\underline{I}=\frac{\underline{U}}{\underline{Z}}$

- *legile lui Kirchhoff* în c.a. se scriu sub forma:

$$\sum_k\underline{I}_k=0\ ,\ \sum_k\underline{E}_k=\sum_l\underline{I}_l\underline{Z}_l$$

• **Invită elevii** să aplice acest formalism la rezolvarea aceleiași probleme.



- **asociază** rezistențelor și reactanțelor numerele complexe: $\underline{R}_1=R_1$, $\underline{R}_2=R_2$, $\underline{X}_L=jX_L$, $\underline{X}_C=-jX_C$;
- **calculează** *impedanța complexă echivalentă pentru fiecare grupare paralel:*

$$\underline{Z}_{p1}=\frac{\underline{R}_1\cdot\underline{X}_L}{\underline{R}_1+\underline{X}_L}=\frac{R_1\cdot jX_L}{R_1+jX_L}$$

$$\underline{Z}_{p2}=\frac{\underline{R}_2\cdot\underline{X}_C}{\underline{R}_2+\underline{X}_C}=\frac{R_2\cdot(-jX_C)}{R_2-jX_C}$$

- în urma înlocuirilor **obțin** valorile:

$\underline{Z}_{p1}=\frac{10j}{1+j}$ și $\underline{Z}_{p2}=\frac{-10j}{1-j}$

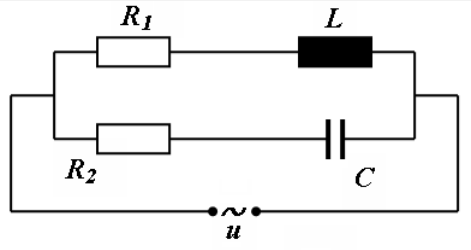
- **calculează** *impedanța complexă a circuitului*:

$$\underline{Z}_p=\underline{Z}_{p2}+\underline{Z}_{p2}=\frac{10j}{1+j}+\frac{-10j}{1-j}=10$$

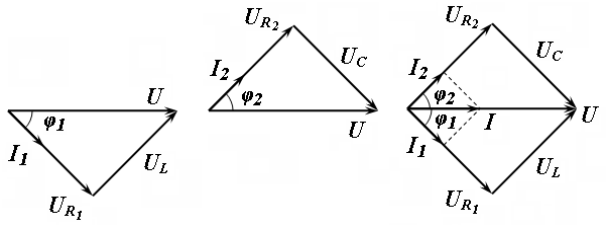
- *modulul impedanței complexe* este Z=10, adică ***impedanța circuitului*** are valoarea ***Z=10Ω***;
- *argumentul impedanței complexe* este ***φ=0***, adică ***intensitatea curentului din circuit este în fază cu tensiunea aplicată la capetele circuitului***;
- pentru aflarea ***intensității efective*** a curentului din circuit **aplică** legea lui Ohm $I=\frac{U}{Z}=10A$.
- **constată că** obțin aceleași rezultate indiferent de formalismul utilizat;
- **sesizează că** în acest caz formalismul numerelor complexe a permis o rezolvare mai rapidă a problemei.

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor:
1. să aplice, la alegere, formalismul fazorial sau formalismul numerelor complexe la rezolvarea problemei următoare:
Circuitul electric, din figura alăturată, este format din două ramuri grupate în paralel, care conțin rezistoarele R_1 și R_2 , o bobina ideală și un condensator. Se cunosc reactanțele X_L *și* X_C.
Determinați valorile rezistențelor $R_1 = R_2 = R$ astfel încât circuitul să se comporte rezistiv.

• **Efectuează tema pentru acasă**:
1. *Formalismul fazorial*
- **scriu** legile lui Kirchhoff pentru valori instantanee:
$i=i_1+i_2$, $u=u_{R_1}+u_L$, $u=u_{R_2}+u_C$
- **construiesc** diagramele fazoriale pe porțiuni de rețea, *fazorii de referință* fiind intensitățile I_1 pentru gruparea serie R_1L și I_2 pentru gruparea serie R_2C;
- **sesizează că** fazorul tensiunii este în fază cu fazorul intensității, deci φ=0;
- **realizează** diagrama pentru întregul circuit, *fazorul de referință fiind tensiunea U*;



2. să se informeze, documenteze şi să prezinte referatul ştiinţific privind *Aplicaţiile în tehnică ale circuitelor de curent alternativ. Măsuri de protecţie în producerea şi utilizarea curentului alternativ***,** oferind următoarea structură pentru acesta: 1. Introducere; 2. Consideraţii generale asupra temei abordate; 3. Prezentarea principalelor aplicaţii ale circuitelor de curent alternativ cu selectarea a ceea ce este deosebit; 4. Prezentarea principalelor măsuri de protecţie în producerea şi utilizarea curentului alternativ ; 5. Interpretarea personală şi concluziile constate; 6. Oportunitatea surselor bibliografice.
3. să pregătească prezentările lucrărilor proprii pentru evaluarea finală: *referate bibliografice (prezentări PowerPoint); „Jurnal de observaţii"; experimente şi construcţii de dispozitive; colecţii de probleme rezolvate; filmări proprii sau filme de montaj* etc.



- **folosesc** legile lui Ohm pentru valori efective, **fac raţionamente** trigonometrice în cele două triunghiuri ale tensiunilor şi **obţin**:

$$I_1 = \frac{U}{\sqrt{R_1^2 + X_L^2}}, \quad \sin\varphi_1 = \frac{U_L}{U} = \frac{I_1 X_L}{U}$$

$$I_2 = \frac{U}{\sqrt{R_2^2 + X_C^2}}, \quad \sin\varphi_2 = \frac{U_C}{U} = \frac{I_2 X_C}{U}$$

- **observă că** $I_1 \sin\varphi_1 = I_2 \sin\varphi_2$

- **efectuează** calculele şi **găsesc**: $R = \sqrt{X_L X_C}$

Formalismul numerelor complexe

- **asociază** rezistenţelor şi reactanţelor numerele complexe: $\underline{R_1}=R$, $\underline{R_2}=R$, $\underline{X_L}=jX_L$, $\underline{X_C}=-jX_C$;
- **calculează** *impedanţa complexă echivalentă pentru fiecare grupare:* $\underline{Z_{s1}} = R + jX_L$, $\underline{Z_{s2}} = R - jX_C$
- **calculează** *impedanţa complexă a circuitului*:

$$\underline{Z} = \frac{\underline{Z_{s1}} \cdot \underline{Z_{s2}}}{\underline{Z_{s1}} + \underline{Z_{s2}}} = \frac{(R + jX_L)(R - jX_C)}{(R + jX_L) + (R - jX_C)}$$

- deoarece intensitatea curentului din circuit este în fază cu tensiunea aplicată la capetele circuitului *argumentul impedanţei complexe* este ***φ=0,*** adică partea imaginară a impedanţei este nulă: *Im* $\underline{Z}=X=0$;
-din condiţia $X=0$ obţin în urma efectuării calculelor(care sunt destul de lungi): $R = \sqrt{X_L X_C}$

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul experimentului): 5. 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 10

<table>
<tr><th>Rolul profesorului</th><th>Sarcini de învăţare
Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):</th></tr>
<tr><td>• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor;
• Vizează cunoştinţele anterioare ale elevilor, preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (circuitul RLC în curent alternativ, norme de protecţia muncii în laborator etc.);</td><td>• Organizaţi în grupe, prezintă în clasă rapoarte de autoevaluare şi evocă dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.;</td></tr>
<tr><td>• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, aplicații în tehnică ale circuitelor de curent alternativ; măsuri de protecție în producerea și utilizarea curentului alternativ ;</td><td>• Evocă observaţii, experienţe şi comunică răspunsurile în clasă;</td></tr>
<tr><td>• Prezintă elevilor criteriile de evaluare a referatului:
<table>
<tr><th colspan="2">Criterii de evaluare</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Aspect general</td><td>Modul de realizare a referatului (coperta cu titlul şi datele autorului, paginaţie, etc.)</td></tr>
<tr><td>Redactarea referatului</td></tr>
<tr><td>Prezentarea bibliografiei</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Conţinut</td><td>Argumentarea temei</td></tr>
<tr><td>Conţinutul (corect, riguros, etc.)</td></tr>
<tr><td>Utilizarea unui limbaj corect şi a limbajului de specialitate;</td></tr>
<tr><td>Structura conţinutului (adecvată, haotică)</td></tr>
<tr><td>Respectarea planului de lucru</td></tr>
<tr><td>Existenţa şi calitatea desenelor, schemelor, fotografiilor etc.</td></tr>
<tr><td>Opinii personale cu privire la tema în discuţie</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Mod de prezentare</td><td>Coerenţă, corectitudine şi fluenţă în prezentare</td></tr>
<tr><td>Prezentare liberă, cvasiliberă, Power Point</td></tr>
<tr><td>Răspunsurile formulate de elev la întrebările profesorului şi ale colegilor (corect argumentate)</td></tr>
</table></td><td>• Organizaţi în grupe, prezintă în clasă referatul ştiinţific şi evocă dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
Tema referatului: Aplicaţiile în tehnică ale circuitelor de curent alternativ. Măsuri de protecţie în producerea şi utilizarea curentului alternativ
<u>Planul de lucru:</u>
1. Argumentul lucrării.
2. Prezentarea, prin comparaţie, a producerii şi utilizării curentului electric continuu şi a curentului electric alternativ.
3. Principalele aplicaţii ale circuitelor de curent alternativ cu selectarea a ceea ce este deosebit: aparate electrotehnice şi dispozitive electronice, observarea tensiunilor oscilante în medicină, motoare electrice, transformatoare, etc.(descriere, explicaţii, desene schematice, imagini).
4. Măsuri de protecţie în producerea şi utilizarea curentului alternativ, având în vedere: efectele curentului electric asupra organismului uman; efectele producerii curentului electric asupra mediului (hidrocentralele, centralele nuclearo-electrice, panourile solare, morile de vânt, etc.); alte efecte ale curentului electric alternativ (pericolul exploziilor electrice; apariţia supracurenţilor, supratensiunilor sau subtensiunilor în instalaţiile electrice; împământarea, rolul siguranţelor fuzibile; etc.).
5. Bibliografie</td></tr>
<tr><td>• Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competenţele cheie;[18]</td><td>• Prezintă portofoliile, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;</td></tr>
</table>

[18] **Criteriile de evaluare finală** vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.
Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite" corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

21. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
22. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
23. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);

• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte** elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ***Îşi propun** să **expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale, **să informeze** factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele*.

Bibliografie

(1) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006

(2) Stelian Ursu, Ion Toma, Rodica Ionescu, Cristina Onea, *Ghid pentru lucrări practice pentru laboratorul de fizică*, clasa a XI-a, Editura Radical, 1996

(3) *Manuale alternative*: Rodica Ionescu-Andrei, Cristina Onea, Ion Toma, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Grup Editorial ART, Bucureşti, 2007; Simona Bratu, Adrian Motomancea, Ion Apostol, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 2006; Daniel Ovidiu Crocnan, Manual pentru clasa a XI-a, Editura Sigma, Bucureşti, 2006; Constantin Mantea, Mihaela Garabet, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura BIC ALL, Bucureşti, 2006; Mihai Popescu, Valerian Tomescu, Smaranda Strazzaboschi, Mihai Sandu, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura LVS crepuscul, Bucureşti, 2006; Octavian Rusu, Constantin Trăistaru, Livia Dinică, Constantin Gavrilă, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura Corint, Bucureşti, 2006

24. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: XI.10
Oscilaţii electromagnetice libere. Circuitul oscilant
sau
„ De la pendulul elastic la oscilaţiile electromagnetice ”
sau
„Cum se produc oscilaţiile electromagnetice libere prin descărcarea unui condensator pe o bobină?”
sau
„De la pendulul elastic la selectarea radiofrecvenţelor cu circuitele oscilante”

Mihancea Katalin

Clasa: a XI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **2.2. Oscilaţii electromagnetice libere. Circuitul oscilant.** (*) Descărcarea unui condensator pe R şi L. Circuitul oscilant. Analogie dintre oscilatorul mecanic şi cel electromagnetic. Aplicaţii ale circuitului oscilant (Programa de fizică pentru clasa a XI-a).
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie neaşteptată, şi anume: *„Un trunchi de copac pluteşte pe apă, în timp ce o pietricică se scufundă!”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Un corp mic poate avea totuşi o densitate mare!”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează mişcarea oscilatorie într-un concept mai cuprinzător (caracteristicile mişcării oscilatorii, mărimi fizice, exemple, etc.), prezintă oscilaţia unui pendul elastic şi imaginile, pe ecranul osciloscopului, ale oscilaţiilor produse de un circuit oscilant;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind mişcarea oscilatorie, exemple de oscilatori mecanici, compară oscilaţia pendulului elastic cu cea a circuitului oscilant (pe baza imaginii de pe osciloscop);
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): *„Ce corespondenţă poate exista între oscilaţiile unui resort cu bilă şi un circuit oscilant?”* şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat;	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu: „probabil că există transformări energetice şi la circuitul oscilant ca şi la pendul”; „probabil că descărcarea condensatorului produce creşterea intensităţii curentului prin bobină”; „probabil că t.e.m. autoindusă în bobină produce reîncărcarea condensatorului” ; „probabil că descărcarea şi încărcarea condensatorului se produce cu o frecvenţă dată” „probabil că perioada de oscilaţie a circuitului oscilant depinde de C şi L” şi altele;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă/ exersează** măsurarea frecvenţei oscilaţiilor folosind osciloscopul, respectiv determinarea oscilaţiilor pendulului elastic;
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; **Orientează gândirea elevilor către identificarea** mărimilor fizice (masă, constantă elastică, capacitate, inductanţă, energie potenţială, energie cinetică, energia câmpului electric, energia câmpului magnetic) care disting ipotezele formulate, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* (utilizarea unor instrumente de măsură pentru măsurarea mărimilor necesare);	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica producerea oscilaţiilor cu circuitul oscilant; **Menţionează** masa, constanta elastică, capacitatea, inductanţa, energia potenţială, energia cinetică, energia câmpului electric, energia câmpului magnetic şi **reformulează** ipotezele formulate anterior: ,,la pendulul elastic energia potenţială se transformă în energia cinetică şi invers, iar la circuitul oscilant energia câmpului electric se transformă în energia câmpului magnetic şi invers”; „reîncărcarea şi încărcarea condensatorului se face cu o frecvenţă dată, precum şi oscilaţia pendulului elastic se produce cu o anumită frecvenţă”; • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[19]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor

[19] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

parcurgerii unităţii de învăţare);[20]	pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este un lucru?”.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (resort, bilă, balanţă, cronometru, osciloscop, montaj pentru studiul descărcării condensatorului prin circuitul oscilant) şi **cere elevilor să experimenteze** (să verifice ideea că valoarea rezistenţei active totale a circuitului dă caracterul periodic sau neperiodic al descărcării condensatorului, să determine condiţia pentru descărcarea periodică, să măsoare mărimile caracteristice folosind osciloscopul, să determine mărimile de care depinde frecvenţa pendulului elastic, :	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **Observă** mişcarea pendulului elastic pentru diferite alungiri maxime iniţiale; - **măsoară şi înregistrează**: frecvenţa de oscilaţie a pendulului elastic pentru corpuri cu mase diferite, respectiv pentru resorturi cu constante elastice diferite; - **observă imaginea de pe ecranul osciloscopului** a descărcării condensatorului din montajul dat **pentru condiţia:** $R_t \geq 2\sqrt{L/C}$, respectiv $R_t < 2\sqrt{L/C}$**,** - **măsoară şi înregistrează** frecvenţa oscilaţiilor circuitului oscilant pentru diferite valori ale capacităţii şi inductanţei; - **compară mărimile** fizice de care depinde frecvenţa oscilaţiei pendulului elastic şi al circuitului oscilant; **Observaţii:** - activitatea se poate organiza pe grupe în aşa fel încât unele grupe să studieze mişcarea pendulului elastic, altele să studieze descărcarea aperiodică şi cea periodică, iar altele dependenţa frecvenţei de C şi L;

[20] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

	- în cazul în care nu dispunem de osciloscop se poate face simularea prin calculator, programe educaţionale, cum ar fi: http://www.walter-fendt.de/ph14ro/osccirc_ro.htm
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind oscilaţiile pendulului elastic şi al circuitului oscilant; mărimile de care depinde frecvenţa oscilaţiei pendulului elastic şi cea a circuitului oscilant; condiţia pentru R_t pentru descărcarea aperiodică cea periodică; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări: Care sunt transformările energetice în timpul mişcării pendulului elastic, respectiv în cazul circuitului oscilant? - Care este relaţia pentru determinarea perioadei pendulului elastic? - Care este explicaţia procesului de producere a oscilaţiilor în circuitul oscilant?	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă)** cu ajutorul tabelului pentru descrierea procesului de producere a oscilaţiilor cu circuitul oscilant.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **reunesc într-un tabel comun** masele şi volumele măsurate pentru corpurile puse la dispoziţie, incluzând măsurătorile pentru apă şi adaugă o coloană a rapoartelor masă/ volum; • **Formulează ipoteze** privind relaţia aşteptată; • **Constată** că: - Analogia pendul elastic – circuit oscilant oferă posibilitatea stabilirii următoarelor corespondenţe între mărimile care le caracterizează:

Mărimi mecanice	*Mărimi electrice*
Elongaţia y Viteza $v = \Delta y/\Delta t$	Sarcina electrică q Intensitatea curentului

	$i = \Delta q/\Delta t$
Constanta elastică k	Inversul capacităţii 1/C
Masa m	Inductanţa L
Acceleraţia $a = \Delta v/\Delta t$	Viteza de variaţie a intensităţii curentului $\Delta i/\Delta t$
Energie potenţială $E_p = kx^2/2$	Energie electrică condensator $W_e = q^2/2C$
Energie cinetică $E_c = mv^2/2$	Energie magnetică bobină $W_m = Li^2/2$
Perioada oscilaţiilor $T = 2\pi\sqrt{m/k}$	Perioada oscilaţiilor $T = 2\pi\sqrt{LC}$

Legea conservării energiei pentru cele două sisteme considerate ideale (absenţa frecărilor la pendul şi rezistenţa bobinei neglijabilă), are expresia:

$ky^2/2 + mv^2/2 = E = const$

$q^2/2C + Li^2/2 = W_{elmag} = const.$

- **Precizează** elevilor că oscilaţiile dintr-un circuit oscilant sunt libere, procesul oscilator se produce singur, datorită sarcinii iniţiale q_m a condensatorului;

- Oscilaţiile libere se produc cu o perioadă proprie T_0 care depinde de valorile capacităţii C şi inductanţei L a circuitului oscilant.

- Circuitul LC se numeşte

- **denumeşte** relaţia pentru perioada oscilaţiilor circuitului oscilant: **formula lui Thomson**: $T = 2\pi\sqrt{LC}$

apoi **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *în termeni de* masă, constantă elastică, capacitate, sarcină electrică, tensiune electrică, intensitatea curentului electric, inductanţă, energie potenţială, energie cinetică, energia câmpului electric, energia câmpului magnetic ;

- **defineşte** circuitul oscilant şi oscilaţiile electromagnetice:

- **În circuitul oscilant LC** energia electromagnetică oscilează între forma electrică în condensator şi forma magnetică în inductor (bobină), motiv pentru care circuitul LC se numeşte **circuit oscilant.**

- Oscilaţiile energiei electromagnetice se numesc **oscilaţii electromagnetice.**

- **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: „Cum se produc oscilaţiile electromagnetice libere prin descărcarea unui condensator pe o bobină?”

şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;

- **Reformulează constatările**, în termeni de masă, constantă elastică, capacitate, sarcină electrică, tensiune electrică, intensitatea curentului electric, inductanţă, energie potenţială, energie cinetică, energia câmpului electric, energia câmpului magnetic ;

- **Constată** că:

1. În cazul oscilaţiei pendulului elastic energia cinetică se transformă în cea potenţială şi invers.

2. În circuitul oscilant LC energia electromagnetică oscilează între forma electrică în condensator şi forma magnetică în inductor (bobină).

- **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii);*

- **Formulează enunţul (relaţia, legea)** conform căreia:

Perioada proprie de oscilaţie a circuitului oscilant depinde de capacitatea condensatorului C şi de inductanţa bobinei L.

- **Formulează argumente** la mirarea iniţială:

Fazele procesului de producere a oscilaţiilor circuitului oscilant sunt:

- **faza I. (t = 0):** Sarcina condensatorului q_m este maximă, iar curentul prin circuit este zero. Toată energia preluată de circuit de la sursă este concentrată în câmpul electric dintre plăcile condensatorului, şi se poate exprima sub forma $q^2/2C$. Deoarece curentul este nul, în conductor nu există câmp magnetic, nici energie;

- **faza a II-a (0 < t < T/4):** Condensatorul a început să se descarce. Prin bobină circulă un curent care creşte treptat în intensitate, iar tensiunea între armăturile condensatorului scade, deoarece un număr tot mai mare de electroni pleacă de la armătura încărcată negativ, iar ajungând la armătura încărcată pozitiv îi micşorează sarcina. Energia electrică a condensatorului se

transformă treptat în cea magnetică în inductor.
- **faza a III-a (t = T/4):** Condensatorul este complet descărcat, iar intensitatea curentului prin circuit are valoarea maximă. Între plăcile condensatorului nu există nici câmp, nici energie. Toată energia se află în câmpul magnetic din inductor şi este $Li^2/2$.
- **faza a IV-a (T/4 < t < T/2):** Curentul scade în valoare, însă îşi păstrează sensul negativ, ceea ce duce la încărcarea plăcii inferioare a condensatorului cu sarcină pozitivă şi plăcii superioare cu sarcină negativă. Energia este împărţită între inductor şi condensator.
- **faza a V –a (t = T/2):** Condensatorul este încărcat cu sarcină maximă q_m, însă cu polaritate opusă faţă de faza I., iar curentul din circuit este nul. Din nou, toată energia este în câmpul electric al condensatorului. Din acest moment se schimbă sensul curentului în circuit.
- **faza a VI-a (T/2 < t < 3T/4):** Condensatorul se descarcă, curentul are sens pozitiv şi este crescător. Energia este împărţită între condensator şi inductor:
- **faza a VII-a (t = 3T/4):** Condensatorul este descărcat complet, curentul este pozitiv şi a atins valoarea maximă i_m. Toată energia circuitului este concentrată în câmpul magnetic din inductor.
- **faza a VIII-a (3T/4 < t <T):** Curentul pozitiv este descrescător în timp şi încarcă condensatorul cu sarcină pozitivă pe placa superioară şi negativă pe placa inferioară. Energia este împărţită între inductor şi condensator.
- **faza a IX-a (t = T):** Este identică cu faza a I. În continuare procesul se repetă identic cu cel descris, adică **este un proces periodic.**

• **Efectuează tema pentru acasă**.

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere elevilor** să răspundă la întrebări şi să rezolve sarcinile de lucru cum sunt:

1. Ce se întâmplă cu oscilaţiile, atât la pendul cât şi la circuitul oscilant, în cazul real, adică în prezenţa frecărilor şi dacă se ţine cont de rezistenţa bobinei?
2. Ilustrarea grafică a variaţiei în timp a mărimilor caracteristice circuitului LC, în paralel cu variaţia în timp a mărimilor caracteristice oscilaţiei unui corp cu masa *m* suspendat de un resort cu constanta elastică *k*, parcurgând cele IX faze.

Timpul	Sistem LC	Energia	Sistem m, k	Energia

3. Trasarea graficului u_C, i în funcţie de timp.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza condiţiei de plutire: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: g) **observă şi optimizează** circuitul oscilant, principiul de funcţionare h) **măsoară** mărimile caracteristice circuitului oscilant pentru diferite cazuri (se modifică C, L, R) **calculează** frecvenţa proprie a circuitului; i) **demonstrează experimental** formula lui Thomson şi o aplică la determinarea frecvenţei circuitului oscilant; j) **construiesc un circuit oscilant serie şi paralel** pentru a **pune în evidenţă proprietăţile** oscilaţiilor forţate, şi anume: - amplitudinea oscilaţiilor forţate depinde de tensiunea electromotoare a generatorului şi de relaţia dintre frecvenţa generatorului şi frecvenţa proprie a circuitului oscilant, ceea ce înseamnă că circuitul oscilant prezintă caracteristica de ***selectivitate***; - oscilaţiile forţate sunt neamortizate; dacă au o amplitudine constantă ele se numesc „întreţinute”; - frecvenţa oscilaţiilor forţate este egală cu frecvenţa t.e.m. a generatorului şi nu depinde de inductanţa şi capacitatea circuitului oscilant; - amplitudinea oscilaţiilor forţate devine maximă atunci când frecvenţa generatorului v devine egală cu frecvenţa proprie v_o a circuitului, frecvenţă numită ***frecvenţă de rezonanţă;*** - circuitul oscilant devine selectiv, numai dacă frecvenţa t.e.m. a generatorului este apropiată de frecvenţa de rezonanţă şi rezonează la $v = v_o$. - **calculează *factorul de calitate Q*** a circuitului oscilant;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Cere elevilor să determine experimental** lărgimea de bandă a unui circuit oscilant **realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) pe baza relaţiei $B = v_o/Q$, adică la acelaşi Q lărgimea de bandă creşte cu frecvenţa de rezonanţă; **să distingă/ clasifice** substanţele/ corpurile în funcţie de densitate, să aplice noţiunile însuşite la amestecuri de substanţe etc.;	
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[21]; • **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile**	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;

[21] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

25. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
26. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
27. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
28. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face
29. rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

evaluării sumative bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.

• ***Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.*

Bibliografie

(1) ** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;

(2) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;

(3) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;

(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;

(5) Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;

(6) David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;

(7) Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;

(8) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;

(9) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;

(10) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

(11) Cristea, Gh., Ardelean, I, *Elemente fundamentale de fizică,* Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1985;

(12) *** *Fizică, manual pentru clasa a XI-a*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1989;

(13) Halliday, D., Resnick, R., *Fizică Vol.II*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti 1975.

(14) http://www.walter-fendt.de/ph14ro/index.html

Unitatea de învăţare: XI.11
Câmpul electromagnetic. Unde electromagnetice

sau

„Tehnologia indispensabilă, fără de care mulţi dintre noi nu ar mai putea trăi a început cu un sistem de ecuaţii...!”

sau

„Se pot face floricele cu telefonul mobil?”

Mihancea Katalin

Clasa: a XI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **6**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **2.3.Câmpul electromagnetic. Unda electromagnetică.** Câmpul electromagnetic. Producerea şi propagarea undelor electromagnetice. Energia transportată de o undă electromagnetică. **2.4. Clasificarea undelor electromagnetice.** Surse de unde electromagnetice. Clasificarea undelor electromagnetice. *Proprietăţile undelor electromagnetice* **2.5. Aplicaţii ale undelor electromagnetice.** Aplicaţii ştiinţifice şi tehnice ale undelor electromagnetice. *Interacţiunea radiaţiilor electromagnetice cu sistemele biologice***.** Poluarea electromagnetică. Măsuri de protecţie (Programa de fizică pentru clasa a XI-a/ 2006).
Modelul de învăţare asociat: **PROIECTUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune lecţii focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse („cu finalitate reală”, Cerghit, I. ş.a., 2001), însuşirea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este *planificarea sau anticiparea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza îndeplinirii unui plan).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie incitantă, de exemplu: *„Tehnologia indispensabilă, fără de care mulţi dintre noi nu ar mai putea trăi a început cu un sistem de ecuaţii!”*
Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea/ideile: *„Câmpul electromagnetic reprezintă ansamblul câmpurilor electric şi magnetic, care oscilează şi se generează reciproc.” „Prin circuitul oscilant deschis alimentat de un generator de oscilaţii electromagnetice se poate descătuşa energia electromagnetică ca să se propage în spaţiul înconjurător sub forma undelor electromagnetice cu viteza luminii.”„Undele electromagnetice se pot clasifica după lungimea lor de undă în vid, adică după frecvenţa lor.”„De ce nu se produce rouă după nopţile înnourate?”*
„Se pot face floricele cu telefonul mobil?”(efectele undelor electromagnetice asupra corpului omenesc)

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă): focalizarea prezentării pe încadrarea *temei unităţii de învăţare* într-un concept mai general (oscilaţii şi unde), pe aspecte istorice etc., prin intermediul unor imagini captivante, filme (v. Bibliografie 14, 15, 16), întrebări incitante, probleme, studiu de caz, produse tehnologice, norme de protecţia muncii etc. ilustrând *tema*;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind undele electromagnetice, aparatele, dispozitivele ca aplicaţii ale undelor electromagnetice;
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: studiul circuitului oscilant deschis, etaj de amplificator de RF modulat în bază, emiţător cu un etaj, studiul receptorului de radio; (2) **construcţii:** etaj de amplificator de RF modulat în bază, emiţător cu un etaj*;* (3) **referate ştiinţifice** având ca temă**:** - *Teoria câmpului electromagnetic sau: De la ecuaţiile lui Maxwell la undele electromagnetice.* - *Istoria undelor electromagnetice.* - *Cum se clasifică undele electromagnetice după frecvenţă şi domeniul de utilizare?* - *Cum se emit, se propagă şi cum sunt receptate undele electromagnetice?* - *Care sunt aplicaţiile undelor electromagnetice şi cum au contribuit ele la dezvoltarea civilizaţiei umane?* - *Care sunt efectele interacţiunii radiaţiilor electromagnetice cu sistemele biologice şi ce măsuri de protecţie se pot lua pentru diminuarea efectelor negative?* - *Nanotehnologia în protecţia împotriva efectelor interacţiunii radiaţiilor electromagnetice asupra sistemele biologice*. (4) **postere, desene, eseuri literare etc.**, evocând noile cunoştinţe etc.;	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu ştiinţific, eseu plastic sau literar etc.);
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (câmp electric, câmp magnetic, câmp electromagnetic, circuite oscilante, frecvenţă, lungime de undă, propagarea undelor, telecomunicaţii); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură); • **Precizează elevilor** aspecte legate de teoria câmpului electromagnetic, undele electromagnetice şi ecuaţia undelor plane electromagnetice.	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind fenomenele în termeni câmp electric, câmp magnetic, câmp electromagnetic, circuite oscilante, frecvenţă, lungime de undă, propagarea undelor, telecomunicaţii; • **Evocă/ exersează determinarea dependenţei** temporal spaţială a componentelor vectoriale electric şi magnetic ai undei electromagnetice sinusoidale. • **Reformulează constatările:** **La baza teoriei electromagnetismului**, teorie care studiază producerea şi propagarea undelor electromagnetice, se află patru ecuaţii fundamentale

cunoscute sub numele de ecuaţiile lui Maxwell. Acestea sunt reprezentate de:

- **Legea lui Gauss pentru câmpul electric**: fluxul câmpului electric printr-o suprafaţa închisă este dat de raportul dintre sarcina electrică conţinută în interiorul acestei suprafeţe şi permitivitatea electrică a mediului;
- **Legea lui Gauss pentru câmpul magnetic**: fluxul câmpului magnetic printr-o suprafaţa închisă este zero;
- **Legea lui Ampère**: circulaţia câmpului magnetic pe o curbă închisă este dată de produsul dintre permeabilitatea magnetică a mediului şi intensitatea curentului electric delimitat de curba închisă;
- **Legea inducţiei lui Faraday**: circulaţia câmpului electric pe o curbă închisă este dată de viteza de variaţie a fluxului câmpului magnetic prin suprafaţa ce se sprijină pe curba închisă;

Comparând cele patru ecuaţii cu ecuaţia de propagare a undelor mecanice, Maxwell a constatat că cele patru mărimi care caracterizează câmpul electromagnetic sunt funcţii variabile în timp care se propagă cu viteza:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$$

Deci, dacă într-o regiune din spaţiu se creează un câmp electric variabil în timp, acesta generează la rândul lui un câmp magnetic tot variabil în timp cu linii închise şi reciproc, în jurul unui câmp magnetic variabil în timp ia naştere un câmp electric ale cărui linii sunt închise.

Ansamblul câmpurilor electrice şi magnetice, care oscilează şi se generează reciproc se numeşte **câmpul electromagnetic**.

Un câmp electromagnetic care se propagă în spaţiu constituie o **undă electromagnetică**.

Aceasta constatare făcută pentru prima dată de Maxwell, în 1865, a constituit actul de naştere al teoriei undelor electromagnetice care, după aproape 20 ani au fost confirmate experimental de H. Hertz.

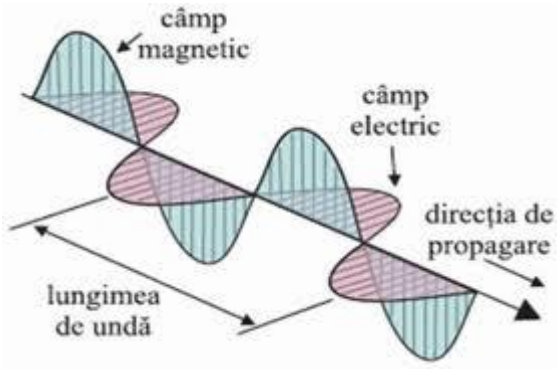
Această constatare făcută de Maxwell a fost contestată de contemporanii săi, însă Maxwell a adăugat încă o afirmaţie îndrăzneaţă referitoare la natura electromagnetică a luminii, şi anume, el a calculat viteza undelor electromagnetice în vid:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_o \mu_o}} = \frac{1}{\sqrt{8{,}854 \cdot 10^{-12} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}}} \frac{m}{s} = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s} = c$$

Valoare care corespunde cu viteza luminii în vid, demonstrând astfel că şi **lumina este o undă electromagnetică.**

Cele două componente ale undei electromagnetice, câmpul electric, $\vec{E}$, şi câmpul magnetic, $\vec{B}$, sunt perpendiculare pe direcţia de propagare, adică unda electromagnetică este transversală.

În plus, vectorul câmp magnetic este perpendicular pe planul format de direcţia de propagare şi vectorul câmp electric, iar datorită faptului că atunci când $B = 0$ şi $E = 0$, cei doi vectori oscilează în fază:



Lungimea de undă a undelor electromagnetice într-un mediu omogen oarecare este dată de relaţia

$$\lambda = v/\nu.$$

În experienţele lui Hertz lungimea de undă era

$$\lambda = (0{,}6 \pm 0{,}01)\ \text{m}.$$

Dependenţa temporal-spaţială a componentelor $\vec{E}$ şi $\vec{B}$ din unda electromagnetică se poate determina considerând că în originea axelor d coordonate Oxyz se generează unde electromagnetice, forma de variaţie a mărimilor vectorilor $\vec{E}$ şi $\vec{B}$ fiind sinusoidală:

$$E_z = E_{0z} \sin \omega t; \qquad B_x = B_{ox} \sin \omega t;$$

Sensul de propagare a undei este dat de sensul de înaintare a unui burghiu drept care este rotit în sensul suprapunerii vectorului $\vec{E}$ peste vectorul $\vec{B}$, cu un unghi mai mic de π. În cazul de faţă unda se propagă în sensul semiaxei pozitive Oy.

Pentru a determina relaţia de interdependenţă temporală şi spaţială dintre $\vec{E}$ şi $\vec{B}$ se consideră un punct A, situat la distanţa y pe direcţia de propagare. La timpul t vom avea aceeaşi stare în A care exista în O cu timpul t' mai înainte, adică în timpul cât i-a trebuit undei să ajungă din O în A.

Dacă viteză de propagare a undei într-un mediu omogen şi izotrop este *v*, atunci $t' = y/v$.

Înlocuind relaţia lui t' şi $\omega = 2\pi/T$ în relaţiile lui E_z şi B_x vom obţine pentru punctul A expresiile pentru valorile instantanee ale intensităţii câmpului electric E şi inducţiei magnetice B ale undei electromagnetice într-un punct având coordonata y pe direcţia de propagare :

$$E = E_o \sin 2\pi (t/T - y/\lambda)$$

$$B = B_o \sin 2\pi (t/T - y/\lambda)$$

Din cele două relaţii rezultă că *în orice punct dintr-un plan normal la direcţia de propagare vectorii* $\vec{E}$ şi $\vec{B}$ au aceeaşi valoare la un moment dat, adică frontul undelor descris de ecuaţiile de mai sus este plan, motiv pentru care ecuaţiile respective se mai numesc **ecuaţiile undelor plane sinusoidale**, iar **unda este periodică în timp şi spaţiu**.

O mărime principală care caracterizează unda electromagnetică este densitatea volumică instantanee a energiei undei electromagnetice.

În spaţiul în care există câmp electric, unităţii de volum îi revine energia dată de $w_e = \frac{1}{2}\ \varepsilon_0 E^2$

	, iar în câmpul magnetic densitatea de energie este dată de $w_m = B^2/2\mu_0$.
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare)[22];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă din diferite surse informaţii despre câmpul electromagnetic, producerea şi propagarea undelor electromagnetice, energia transportată de o undă electromagnetică, de tipul „Ce este un lucru?”.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, reprezentarea şi realizarea preliminară a produsului („proiectului”);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de parcurs etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): ipoteze privind **plutirea corpurilor**; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează ipoteze** privind *relaţiile studiate*;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (circuit oscilant deschis, multimetru digital, osciloscop, sursă de alimentare) şi **cere elevilor** (eventual, prin fişe de lucru) **să experimenteze** eventual,	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **observă** modelul circuitului oscilant deschis şi producerea undelor electromagnetice prin intermediul unui circuit oscilant deschis (emiţător). - **observă dependenţa dintre lungimea antenei şi**

[22] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

orientând gândirea elevilor către verificarea următoarelor idei:
- *„Prin circuitul oscilant deschis alimentat de un generator de oscilaţii electromagnetice se poate descătuşa energia electromagnetică ca să se propage în spaţiul înconjurător sub forma undelor electromagnetice cu viteza luminii.”*
- analogia dintre o antenă semiundă şi un tub sonor de lungime λ/2 închis la ambele capete;
- calcularea lungimii antenei în funcţie de frecvenţa oscilaţiei;
- acordarea frecvenţei oscilatorului prin modificarea capacităţii cu ajutorul condensatorului variabil conectat în serie;);

- **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**

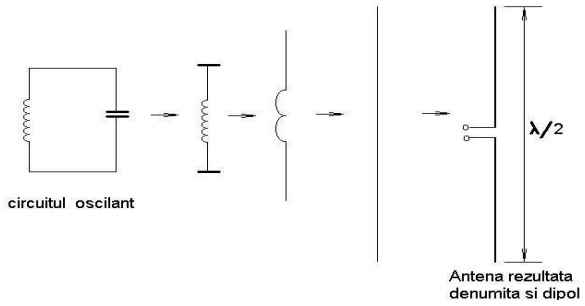
frecvenţa proprie şi **compară** fenomenul cu cel al unui tub sonor de lungime λ/2 închis la ambele capete;
- **observă acordarea** frecvenţei antenei la cea a emiţătorului prin reglarea făcută cu ajutorul condensatorului variabil legat în serie cu antena şi vizualizând pe osciloscop obţinerea amplitudinii maxime a oscilaţiei (rezonanţă).
- **observă** caracterul dual al circuitului oscilant deschis, adică cel de emiţător, respectiv receptor;

- Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind:
- producerea undelor electromagnetice cu ajutorul unui circuit oscilant deschis (emiţător);
- recepţionarea undelor electromagnetice cu ajutorul unei antene acordate pe frecvenţa emiţătorului;
- **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
- **Reformulează constatările:**

Se ştie că într-un circuit oscilant LC se produc oscilaţii electromagnetice dar în acest caz câmpul este practic localizat în elementele circuitului (bobină şi condensator), fără a se propaga în spaţiu. Pentru a obţine un câmp electromagnetic care se propagă (unde), trebuie realizat un circuit oscilant deschis care rezultă prin îndepărtarea armăturilor condensatorului, una de alta, şi prin întinderea spirelor bobinei încât să se ajungă la un fir conductor. Când un astfel de fir este străbătut de un curent alternativ de înaltă frecvenţă, în spaţiul din jurul său se generează unde electromagnetice. Circuitul oscilant deschis se numeşte şi dipol oscilant sau antenă. Sarcinile din dipol produc un câmp electric peste care se suprapune câmpul generat de variaţia în timp a câmpului magnetic produs de curentul din dipol. Prin suprapunerea acestor două câmpuri rezultă, în momentul când curentul în conductor este zero, un câmp electric cu linii de câmp închise. Acest câmp electric se “desprinde” de dipol şi începe să se propage. În semiperioada următoare, procesul se repetă, dar sensul câmpurilor electric şi magnetic este inversat.
Circuitul oscilant deschis sau dipolul poate produce şi capta unde electromagnetice de o anumită frecvenţă.
Antena ca circuit oscilant, va avea o frecvenţă proprie de oscilaţie invers proporţională cu lungimea firului.
Dipolul semiundă are lungimea firului egală cu jumătatea din lungimea de undă proprie:

$$l = \lambda_0 / 2$$

Are acelaşi principiu ca şi un tub închis la ambele capete în care se produc noduri la capete, analog, la capetele antenei se produc noduri (de curent), iar la mijlocul antenei un ventru (de curent);



Dacă antena trebuie să funcţioneze pe diferite lungimi de undă este necesară **acordarea** ei, adică trebuie să se modifice lungimea de undă proprie.
Lungimea de undă se poate mări prin introducerea în circuitul antenei a unei bobine, iar pentru micşorarea lungimii de unde proprii se conectează în serie un condensator. Prin intermediul unui **condensator variabil** se face acordarea antenei pe frecvenţa dorită

- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, pentru a răspunde la un set de întrebări: - Cum se clasifică undele electromagnetice?
- Care este legătura dintre radiaţiile termice şi efectul de seră?
- De ce nu se produce rouă după nopţile înnourate?
- Ce aplicaţii au radiaţiile infraroşii şi cele ultraviolete?

- **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

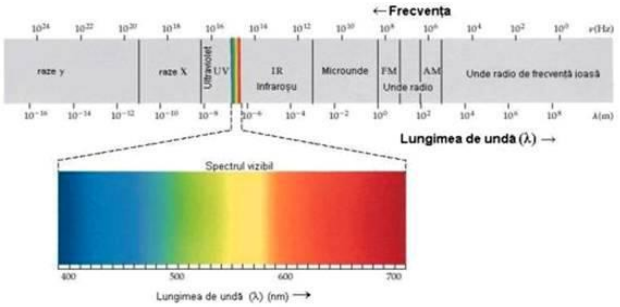
Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Invită elevii să distingă un patern** care să	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează**

explice cum se clasifică undele electromagnetice.

datele credibile (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă:
Clasificarea undelor electromagnetice cel mai des se face după lungimea lor de undă în vid (sau după frecvenţa lor).
Denumirile pe care le poartă undele din diferite domenii de frecvenţă le-au fost date **după fenomenul ce stă la baza producerii lor.**
1. Undele hertziene: se produc în urma excitării oscilaţiilor electronilor (curenţilor) în circuitele LC sau în cavităţile rezonatoare;
2. Radiaţii termice: apar în urma oscilaţiei sarcinilor electrice atomice din corpuri, datorită mişcării de agitaţie termică;
3. Radiaţiile de sincrotron: apar în urma mişcării accelerate a sarcinilor electrice în câmp magnetic transversal;
4. Radiaţiile de frânare: apar la frânarea bruscă a electronilor în câmpul nucleului atomic;

Clasificarea undelor electromagnetice **după domeniul de utilizare** este redată în figura alăturată, astfel deosebim:



- **Unde radio:**
  - lungi (λ = 30 km – 750 m)
  - medii (λ = 750 km – 50 m)
  - scurte (λ = 50 m – 10 m)
  - ultrascurte (λ = 10 m – 30 cm)

Se utilizează în special în transmisiile radio şi TV.

- **Microundele** : λ = 30 cm – 1 mm;

Se folosesc în sistemele de telecomunicaţii, în radar şi în cercetarea ştiinţifică, funcţionarea unor aparate;

- **Radiaţiile infraroşii**: $\lambda = 10^{-3}$ m – $7{,}8 \cdot 10^{-7}$m;

În general sunt produse de corpurile încălzite, dar există şi instalaţii electronice care emit unde infraroşii;

- **Radiaţiile vizibile**: $\lambda = 7{,}8 \cdot 10^{-7}$ m – $3{,}8 \cdot 10^{-7}$m;
- **Radiaţiile ultraviolete**: $\lambda = 3{,}8 \cdot 10^{-7}$ m – $6 \cdot 10^{-10}$ m;

Este generată de către moleculele şi atomii dintr-o descărcare electrică în gaze. Soarele este o sursă puternică de radiaţii ultraviolete;

- **Radiaţiile X (Roentgen)**: $\lambda = 10^{-10} – 5 \cdot 10^{-12}$ m;

Sunt produse de tuburi speciale în care un fascicul de electroni, accelerat cu ajutorul unei tensiuni electrice de ordinul zecilor de mii de volţi, bombardează un electrod;

- **Radiaţiile γ** : $\lambda = 5 \cdot 10^{-12} – 10^{-13}$ m.

Sunt produse de către nucleele atomilor.

Radiația electromagnetică, indiferent de frecvență, prezintă următoarele **proprietăți**:
- interferenţa
- reflexie
- refracţie

- absorbţie
- difracţie

Radiația electromagnetică are o natură dual: pe de-o parte, ea se comportă în anumite procese ca un flux de particule (fotoni), de exemplu la emisie, absorbție, și în general în fenomene cu o extensie temporală și spațială mică. Pe de altă parte, în propagare și alte fenomene extinse pe durate și distanțe mari radiația electromagnetică are proprietăți de undă.

Unele dintre aceste proprietăţi se pot pune în evidenţă prin studiul radiaţiilor termice, respectiv la studiul fenomenelor optice.

• **Distribuie elevilor** materiale (balon de sticlă, lumânare, vas cu apă, stativ, sursă de căldură (radiator), oglindă, tub de sticlă, dop de cauciuc, plastilină) şi **cere elevilor**: a) să realizeze termoscoape în modul descris mai jos:

- în dopul de cauciuc perforat să se introducă tubul de sticlă cu lungimea de aprox. 30-60 cm;
- cu dopul cu tub să se închidă balonul de sticlă;
- termoscopul astfel obţinut se fixează cu gura în jos, cu o clamă, pe un stativ ;
- capătul tubului de sticlă se introduce într-un vas cu apă colorată;
- se încălzeşte aerul din termoscop ţinându-l între palme, pentru a lăsa lichid să intre în el, lăsându-l să urce aprox. la o înălţime egală cu 1/3 din lungimea tubului;
- unul din baloanele de sticlă să fie înnegrit cu fum;

b) Să efectueze experimente, cu termoscopul astfel construit şi celelalte materiale avute la dispoziţie pentru a pune în evidenţă fenomenele de reflexie, absorbţie, a radiaţiilor termice, efectul de seră;

• **Înregistrează** observaţiile şi concluziile;

• **Cere elevilor să distingă un patern** (model, regulă) cu ajutorul tabelului/ graficului, care să explice de ce unele corpuri plutesc pe apă, iar altele se scufundă;

• **Constată** că:

a) termoscopul acoperit cu fum se încălzeşte mai puternic, decât cel transparent;
b) termoscopul se încălzeşte chiar dacă între el şi sursa de căldură se pune un obstacol, radiaţiile ajung la el după ce sunt reflectate de o suprafaţă reflectantă aşezată sub obstacol, perpendicular pe acesta, în aşa fel încât radiaţiile reflectate să ajungă pe balonul termoscopului;

• **Precizează** elevilor că fumul sau norii reflectă radiaţiile termice care părăsesc solul ceea ce are ca urmare diminuarea răcirii aerului în locul respectiv.

• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii:

- **reformulează constatările**
  - radiaţiile termice se reflectă;
  - radiaţiile termice sunt absorbite mai puternic de corpurile negre;
  - efectul de seră este rezultatul „captării„ radiaţiilor termice ajunse într-un anumit spaţiu printr-o suprafaţă transparentă;
- **propun explicaţii** (sub forma unor *generalizări/ inducţii)*: Radiaţiile termice prezintă proprietăţile undelor electromagnetice.

• **Cere elevilor** să revină la **mirarea iniţială**: *„De ce nu se produce rouă după nopţile înnourate?”* şi să **formuleze** un argument la observaţie;	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: în nopţile senine se formează brumă sau rouă, respectiv ele sunt mai geroase deoarece radiaţiile termice emanate de corpurile de pe suprafaţa solului nu mai sunt reflectate de nori, astfel aerul se răceşte mai puternic.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: 1. Care sunt aplicaţiile ştiinţifice şi tehnice ale undelor electromagnetice? 2. Care este procedeul de emisie, propagare şi recepţia undelor electromagnetice de radiofrecvenţă? 3. Care sunt efectele interacţiunii radiaţiilor electromagnetice cu sistemele biologice? 4. Ce se înţelege prin poluarea electromagnetică? 5. Ce măsuri de protecţie se iau pentru a diminua efectele nocive ale radiaţiilor electromagnetice?	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţiile 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (walky-talky sau jucării telecomandate) implicându-i în evaluarea produselor realizate, a procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este acest model potrivit pentru tema aleasă? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: k) **descriu** emisia, propagarea şi recepţia undelor electromagnetice de radiofrecvenţă; l) **extind** modul de emisie, propagare şi receptare a undelor radio la cele folosite la telefonie mobilă, GPS, radiolocaţie; m) **experimentează** modul de emisie, propagare şi receptare a undelor electromagnetice de radiofrecvenţă;
• **Cere elevilor să:**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii

- **determine experimental** procedeul de emisie, propagare şi recepţie a undelor radio, să **realizeze previziuni** (interpolări, extrapolări) pe baza observaţiilor făcute, **să descrie** modul de funcţionare a aparatelor folosite în radiolocaţie, telefonia mobilă, radioastronomie, detectoare de metale, rezonanţa magnetică nucleară (RMN), telecomanda, cuptorul cu microunde, etc.	**determină experimental/ demonstrează/ aplică**: emisia, propagarea şi recepţia undelor electromagnetice de radiofrecvenţă; - verifică existenţa transmisiei utilizând dispozitivele de emisie-recepţie; - vizualizează, cu ajutorul osciloscopului, frecvenţa emiţătorului (osciloscopul să fie conectat la etajul final amplificator de radiofrecvenţă pentru a obţine o amplitudine suficientă pentru vizualizare);
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), implicând elevii în conceperea *raportului final*: **cere elevilor** să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produsului final, convin **modalitatea de prezentare** (poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5-6 (am pus 2 ore, pentru a avea timp suficient pentru prezentarea proiectelor)

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea proiectului/ **raportului final**, vizând **competenţele cheie**[23];	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru;

[23] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

30. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
31. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);

• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme/ proiecte viitoare etc.	• **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie

(10) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(11) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(12) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(13) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Buc. 2006;
(14) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(15) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(16) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(17) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/
(18) http://www.scritube.com/stiinta/fizica/Undele-electromagnetice-Poluar81593.php
(10) Cristea, Gh., Ardelean, I, *Elemente fundamentale de fizică,* Ed. Dacia, Cluj-Nap., 1985;
(15) *** *Fizică, manual pentru clasa a XI-a*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1989;
(16) Halliday, D., Resnick, R., *Fizică Vol.II,* Editura Didactică şi Pedagogică, Buc., 1975.
(17) Luca, E., ş.a. *Fizica generală,* Editura Didactică şi Pedagogică, 1981;
(14) http://www.youtube.com/watch?v=bjOGNVH3D4Y&feature=related
(15) http://www.youtube.com/watch?v=4CtnUETLIFs&feature=related
(16) http://www.youtube.com/watch?v=9k-seI24k8M

32. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
33. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: XI.12
Dispersia luminii. (*) Interpretare electromagnetică
sau
„De ce apare curcubeul după ploaie?”
sau
„Pot să fac un curcubeu?”

Mihancea Katalin

Clasa: a XI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **4**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **3.1. Dispersia luminii. (*) Interpretare electromagnetică.** Dispersia luminii. *Culoarea*. Dispersia luminii în natură şi aplicaţii ale dispersiei luminii. **(*)** Interpretarea electromagnetică a dispersiei (Programa de fizică pentru clasa a XI-a/ 2009).
Modelul de învăţare asociat: **EXPERIMENTUL**
Competenţe specifice: derivate din **modelul experimentului**, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Competenţe specifice** (Modelul de predare)
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei, formularea ipotezelor şi planificarea experimentului;
II. Explorare - Experimentare	2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele experimentului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii declanşate de sesizarea unei probleme a cărei soluţie presupune realizarea unui experiment în condiţii de laborator, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului. Procesul cognitiv central este *inducţia sau generalizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza observării unor exemple şi contraexemple ale conceptului de învăţat).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de situaţii-problemă, de exemplu: *„De ce apare curcubeul după ploaie?” sau „Pot să fac un curcubeu?”*. Pe parcurs, gândirea elevilor se va dezvolta către ideea: *„Curcubeul este rezultatul dispersiei luminii în picăturile fine de apă din atmosferă.”*, respectiv: *„Putem reproduce formarea curcubeului, având la dispoziţie o sursă de lumină (cu lumină albă, naturală) şi medii transparente, omogene limitate de feţe neparalele.”*

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Avansarea ipotezelor şi planificarea experimentului;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrarea fenomenului	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale (în diverse maniere: oral, scris, prin desene, experimente,

de dispersie într-un concept mai cuprinzător (fenomene optice, unde electromagnetice, spectrul vizibil al undelor electromagnetice, refracţia luminii, etc.), aspecte istorice ale descoperirii lui Newton etc., produse tehnologice care *ilustrează întrebarea din tema unităţii de învăţare*; **stimulează** atenţia şi interesul elevilor pentru ceea ce urmează să fie învăţat, prin intermediul unor poveşti, imagini captivante, film didactic, lansarea unei întrebări incitante, unei probleme, studiu de caz (cu soluţie experimentală), pe care focalizează prezentarea, astfel încât elevii să fie atenţi la expunere pentru a afla răspunsul, ca de exemplu:



http://www.youtube.com/watch?v=vurEhqoQbLE

• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea bancului optic), norme de protecţia muncii în laborator etc.);

• **Cere elevilor** să evoce *definiţia dispersiei luminii* (bazându-se pe cunoştinţele din clasele anterioare) şi **prezintă** aspectele teoretice legate de dispersia undelor electromagnetice şi refracţia prin prismă (cu slide-uri şi desenate, scrise pe tablă);

mimare etc.) privind dispersia luminii, necesitatea cunoaşterii în activitatea zilnică etc.;

• **Evocă** refracţia undelor electromagnetice (a luminii), spectrul vizibil al undelor electromagnetice, indicele de refracţie, **observă** *schema* refracţiei luminii prin prisma optică;

• **Constată că** dispersia reprezintă descompunerea luminii naturale în radiaţiile componente la trecerea printr-un mediu transparent şi omogen limitat de feţe neparalele.

• **Reformulează constatările**:

Se ştie că unda luminoasă este o undă electromagnetică, adică o undă reprezentată de doi vectori, $\vec{E}$ şi $\vec{B}$, care în timp ce oscilează după două direcţii perpendiculare între ele, se şi propagă în spaţiu după o direcţie normală la planul ce conţine aceşti doi vectori. Efectele luminoase sunt produse de vectorul electric al undei $\vec{E}$.

În vid viteza de propagare a undei electromagnetice este constantă şi poate fi calculată conform relaţiei:

$$c = 1/\sqrt{\varepsilon_o \mu_o}$$

Într-un mediu oarecare, caracterizat prin constantele ε_r şi μ_r, viteza undelor electromagnetice prevăzută de teoria lui Maxwell este dată de expresia:

$$v = c/\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}$$

Indicele de refracţie al unui mediu străbătut de undele electromagnetice este dată de formula:

$$n = c/v .$$

Rezultă relaţia valabilă îndeosebi pentru radiaţii cu lungimea de undă mare:

$$n = \sqrt{\varepsilon_r \mu_r}$$

Această formulă exprimă o legătură între refracţia radiaţiei electromagnetice printr-un mediu dat

(caracterizată prin n) şi proprietăţile electrice şi magnetice ale mediului caracterizate prin ε_r şi μ_r.

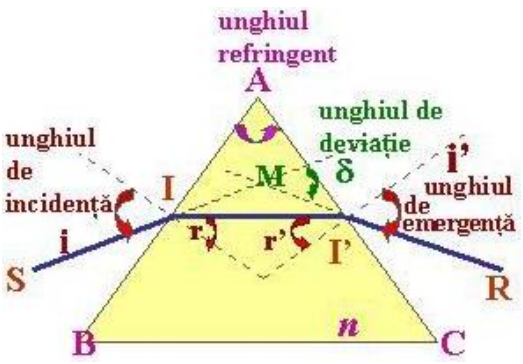
La frecvenţe mari, adică lungimi de undă scurte, experienţa contrazice relaţia de mai sus, şi anume se constată că indicele de refracţie depinde de lungimea de undă.

Mărimea care arată cât de repede se modifică indicele de refracţie *n* cu lungimea de undă este dispersia mediului; dacă la două lungimi de undă λ_1 şi λ_2 corespund indicii de refracţie n_1 , respectiv n_2, atunci dispersia medie a mediului este:

$$\upsilon = \frac{n_2 - n_1}{\lambda_2 - \lambda_1} = \frac{\Delta n}{\Delta \lambda}$$

Fenomenul de variaţie a indicelui de refracţie cu lungimea de undă se numeşte *dispersie*.

Prisma optică este un mediu transparent mărginit de două feţe plane care fac între ele un unghi diedru. Dreapta după care se intersectează aceste plane se numeşte *muchia prismei,* iar unghiul dintre feţe se numeşte unghi refringent sau *unghiul prismei.*



Se consideră o rază de lumină monocromatică incidentă (SI) pe faţa AB a prismei. Indicele de refracţie *n* a prismei fiind mai mare decât cel al aerului. Raza se refractă în punctul I, apropiindu-se de normală, conform legii refracţiei:

$$\sin i = n \sin r$$

Întâlnind faţa AC a prismei raza de lumină suferă încă o refracţie în punctul de emergenţă *I'* , depărtându-se de normală, după legea:

$$n \sin r' = n \sin i'.$$

Unghiul dintre direcţia *SI* a razei incidente şi direcţia *I'R* a razei emergente se numeşte ***unghi de deviaţie δ***.

$\delta = i + i' - A$, unde A este unghiul refringent:

$$A = r + r'.$$

Din relaţia $\delta = i + i' - A$ se poate vedea că unghiul de deviaţie variază cu unghiul de incidenţă.

O prismă specială este cea a cărei secţiune principală este un triunghi dreptunghic isoscel, ea numindu-se prismă cu reflexie totală.

• Plecând de la *întrebarea din temă*, **demonstrează experimental** (folosind o lampă de proiecţie, cuvă cu apă, oglindă) că fenomenul de dispersie se poate observa folosind prisma de apă creată, **prezintă elevilor** modul de obţinere a

• **Formulează** ipoteze cu privire la explicarea fenomenelor observate la trecerea luminii prin prisma optică;

spectrului luminii albe cu ajutorul prismei optice şi **ghidează gândirea** elevilor către observarea fenomenului de dispersie şi prin alte metode; Experimentul se poate vedea accesând link-ul http://www.youtube.com/watch?v=T5qohnfcC9U în prezentarea domnului Prof. Dr. Ing. Zeno Schlett, de la Universitatea de Vest, Facultatea de Fizică.

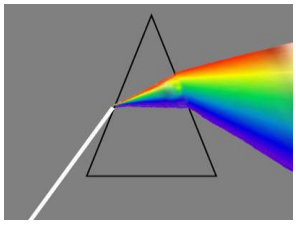
• **Oferă grupelor de elevi** materiale pentru realizarea unui banc optic (suport, lampă de proiecţie, fantă, prismă, ecran) şi **cere elevilor**:

- **să realizeze** (monteze) bancul optic;
- **să verifice** starea de funcţionare a montajului;
- **să selecteze** dintre materialele oferite pe cele care au constatat că funcţionează optim;
- **să observe:**
  1. fenomenul de dispersie a luminii, apariţia spectrului luminii albe;
  2. mersul razelor prin prisma cu reflexia totală, în cele două cazuri;
- **să înregistreze** şi **să comunice** observaţiile realizate şi ipotezele cu privire la dispersia luminii prin prisma optică;

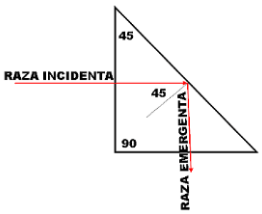
• Organizaţi în grupuri de lucru:

- **realizează** bancul optic pe baza modelului prezentat;
- **verifică** starea de funcţionare;
- **înregistrează** observaţiile făcute;
- • Organizaţi în grupuri de lucru, **constată** că:
  1. la ieşirea din prismă apare spectrul de culori observat şi în cazul curcubeului;
  2. ordinea culorilor este: Roşu, Orange, Galben, Verde, Albastru, Indigo şi Violet;

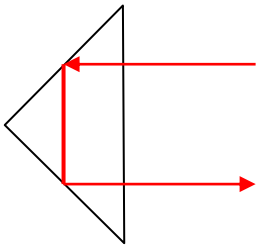




3. prin prisma a cărei secţiune principală este un triunghi dreptunghic isoscel, are loc fenomenul de reflexie totală:



sau



• **Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele

• **Identifică produse** pe care ar dori să le realizeze şi evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[24]	• **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, convin modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor***; [25]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor să gândească şi să prezinte, după preferinţe, alcătuirea *portofoliului* necesar evaluării finale.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând în grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Realizarea dispozitivului experimental şi colectarea datelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute/ ipotezele formulate cu privire la dispersia luminii.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **ipoteze** privind relaţia dintre indicele de refracţie a prismei şi unghiul de incidenţă;	
• **Demonstrează elevilor** *modul de utilizare a bancului optic*, **oferă elevilor** (pe grupe): suport, lampă de proiecţie, fantă, prismă, ecran, coală de hârtie, raportor, riglă; **cere elevilor**:	• Organizaţi în grupuri de lucru: - **elevii pot sesiza** dependenţa dintre unghiul de deviaţie şi unghiul de incidenţă (prin idealizarea/ abstractizarea rezultatelor obţinute); - **elevii fac măsurătorile** (urmând indicaţiile

[24] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[25] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

- **să realizeze** montajul;
- **să deseneze** pe coala de hârtie conturul prismei şi raza incidentă, respectiv cea emergentă, apoi după îndepărtarea prismei să ducă normalele în punctele de incidenţă;
- **să măsoare** A, i, r, i' , r' pe desenul realizat;
- **să modifice** unghiul de incidenţă şi să repete paşii pentru minim 10 unghiuri de incidenţă diferite;
- **să înregistreze** într-un tabel datele înregistrate,
- **să formuleze ipoteze** cu privire la *relaţia dintre unghiul de deviaţie şi unghiul de incidenţă*;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: 1. să reprezinte grafic relaţia dintre unghiul de deviaţie şi unghiul de incidenţă pentru seturile de valori înregistrate; 2. determine din grafic unghiul de deviaţie minimă; 3. să identifice valoarea unghiului de incidenţă pentru δ_m. 4. să compare A_{mediu} calculat cu valoarea măsurată. 5. să identifice sursele de erori;

profesorului) şi **înregistrează** datele obţinute în tabelul următor (valoarea lui n rămâne necompletată):

Nr. det.	i	i'	r	r'	δ	A	A_{mediu}	ΔA	δ_{min}	n
	(grade)								grade	
.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										
7.										
8.										
9.										
10.										

• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Prelucrarea datelor şi elaborarea concluziei;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute, **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate prin efectuarea temei pentru acasă şi **să distingă reguli/ pattern-uri** în datele colectate, pe baza reprezentărilor grafice realizate, prin *idealizarea/ abstractizarea* acestora; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Comunică rezultatele** obţinute prin efectuarea temei pentru acasă şi **observă**: - graficul prezintă un minim pentru i = i' şi r = r'; - valoarea lui A_{mediu} calculat pe baza datelor înregistrate diferă de valoarea lui A măsurată direct. - unele surse de erori se datorează desenării incorecte a razelor pe hârtie şi măsurării incorecte a unghiurilor;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): relaţia dintre unghiul de deviaţie şi unghiul de incidenţă şi relaţia dintre indicele de refracţie şi δ_{min}. • **Denumeşte** relaţia pentru δ_{min} şi **cere elevilor**: - **să definească** unghiul de deviaţie minimă;	• **Caracterizează** condiţia de realizare a unghiului de deviaţie minim; • **Enunţă** definiţia pentru δ_m .

- **să deducă** relaţia pentru indicele de refracţie al prismei folosind relaţiile cunoscute;

Unghiul de deviaţie minim este unghiul de deviaţie în cazul mersului simetric al razelor prin prismă, adică în cazul în care $i = i'$ şi $r = r'$, adică:

$$\delta_m = 2i - A.$$

• **Deduc** expresia matematică a indicelui de refracţie a prismei, obţinând relaţia:

$$n = \frac{\sin\frac{A+\delta_m}{2}}{\sin\frac{A}{2}}$$

• **Cere elevilor** să calculeze indicele de refracţie al prismei, utilizând datele din tabelul întocmit şi **să comunice** constatările lor;

• **Calculează** valoarea indicelui de refracţie şi **comunică** rezultatul.

• **Constată** că există mici deosebiri între valorile obţinute în cadrul grupelor de lucru şi **discută** sursele de erori;

• **Denumeşte** condiţia de emergenţă şi **cere elevilor:**

- **să deducă** relaţia corespunzătoare condiţiei;
- **să calculeze** valoarea unghiului limită pentru prisma folosită la experiment şi **să comunice** constatările lor;

• **Deduc relaţia** corespunzătoare condiţiei de emergenţă, conform căreia:

Condiţia de emergenţă reprezintă condiţia ca o rază ce intră în prismă prin faţa AB să poată ieşi prin faţa AC. Pentru a fi îndeplinită această condiţie, trebuie să nu se producă reflexie totală pe faţa AC, adică:

$r' \leq l$, unde l este unghiul limită.

Folosind $A = r + r'$, rezultă: $r \geq A - l$, sau

$$\sin r \geq \sin (A - l).$$

Ţinând cont de legea refracţiei în I, ultima inegalitate poate fi scrisă sub forma:

$$\frac{\sin i}{n} \geq \sin(A - l)$$

Unghiul maxim de incidenţă este $i_{max} = \pi/2$, iar $1/n = \sin l$, astfel:

$$\sin l \geq \sin(A - l)$$

sau $A \leq 2l$.

Se poate observa că pentru $A > 2 \arcsin 1/n$, toate razele intrate în prismă se vor reflecta total pe faţa AC.

• **Calculează** valoarea unghiului limită pentru prisma folosită şi **comunică** constatările;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să utilizeze relaţiile obţinute în rezolvarea de probleme (culegere de probleme).şi să realizeze un portofoliu cu tema **„Dispersia luminii şi prisma optică„** care să cuprindă rezultatele activităţii experimentale, aspecte teoretice şi domeniile de utilizare a dispersiei şi a prismei optice în practică;

• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare - Transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?
?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea concluziei şi a predicţiilor bazate pe ea şi prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

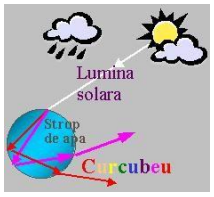
de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc.; de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei:

- *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

- *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea modulelor din trusa de laborator, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): - descompunerea luminii naturale prin dispersie şi **revine la întrebarea iniţială**: *„De ce apare curcubeul după ploaie?”*, cerând elevilor să **prezinte noi argumente** la întrebare; - prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, Dispersia luminii;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** aspecte interesante, dificultăţi întâlnite, noi probleme, **argumente** la întrebarea iniţială etc.;
• **Denumeşte** condiţiile de producere a curcubeului şi **cere elevilor** să explice producerea acestui fenomen;	• **Formulează ipoteze** privitoare la formarea curcubeului: - curcubeul apare datorită dispersiei luminii în picăturile de apă din atmosferă;   - culorile se disting, deoarece fiecare culoare părăseşte „prisma„ sub un alt unghi în funcţie de lungimea de undă avută; - în cazul luminii naturale, spectrul de dispersie cuprinde cele şapte radiaţii vizibile componente, cea mai deviată fiind radiaţia violetă şi cea mai puţin deviată, radiaţia

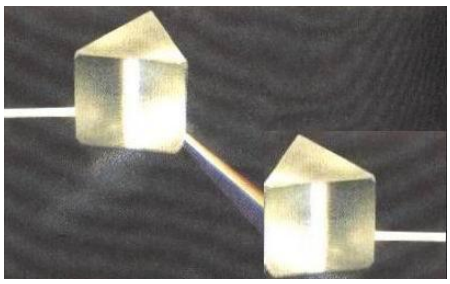
• **Cere elevilor:**
- **să realizeze** discul lui Newton prin decuparea unui cerc din hârtie de desen şi colorându-l în cele 7 culori componente, apoi să-l rotească cu un creion sau titirez;
- **să prezinte** o altă modalitate, prin folosirea prismelor, pentru a obţine culoarea albă, din spectrul de culori;
- **să comunice** constatările lor;
- **să formuleze o concluzie** în ceea ce priveşte dispersia în cazul luminii naturale;

- să prezinte domenii în care sunt folosite prismele optice, respectiv exemple de aparate optice care utilizează prisme;

roşie;

• **Organizaţi în grupe,** elevii **realizează** dispozitivul şi **comunică** constatările:
- prin rotirea discului culorile se combină, se suprapun în faţa ochilor, iar discul va avea culoarea de gri spre alb;
- **constatări:** - punând o altă prismă în drumul spectrului de culori, raza emergentă va avea culoarea albă.
- fenomenul de sinteză a luminii, este inversul dispersiei
- Lumina albă este un amestec al tuturor culorilor.

- **concluzie:** culorile din spectrul obţinut reprezintă componentele luminii naturale;



• **Enunţă concluzia**:
În cazul luminii neutrale, spectrul de dispersie cuprinde cele şapte radiaţii vizibile componente ale acesteia; Procesul de dispersie este cu atât mai accentuat cu cât frecvenţa radiaţiei luminoase este mai mare, adică lungimea de undă este mai mică. Deoarece radiaţia violetă are cea mai mare frecvenţă, respectiv cea mai mică lungime de undă, are deviaţia cea mai mare, iar radiaţia roşie având frecvenţa cea mai mică, respectiv cea mai mare lungime de undă, va fi avea deviaţia cea mai mică.
• **Enumeră** câteva aplicaţii ale prismei optice:
- periscopul, spectroscopul, stereomicroscop, polarimetru, etc.

• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**;[26]
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte** elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe *competenţele*

• **Prezintă** portofoliile, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;

[26] **Criteriile de evaluare finală** vor fi expuse în *anexele* unităţilor de învăţare.
Alături de criteriile furnizate de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** (vizând, în special, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţile de operare cu noţiunile însuşite" corespunzătoare **competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere şi celelalte **competenţe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):
34. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
35. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
36. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
37. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ***Îşi propun** *să* **expună produsele realizate** *în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale,* ***să informeze*** *factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele.*

Bibliografie

(1) http://ro.wikipedia.org/wiki/Dispersia_undelor_electromagnetice
(2) http://lumina.wikidot.com/prisma-optica
(3) http://www.youtube.com/watch?v=T5qohnfcC9U
(4) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(5) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(6) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(7) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Buc. 2006;
(8) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(9) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(10) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(11) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/
(12) http://www.scritube.com/stiinta/fizica/Undele-electromagnetice-Poluar81593.php
(13) Cristea, Gh., Ardelean, I, *Elemente fundamentale de fizică,* Ed. Dacia, Cluj-Nap., 1985;
(14) *** *Fizică, manual pentru clasa a XI-a*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1989;
(15) Halliday, D., Resnick, R., *Fizică Vol.II,* Editura Didactică şi Pedagogică, Buc., 1975.
(16) Luca, E., ş.a. *Fizica generală,* Editura Didactică şi Pedagogică, 1981;
(17) http://www.youtube.com/watch?v=vurEhqoQbLE

Unitatea de învăţare: XI.13
Interferența luminii

sau

„Interferență nelocalizată și interferență localizată”

sau

„Două raze de lumină se pot anula una pe cealaltă, rezultând întuneric! Dacă lumina anulează lumina, unde a dispărut energia?”

Bratu Rodica

Clasa: a XI-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 8

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare:**3.2. Interferența**. Noţiuni de bază. Coerența. Analiza calitativă şi cantitativă a fenomenului de interferență **3.2.1. Dispozitivul Young.** Interferența nelocalizată. Dispozitivul lui Young . **(*)** Alte dispozitive interferențiale echivalente cu dispozitivul Young **3.2.2. Interferența localizată. Aplicaţii.** Lama cu fețe plane şi paralele. Pana optică. Aplicații în tehnică ale interferenței localizate (Programa de fizică pentru clasa a XI-a).

Modelul de învăţare asociat: **EXERCIŢIUL**

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerința formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de situaţii-problemă: „*Când privim o perlă sau o scoică, aripile transparente ale libelulelor, fluturi sau pene de păun, suntem imediat atraşi de culorile lor. Putem vedea interferența luminii?. Există locuri unde lumina anulează lumina, dar şi locuri unde lumina întăreşte lumina? Două raze de lumină se pot anula una pe cealaltă, rezultând întuneric!*”.

Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către distincţia dintre interferență constructivă şi interferență distructivă, către faptul că *toată energia ce a dispărut într-un loc apare în alt loc, de obicei foarte apropiat, adică se respectă legea de conservare a energiei,* iar culorile de care suntem captivaţi când privim baloanele de săpun sau, petele de ulei de pe un trotuar umed, sunt denumite *culorile lamelor subţiri şi reprezintă franje de interferență rezultate în urma interferenței luminii albe prin pelicule fine*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul exerciţiului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): relaţia conceptului de interferenţă – fenomen specific ondulatoriu, caracteristic tuturor undelor indiferent de natura lor - cu tema unităţii de învăţare, o situaţie problemă edificatoare etc.); *Conform principiului independenţei fasciculelor de lumină, fasciculele de lumină se suprapun fără să interacţioneze între ele. Există însă situaţii în care undele luminoase produc interferenţe. Care sunt aceste situaţii şi în ce măsură mai este respectat acest principiu al opticii geometrice?* • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (interferenţa undelor mecanice, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii proprii, **comunică răspunsurile** în clasă;
• **Comunică scopul prelegerii**: explicarea termenilor de interferență, câmp de interferență, coerență, stabilirea condițiilor de obținere a interferenței staționare și **cere elevilor să argumenteze** cum este distribuită energia undelor în figura de interferență.	• **Evocă** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă);
• **Defineşte (operaţional)** fenomenul de interferență a undelor şi **cere elevilor** să descrie rezultatul interferenței undelor mecanice.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând câmpul de interferență al undelor mecanice pe suprafața unui lichid aflat în repaus): *- undele de aceeași frecvență produse pe suprafața unui lichid aflat în repaus, de două surse punctiforme, interferă constructiv și distructiv;* *- figura de interferență se caracterizează prin alternanța regiunilor unde amplitudinea oscilațiilor este maximă cu regiunile unde amplitudinea este nulă;* *- franjele de interferență sunt hiperbole - există câte două franje de interferență simetrice față de mediatoarea segmentului care unește cele două surse.*
• **Comunică elevilor** ideea că în cazul *undelor mecanice rezultatul interferenței se poate observa* privind *amplitudinea rezultantă*, în cazul *luminii rezultatul interferenței nu este direct observabil*, el se poate aprecia după *intensitatea luminoasă în punctul respectiv*.	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la rezultatul interferenței în cazul undelor luminoase **şi comunică** părerile în clasă(explicaţii neştiinţifice).
• **Defineşte (operaţional)** noţiunea de	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la faptul că lumina este

intensitate a câmpului luminos într-un punct, ca o mărime proporțională cu pătratul amplitudinii câmpului electric în punctul respectiv, precizând că se va considera doar componenta electrică a câmpului electromagnetic, deoarece numai intensitatea câmpului electric contribuie la senzația vizuală.	o undă electromagnetică, la componenta electrică și magnetică a câmpului electromagnetic **și comunică** părerile în clasă.
• **Defineşte (operaţional)** undele coerente şi **cere elevilor** să prezinte posibilități de obținere a undelor coerente.	• **Evocă** observaţii proprii referitoare le sursele de lumină coerente, respectiv, necoerente **și comunică** părerile în clasă(explicaţii neştiinţifice): - **sesizează** că sursele de lumină obișnuite nu sunt coerente; - **po**t **intui** că obținerea undelor luminoase coerente este posibilă prin divizarea luminii provenită de la o singură sursă.
• **Solicită elevilor să stabilească** condițiile de obținere a interferenței staționare, **urmărind ideile**: - două surse punctiforme S_1 și S_2 emit unde luminoase de aceeași frecvență având câmpurile electrice paralele, aceeași amplitudine E_0 și faza inițială $\varphi_0=0$; - legile de variație în timp ale intensității câmpului electric emis de cele două surse sunt funcții armonice; - undele care pleacă de la cele două surse se întâlnesc într-un punct P ales arbitrar și situat la distanțele r_1, respectiv, r_2 de cele două surse; - aplicarea principiului superpoziției permite aflarea oscilației rezultante în punctul P. • **Defineşte (operaţional)** drumul optic și **cere elevilor să găsească** intensitatea luminoasă în punctul P. • **Orientează** gândirea elevilor către formularea concluziilor referitoare la condițiile necesare obținerii interferenței staționare.	• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat și **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **reprezintă** schematic cele două surse punctiforme S_1, S_2 și punctul P situat la distanțele r_1, respectiv, r_2 de cele două surse; - **scriu** ecuațiile câmpului electric în punctele S_1 și S_2 $E_1(t)=E_0\sin\omega t$ și $E_2(t)=E_0\sin\omega t$ - **folosesc** ecuația undei plane și **exprimă** ecuațiile celor două oscilații paralele în punctul P $E_{1P}(t)=E_0\sin\left(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}\cdot r_1\right)$ $E_{2P}(t)=E_0\sin\left(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}\cdot r_2\right)$ - **aplică** principiul superpoziției și află amplitudinea oscilației rezultante în punctul P, $A=2E_0\cdot\cos\left[\frac{\pi}{\lambda}(r_2-r_1)\right]$ - pentru alte medii ține seama de indicele de refracție al mediului și **înlocuiesc** diferența de drum geometric (r_2-r_1) cu diferența de drum optic $n(r_2-r_1)$; - **găsesc** intensitatea luminoasă în punctul P ales arbitrar $I\approx 4E_0^2\cdot\cos^2\left[\frac{n\pi}{\lambda}(r_2-r_1)\right]$ - **observă** că în *orice punct* din câmpul de interferență, amplitudinea este constantă în timp dacă *diferența de drum este constantă în timp*, iar atunci și intensitatea luminoasă este constantă în timp; - **realizează** că dacă această situație este valabilă pentru toate punctele din câmpul de interferență atunci *interferența este staționară*; - **constată** că pentru a obține *interferență staționară* trebuie ca undele care se suprapun să aibă *aceeași frecvență și diferența de drum constantă în timp(diferența de fază constantă în timp)*.
• **Comunică elevilor** ideea că în câmpul de interferență al undelor coerente vor exista zone mai luminoase și zone mai întunecoase și **cere elevilor să determine** condițiile de maxim și minim de interferență.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - **stabilesc** punctele P din câmpul de interferență în care intensitatea luminoasă este maximă, respectiv minimă, adică **determină** *condițiile de:* *maxim de interferență* $\delta_{\max}=n(r_2-r_1)=2k\frac{\lambda}{2}$ *și* *minim de interferență* $\delta_{\min}=n(r_2-r_1)=(2k+1)\frac{\lambda}{2}$.
• **Ghidează elevii să realizeze** un bilanț al rezultatului interferenței (interferență constructivă și interferență distructivă) , **să**	• **Formulează** aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - *rezultatul interferenței este condiționat de valoarea*

argumenteze cum se distribuie energia în interferența staționară (franje luminoase și franje întunecate) și **să analizeze** câmpul de interferență (franjele de interferență).	*diferenței de fază și implicit de valoarea diferenței de drum dintre undele care interferă;* *- dacă diferența de drum este un număr par de semilungimi de undă rezultatul interferenței este un maxim –* ***interferență constructivă;*** *- dacă diferența de drum este un număr impar de semilungimi de undă rezultatul interferenței este un minim –* ***interferență distructivă;*** *- în punctele corespunzătoare maximelor de interferență există un exces energetic($I_{maxim}=4I_0$), iar în punctele corespunzătoare minimelor de interferență există un deficit energetic($I_{minim}=0$), în ansamblu energia se conservă;* ***- interferența determină redistribuirea spațială a energiei undei cu respectarea legii de conservare a energiei;*** - **analizează** câmpul de interferență prin analogie *cu interferența undelor mecanice* în cazul în care cele două surse coerente sunt punctiforme, **identifică** franjele de interferență în acest caz și **sesizează** că forma franjelor de interferență depinde de geometria dispozitivului utilizat pentru obținerea interferenței.
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale,** alcătuit după preferințe (profiluri cognitive, stiluri de învățare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă și acasă și produse diverse;[27]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze și **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conținutul și structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinții/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârșitul parcurgerii unității de învățare) [28];	• **Evocă** semnificațiile, accesibilitatea, relevanța *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experiențele proprii și altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: **1. să rezume** ideile și constatările de până acum; **2.** pornind de la ideea că interferența luminii poate avea loc și dacă vectorii $\vec{E}_1$ și $\vec{E}_2$ sunt orientați arbitrar unul în raport cu celălalt **să găsească** acea situație în care totuși undele nu interferă.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații etc.).

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie
cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul exercițiului): 2. Identificarea componentelor/ secvențelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

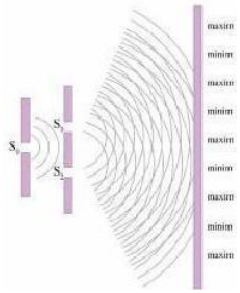
[27] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[28] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (obţinerea interferenţei staţionare în optică, etc.);	• **Formulează** (în perechi) ideile lor, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.: Dacă vectorii $\vec{E}_1$ şi $\vec{E}_2$ sunt orientaţi arbitrar unul în raport cu celălalt, conform principiului superpoziţiei rezultă: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ şi $\left(\vec{E}\right)^2 = \left(\vec{E}_1\right)^2 + \left(\vec{E}_2\right)^2 + 2\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2$ Produsul scalar $\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2$ este nul (undele nu interferă) numai dacă cei doi vectori sunt perpendiculari unul în raport cu celălalt.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): investigarea experimentală a interferenţei luminii; norme de protecţia muncii în laborator;	
• **Revine** la studiul experimental al interferenţei undelor mecanice care provin de la două surse punctiforme cu ajutorul cuvei de produs unde şi **cere elevilor să anticipeze** o dispunere similară a unui sistem experimental care să permită suprapunerea a două unde luminoase şi obţinerea figurii de interferenţă.	• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat şi **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **imaginează** un aranjament alcătuit din două surse mici de lumină aflate la o distanţă mică *d* una de alta şi un ecran plasat la o distanţă mare *D* faţă de planul celor două surse - *dispunere similară cu cea din cuva cu apă*; - cunoscând rezultatele de la interferenţa undelor circulare **se aşteaptă** să obţină pe ecran un sistem de regiuni luminoase şi întunecoase; - dacă folosesc *două surse de lumină obişnuite nu obţin figuri de interferenţă pe ecran*, indiferent de variaţia lui *d* sau *L*, ecranul este întotdeauna uniform iluminat; - dacă folosesc *două surse speciale de lumină aflate în fază (două lasere), atunci se pot vedea figuri de interferenţă*.
• **Comunică elevilor** ideea că pentru obţinerea undelor luminoase coerente, fluxul luminos emis de o sursă de lumină monocromatică se împarte printr-un procedeu oarecare în două fascicule care ulterior se reîntâlnesc. Procedeele de separare sunt: *divizarea frontului de undă şi divizarea amplitudinii undei*.	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la obţinerea undelor luminoase coerente **şi comunică** părerile în clasă(explicaţii neştiinţifice).
• **Propune** elevilor un studiu al dispozitivului Young cu ajutorul căruia a fost realizat primul experiment de interferenţă a undelor luminoase:	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând schema de principiu a dispozitivului Young): - *undele emise de sursa de lumină S ajung la cele două fante S_1 şi S_2 care, conform principiului lui Huygens,*

- **realizează** schema de principiu a dispozitivului Young, cu prezentarea unor detalii importante (lărgimile fantelor, distanța dintre fante, distanța de la sursă la planul fantelor și distanța de la planul fantelor la ecran) și **cere elevilor să explice** obținerea undelor coerente cu acest dispozitiv. 	*devin surse secundare;* *- undele secundare emise de sursele S_1 și S_2 sunt coerente deoarece provin de pe aceeași suprafață de undă;* *- aceste unde coerente interferă, figura de interferență se obține pe ecranul E aflat în spatele celor două fante.*
• **Oferă elevilor materiale** pentru experiment: banc optic, sursă de lumină obișnuită sau sursă laser, suporturi culisante, filtre monocromatice, fantă simplă, fantă dublă (sau *diapozitiv de fante Young*- un diapozitiv de celuloid negru pe care s-au trasat două linii transparente apropiate, având rol de fante), lentilă convergentă, ecran.	• **Organizaţi în grupuri de lucru**, elevii: citesc cu atenție instrucțiunile din fișa de activitate experimentală și pun întrebări pertinente profesorului; selectează și organizează corespunzător materialele necesare desfășurării experimentului; efectuează determinări experimentale, formulează concluzii.
• **Invită elevii să studieze** experimental interferența luminii cu dispozitivul Young și **cere elevilor:** - **să producă** și **să observe** franjele de interferență; - **să schițeze** mersul razelor de lumină prin dispozitivul experimental; - **să înlocuiască** cele două fante cu altele situate la o altă distanță și să observe din nou figura de interferență(dacă există *diapozitivul de fante Young*); - **să modifice** distanța de la planul fantelor la ecran și să observe din nou figura de interferență; - **să descrie** figura de interferență formată când se folosește lumină monocromatică, respectiv, lumină albă.	• **Efectuează experimentul**: - **observă** franjele de interferență pe ecran pentru un anumit aranjament experimental; - **realizează** un desen aproximativ al mersul razelor de lumină prin dispozitivul experimental; - **modifică** pe rând distanța dintre fante, respectiv, distanța de la planul fantelor la ecran și **observă** modificări ale figurii de interferență în fiecare caz; - **efectuează** experimentul folosind pe rând lumină monocromatică și lumină albă; *- rezultatul interferenței undelor pe ecran este sub forma unor benzi rectilinii luminoase și întunecate paralele între ele;* *- dacă se folosește lumină monocromatică, se obțin franje de o singură culoare luminoase și întunecate dispuse alternativ;* *- dacă se folosește lumină albă, pe ecran se obține o franjă centrală albă, iar de o parte și de alta franje colorate începând cu violet și terminând cu roșu.*
• **Propune** elevilor alte explorări ale interferenței luminii folosind de data aceasta *diapozitivul de fante Young (*distanța dintre fante până la 1mm), o sursă obișnuită de lumină (bec sau lumânare), un laser și **cere elevilor să obțină** franje de interferență în lumină albă și în lumină monocromatică.	• **Efectuează experimente** simple demonstrative: - **observă** franje de interferență în lumină albă dacă privesc sursa obișnuită de lumină aflată la câțiva metri prin diapozitivul de fante Young ținut aproape de ochi; - **obțin** franje de interferență în lumină monocromatică pe un perete aflat la 4-5m distanță de sursa laser, dacă așează între laser și perete diapozitivul de fante Young.
• **Cere elevilor să formuleze** concluzii cu privire la figurile de interferență observate în cazurile studiate experimental și la regiunea din spațiu în care are loc interferența (poziția ecranului în câmpul de interferență).	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *- franjele obținute pe ecran sunt rectilinii, paralele și echidistante;* - pentru observarea figurii de interferență *ecranul poate fi deplasat oriunde în spatele celor două fante*.

• **Propune** elevilor alte explorări ale interferenței luminii folosind fenomenul cunoscut sub numele de *culorile lamelor subțiri* și **cere elevilor**: - **să privească și să descrie** peliculele balonașelor de săpun(soluție glicerică); - **să descrie** aspectul petelor de ulei sau de benzină care apar pe suprafața apei de pe străzi; - **să prezinte** exemple din natură asemănătoare; - **să formuleze** concluzii cu privire la localizarea franjelor de interferență în exemplele prezentate.  	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - în toate aceste cazuri **se observă** irizații colorate în culorile curcubeului; - **prezintă** exemple asemănătoare(pietre sidefate, aripile fluturilor, penele păunilor,etc.); - **sesizează** că aceste franje se pot vedea cu ochiul liber, acomodat pentru vederea la distanță mare; - **pot formula** concluzia că franjele de interferență în aceste exemple sunt localizate la infinit.  
• **Definește (operațional)** *interferența nelocalizată și interferența localizată* și face precizarea că: - se obține *interferență nelocalizată* dacă sursele de lumină coerente sunt punctiforme sau filiforme, undele coerente fiind obținute fie de la două imagini ale unei surse luminoase, prin divizarea frontului de undă, fie de la o sursă luminoasă și o imagine a acesteia; - se obține *interferență localizată* cu raze de lumină paralele, emise de surse de lumină întinse, care se reflectă și refractă pe ambele fețe ale peliculelor sau lamelor subțiri transparente.	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la obținerea interferenței localizate și nelocalizate **și comunică** părerile în clasă(explicaţii neştiinţifice). 
• **Cere elevilor să găsească** un criteriu pentru a identifica sau distinge între cele două tipuri de interferență:	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *rezultatul interferenței nelocalizate este observabil pe un ecran care poate fi așezat oriunde în câmpul de interferență, adică regiunea din spațiu în care are loc interferența este destul de mare;* - *rezultatul interferenței localizate este observabil cu ochiul liber, acomodat pentru vederea la distanță mare, pe suprafața peliculelor subțiri.*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să descrie, de exemplu: 1. **să rezume** ideile și constatările de până acum; 2. **să se documenteze și să prezinte** sub forma unui eseu sau referat științific *Interferența luminii în natură*.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvența a III-a. Reflecție-explicare:

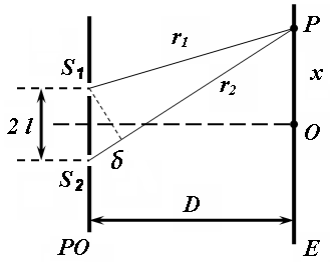
Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

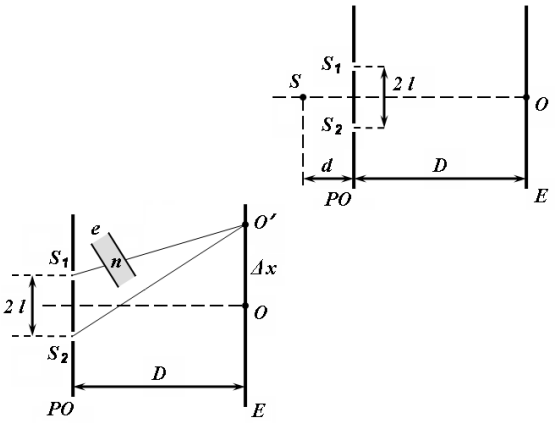
Competenţe specifice (derivate din modelul exerciţiului): 3. Compararea cu modelul original;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.

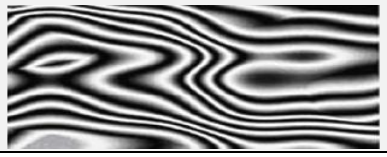
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

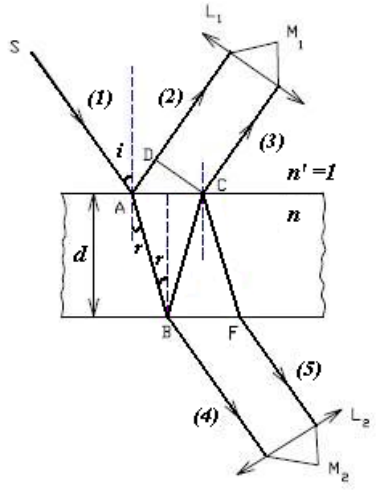
Lecţia 3

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (interferența luminii etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): interferența luminii cu dispozitivul Young ; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă;
• **Propune** explicarea cantitativă a funcționării dispozitivului Young și **cere elevilor** să estimeze starea de interferență într-un punct din câmpul de interferență: - **să realizeze** o schemă simplificată a dispozitivului Young, în care fantele să fie la distanța $2l$ una de alta și ecranul la distanța D de planul fantelor; - **să considere** un punct P pe ecran, situat la distanța x de față de planul de simetrie al sistemului;  - **să calculeze** diferența de drum dintre două raze care interferă în punctul P; - **să aplice** condițiile de maxim și minim de interferență și **să găsească** poziția maximelor și minimelor de interferență pe ecran; - **să analizeze** starea de interferență pe ecran.	• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat și **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **reprezintă** schema simplificată a dispozitivului Young, cu respectarea notațiilor indicate; - **fac raționamente** geometrice, **utilizează** funcții trigonometrice, **ţin cont** că *distanța dintre fante este mult mai mică decât distanța dintre planul fantelor* și *planul de observație al franjelor de interferență*, **folosesc** aproximația unghiurilor mici și **calculează** *diferența de drum* dintre două raze care interferă în punctul P**:** $\delta = \frac{2l}{D} \cdot x$ - **aplică** condiția de maxim de interferență și calculează poziția maximelor pe ecran: $x_k = k\frac{\lambda D}{2l}$, $k = 0,\pm1,\pm2,\pm3,\ldots$maximul de ordin k; - **aplică** condiția de minim de interferență și calculează poziția minimelor pe ecran: $x_k = (2k+1)\frac{\lambda D}{4l}$, $k = 0,\pm1,\pm2.\pm3,\ldots$minimul de ordin k; - *în punctul central se formează maximul central luminos, franja centrală;* - *maximele de ordin superior sunt plasate simetric în raport cu franja centrală și sunt separate prin minime de interferență.*
• **Defineşte (operaţional)** noţiunea de interfranjă **şi cere elevilor** găsească expresia matematică a interfranjei și să analizeze dependența interfranjei de geometria sistemului și de mediul în care se află sistemul.	• **Formulează** ideile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - **calculează** interfranja: $i = x_{k+1} - x_k = \frac{\lambda D}{2l}$ - **observă** că interfranja nu depinde de ordinul de interferență; - **fac aprecieri** asupra modalităților de modificare a interfranjei – prin modificarea lungimii de undă, distanței dintre fante, distanței de la planul surselor la planul de observație al franjelor.
• Cere **elevilor să analizeze** *interferența în*	• **Formulează** ideile lor și **comunică răspunsurile** în

lumină albă, urmărind ideile: -lumina albă este un amestec de unde cu diferite lungimi de undă; - pozițiile maximelor de interferență depind de lungimea de undă.	clasă (notate pe caiete): *- radiațiile cu lungimi de undă diferite nu interferă între ele, fiecare radiație monocromatică determină apariția unui sistem propriu de franje;* *- interfranjele depind de lungimea de undă;* *- poziția maximului central nu depinde de lungimea de undă , deci franja centrală este albă;* *- deoarece $\lambda_R > \lambda_V$ se obține $x_{kR}>x_{kV}$, deci maximele de interferență de diferite culori sunt puțin deplasate unul față de altul și se obțin franje colorate începând cu violet și terminând cu roșu.*
• **Invită elevii să utilizeze** *aplicația interactivă AEL care simulează* obținerea interferenței folosind dispozitivul Young și **cere elevilor să analizeze** starea de interferență în funcție de: - modificarea lungimii de undă (roșu, galben, albastru, verde); - modificarea distanței dintre fante și a distanței dintre fante și ecran; - modificarea mediului în care se află sistemul (aer, apă).	• **Utilizează** softul educațional care simulează obținerea franjelor de interferență folosind dispozitivul Young: - **modifică** lungimea de undă *(λ)* și observă franje colorate în culoarea lungimii de undă respective; - **modifică** distanța *(2l)* dintre fante și observă că interfranja crește dacă această distanță scade; - dacă **modifică** distanța *(D)* dintre fante și ecran constată că interfranja crește cu creșterea distanței; - prin modificarea mediului în care se află sistemul se modifică și interfranja, scade cu creșterea indicelui de refracție.
• **Invită elevii să determine** experimental *lungimea de undă* folosind dispozitivul Young: - **distribuie materialele** necesare (banc optic, fantă dublă din trusa de optică, sursă laser, riglă gradată, ruletă, ecran); - **precizează** condițiile optime pentru observarea franjelor de interferență; - **cere elevilor** să găsească un mod simplu de a determina interfranja și de a calcula lungimea de undă; - **să redacteze** *referatul lucrării* realizate, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării*; 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru*; 4. *Date experimentale*; 5. *Concluzii.*	• **Organizați în grupuri de lucru** elevii determină lungimea de undă cu dispozitivul Young: - **obțin** franje de interferență respectând instrucțiunile din fișa de lucru; - **măsoară** lățimea unui grup de 5-10 franje pe ecran și calculează interfranja; - **exprimă** lungimea de undă din formula interfranjei și calculează lungimea de undă a radiației; - **repetă** experimentul pentru diferite poziții ale ecranului și **mediază** rezultatele obținute; - datele experimentale sunt **înregistrate** într-un tabel; - **interpretează** rezultatele, **identifică** sursele de erori și calculează erorile; - **realizează** și **prezintă** referatul lucrării de laborator;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le ***să găsească deplasarea franjelor de interferență*** în următoarele situații: Se realizează interferența luminoasă cu ajutorul dispozitivului Young. Sursa de lumină este plasată la distanța *d* de panoul cu fante și emite radiații cu lungimea de undă λ. Distanța dintre fantele dispozitivului este *2l*, iar ecranul pe care se observă franjele de interferență se află la distanța *D* de panoul cu fante paralel cu acesta. Calculați deplasarea sistemului de franje în cazurile: **a.** se deplasează sursa *S* pe direcție verticală, în sus, cu *y*; **b.** se readuce sursa *S* în poziția inițială și în calea fasciculului provenit de la sursa S_1 se introduce o lamă subțire cu grosimea *e* dintr-un material cu indice de refracție *n*.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații etc.). 

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (deplasarea franjelor în cazul interferenței cu dispozitivul Young etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; *Diferența de drum optic* dintre undele ce interferă pe ecran, corespunzătoare maximului central, în aceste cazuri este: **a.** $\frac{2l\cdot y}{d}+\frac{2l\cdot\Delta x}{D}=0$, deci $\Delta x=-\frac{D}{d}y$,deplasarea sistemului de franje de interferenţă se face în sens contrar sensului de deplasare al sursei *S*. **b.** $\frac{2l\cdot\Delta x}{D}-e(n-1)=0$, deci $\Delta x=e(n-1)\frac{D}{2l}=e(n-1)\frac{i}{\lambda}$, deplasarea sistemului de franje de interferenţă se face în sensul fantei acoperite de lamă.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): interferența luminii pe lama cu fețe plan-paralele; norme de protecția muncii în laborator;	
• **Comunică elevilor** ideea că *lama cu fețe plan paralele* este un alt *dispozitiv interferențial* cu ajutorul căruia se poate studia interferența luminii și face precizarea că în acest caz se pot obține *franje de interferență prin reflexie și prin transmisie*.	• **Evocă** observaţii proprii referitoare la obținerea reflexiei și refracției luminii prin lama cu fețe plan-paralele **și comunică** părerile în clasă.
• **Implică elevii** în estimarea *stării de interferență a luminii* pe lama cu fețe plan-paralele *prin reflexie* și cere elevilor și **cere elevilor**: - **să considere** o lamă subțire transparentă, de grosime *d* și indice de refracție *n*, pe care cade, sub un unghi de incidență *i*, o radiație luminoasă provenită de la o sursă îndepărtată *S* și **să reprezinte** printr-un desen mersul razelor de lumină prin lama cu fețe plan-paralele; - **să explice** cum se formează undele coerente în acest caz și unde sunt localizate franjele de interferență; - **să calculeze** diferența de drum optic dintre razele care interferă; - **să particularizeze** pentru incidență normală; - **să analizeze** starea de interferență în acest caz.	• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat și **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **reprezintă** printr-un desen mersul razelor de lumină prin lama cu fețe plan-paralele, cu respectarea notațiilor indicate; - **explică** mersul razelor de lumină prin lama cu fețe plan-paralele: *unda incidentă (1)* când ajunge la prima fața lamei este divizată: o parte se reflectă, *unda emergentă (2)*, iar cealaltă parte pătrunde în lamă prin refracție, apoi se reflectă pe a doua față a lamei și iese din lamă prin refracție, *unda emergentă (3);* - **sesizează** că *undele emergente (2) și (3) sunt paralele* (conform legilor reflexiei și refracției) și *sunt coerente* deoarece provin din aceeași *undă incidentă (1)*; - **afirmă** că *undele emergente (2) și (3) interferă la infinit, deci formează franje de interferență localizate la infinit;* - **fac raționamente** geometrice, **utilizează** funcții trigonometrice, **folosesc** legea a doua a refracției, **țin cont** că reflexia pe prima față a lamei se face pe un mediu mai dens și **calculează** *diferența de drum* dintre *undele emergente (2) și (3)*: $\delta=2nd\cos r+\frac{\lambda}{2}$;

	- în cazul incidenței normale, *i=0 și r=0*, $\delta = 2nd + \frac{\lambda}{2}$ - **sesizează** că toate undele incidente paralele sub unghiul de incidență (i) vor genera unde emergente paralele cu undele *(2) și (3)* care interferă, rezultatul interferenței depinde de diferența de drum δ ; - franjele de interferență pot fi observate cu ochiul liber, acomodat pentru infinit, sau dacă se utilizează o lentilă convergentă se formează în planul focal imagine al lentilei L_1.
• **Implică elevii** în estimarea stării de interferență a luminii pe lama cu fețe plan-paralele *prin transmisie* și cere elevilor: - **să explice** cum se formează undele coerente în acest caz și unde sunt localizate franjele de interferență; - **să calculeze** diferența de drum optic dintre razele care interferă; - **să analizeze** starea de interferență în acest caz.	• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat și **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **reprezintă** printr-un desen mersul razelor de lumină prin lama cu fețe plan-paralele în acest caz; - **identifică** *unda incidentă (1)* pe lamă și cele *două unde emergente (4) și (5)* rezultate în urma reflexiilor și refracțiilor repetate pe cele două suprafețe ale lamei; - **sesizează** că *undele emergente (4) și (5) sunt paralele* (conform legilor reflexiei și refracției) și *sunt coerente* deoarece provin din aceeași *undă incidentă (1)*; - **afirmă** că *undele emergente (4) și (5) interferă la infinit, deci formează franje de interferență localizate la infinit;* - **fac raționamente** geometrice, **utilizează** funcții trigonometrice, **folosesc** legea a doua a refracției, **țin cont** că prin reflexie nu mai apare saltul de fază de π radiani și **calculează** *diferența de drum* dintre undele emergente (4) și *(5)*: $\delta = 2nd\cos r$; - **sesizează** că toate undele incidente paralele sub unghiul de incidență (i) vor genera unde emergente paralele cu undele (4) și (5*)* care interferă, rezultatul interferenței depinde de diferența de drum δ ; - franjele de interferență pot fi observate cu ochiul liber, acomodat pentru infinit, sau dacă se utilizează o lentilă convergentă se formează în planul focal imagine al lentilei L_2.
• **Cere elevilor să explice** diferența dintre *franjele de interferență obținute prin reflexie și prin transmisie.*	• **Formulează** ideile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - deoarece în cazul interferenței prin transmisie diferența de drum optic nu mai conține pierdere de λ/2, *franjelor luminoase de la interferența prin reflexie le corespund franjele întunecate de la interferența prin transmisie.*
• **Comunică elevilor** ideea că franjele de interferență pe lama cu fețe plan-paralele din motive de simetrie sunt inele concentrice numite și *inele de egală înclinare* (*franje de egală înclinare*) și cere elevilor să explice de ce inelele sunt bine conturate dacă lama este perfect plan-paralelă.	• **Formulează** ideile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - la formarea franjelor de egală înclinare, luminoase sau întunecate, contribuie toate razele care ajung pe lamă sub același unghi de incidență, deci dacă lama nu este perfect plan-paralelă inelele prezintă neregularități.
• **Propune elevilor** studierea interferenței prin reflexie pe lama cu fețe plan-paralele în următoarea situație: lama cu fețe plan-paralele de indice de refracție *n* se află pe un strat de indice de refracție $n_1 >$ n și **cere elevilor** să *calculeze*	• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat și **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **reprezintă** printr-un desen mersul razelor de lumină prin lama cu fețe plan-paralele în acest caz; - **fac raționamente** geometrice, **utilizează** funcții

grosimea minimă a lamei astfel încât la incidență aproape normală să se obțină *interferență prin reflexie distructivă* (undele reflectate pe cele două fețe ale lamei să interfereze distructiv).	trigonometrice, **folosesc** legea a doua a refracției, **țin cont** că reflexia se face cu pierdere de $\lambda/2$ pe ambele suprafețe de separație și **calculează** *diferența de drum* dintre *undele emergente (2) și (3)* în cazul incidenței normale, $i = 0$ *și* $r = 0$, $\delta = 2nd$ - interferența este distructivă dacă diferența de drum optic este $\delta_{min} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$, iar grosimea minimă a lamei se obține pentru $k=0$, adică $d_{min} = \frac{\lambda}{4n}$.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să rezolve următoarea problemă: O peliculă subțire de acetonă (indice de refracție $n = 1,25$) este întinsă pe suprafața unei plăci groase de sticlă (indice de refracție $n_1 = 1,5$). Pe această peliculă cad sub incidență normală unde luminoase de lungime de undă variabilă. Când privim undele reflectate observăm că minimul de interferență apare la $\lambda_1 = 600nm$, iar maximul la $\lambda_2 = 700nm$. Calculați grosimea peliculei de acetonă. (Societatea de științe fizice și chimice din România, Probleme rezolvate de fizică)	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații etc.).

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

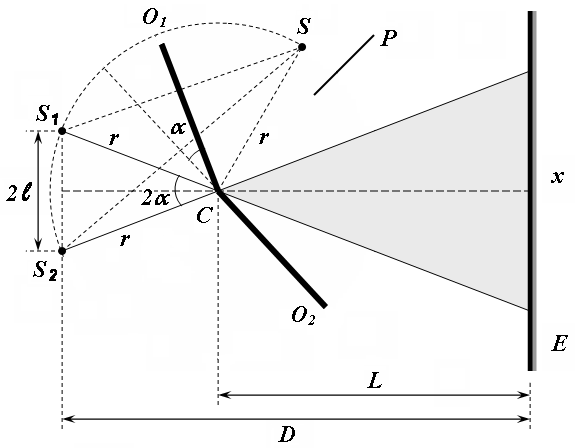
Competenţe specifice (derivate din modelul exercițiului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

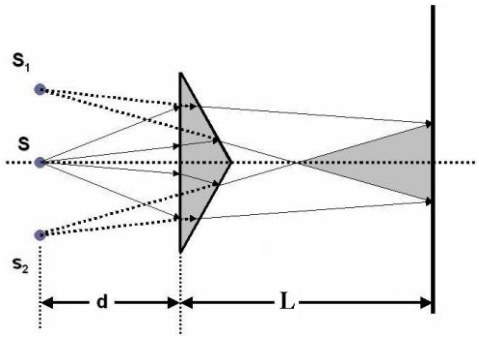
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

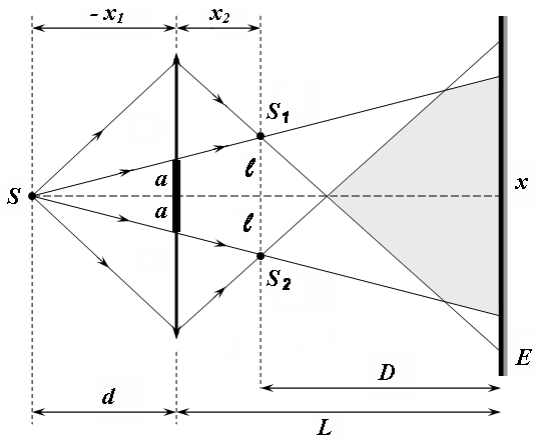
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 5

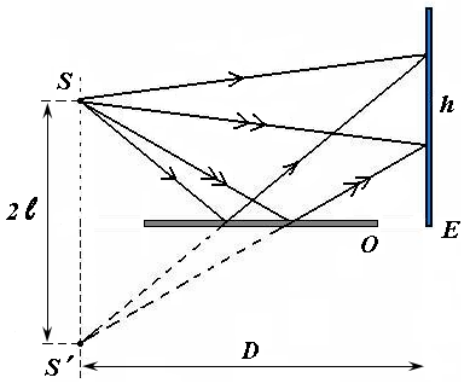
Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* și cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):dispozitive interferențiale echivalente cu dispozitivul Young;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.; - reflexia are loc cu pierdere de $\lambda/2$ pe ambele suprafețe de separație, iar incidența fiind normală, *diferența de drum* dintre undele coerente este $\delta = 2nd$; - din condiția de minim de interferență: $(2k_1+1)\frac{\lambda_1}{2} = 2nd$ se obține $d = \frac{(2k_1+1)}{4n}\lambda_1$ - din condiția de maxim de interferență:

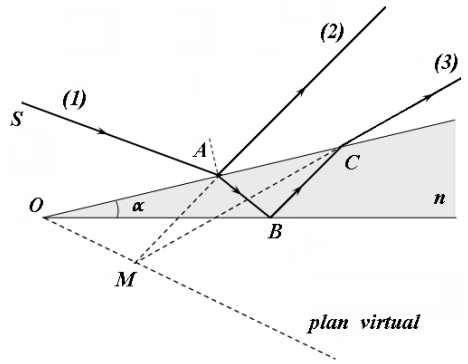
	$2k_2\frac{\lambda_2}{2}=2nd$ se obține $d=\frac{k_2}{2n}\lambda_2$ de unde rezultă: $k_1=k_2=3\Rightarrow d=0{,}84\mu m$.
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (interferența luminii cu dispozitivul Young, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observații, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): obținerea undelor coerente prin divizarea frontului de undă, interfranja, figura de interferență.
• ***Comunică elevilor** ideea că dispozitivele interferențiale echivalente cu dispozitivul Young folosesc undele coerente obținute: - de la două imagini ale aceluiași izvor luminos (oglinzile lui Fresnel, biprisma Fresnel, bilentila lui Billet); - de la o sursă luminoasă și o imagine a acesteia(oglinda Lloyd).	• ***Evocă** observații, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): obținerea a două surse coerente fie prin formarea a două imagini ale aceleiași surse luminoase, fie prin folosirea unei surse luminoase și a unei imagini a sa.
•* **Invită elevii** să **studieze** interferența luminii cu dispozitivul interferențial cunoscut sub denumirea *Oglinzile lui Fresnel* . • **Prezintă** o schemă simplificată a acestui dispozitiv interferențial și **cere elevilor:** - **să descrie** modul în care se obțin cele două surse coerente; - **să explice** rolul ecranului protector/paravanului; - **să deseneze și să explice** mersul razelor de lumină prin dispozitiv; - **să deducă** formula interfranjei plecând de la relația interfranjei stabilită în cazul dispozitivului Young; - **să găsească** urma câmpului de interferență și **să analizeze** starea de interferență. 	• ***Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat și **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **construiesc** imaginile virtuale S_1 și S_2 ale sursei S, în cele două oglinzi plane O_1 și O_2 care fac între ele un unghi apropiat de 180^0 și **obțin** astfel două surse coerente S_1 și S_2 ; - **observă** că ecranul protector/paravanul împiedică lumina de la sursa S să ajungă în câmpul de interferență; - **reprezintă** printr-un desen mersul razelor de lumină prin dispozitiv în acest caz; - **stabilesc** din geometria figurii și **folosind** legile reflexiei că cele trei surse S, S_1 și S_2 se găsesc pe un cerc de rază r egală cu distanța dintre sursa S și muchia comună a oglinzilor; - **fac raționamente** geometrice, **utilizează** funcții trigonometrice, **țin cont** că unghiul α format de una dintre oglinzi cu direcția celei de-a doua este foarte mic și **calculează** distanța dintre cele două surse coerente, $2l\approx 2r\alpha$, iar prin *analogie* cu dispozitivul Young distanța dintre ecran și planul surselor, $D = r+L$ (L este distanța de la ecranul E la intersecția celor două oglinzi); - **aplică** formula interfranjei stabilită în cazul dispozitivului Young și **găsesc** expresia interfranjei în acest caz: $i=\frac{(r+L)}{2r\alpha}\lambda$; - **folosesc** aproximația unghiurilor mici și **stabilesc** *urma câmpului de interferență* pe ecranul E: $X\approx 2L\alpha$; - **sesizează** că numărul total de franje observate pe ecran $N=\frac{X}{i}$, de unde obțin $N=\frac{4rL\alpha^2}{(r+L)\lambda}$ - **realizează** că în aceste condiții franjele de interferență vor avea aspectul unor benzi paralele luminoase și întunecate.
•* **Invită elevii** să **studieze** interferența luminii cu dispozitivul interferențial cunoscut sub denumirea *Biprisma Fresnel* . • **Prezintă** o schemă simplificată a acestui dispozitiv interferențial și **cere elevilor:** - **să descrie** modul în care se obțin cele două surse	• ***Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat și **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **observă** că acest dispozitiv este format din două prisme identice subțiri (unghi refringent mic), cu aceeași bază, iar sursa de lumină S se află pe axa de simetrie la distanța d de planul prismelor;

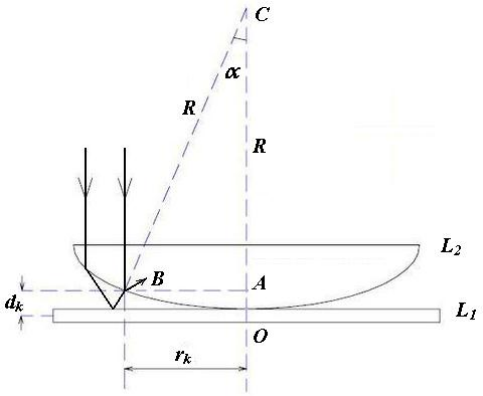
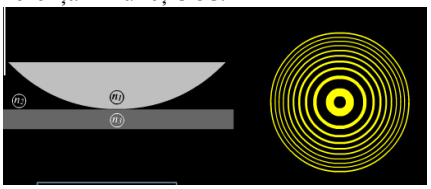
coerente; - **să deseneze și să explice** mersul razelor de lumină prin dispozitiv; - **să deducă** formula interfranjei plecând de la relația interfranjei stabilită în cazul dispozitivului Young; - **să găsească** urma câmpului de interferență și **să analizeze** stare de interferență. 	- **construiesc** imaginile virtuale S_1 și S_2 ale sursei *S*, folosind refracția luminii emise sursa *S* în cele două prisme și **obțin** astfel două surse coerente S_1 și S_2; - **reprezintă** printr-un desen mersul razelor de lumină prin dispozitiv în acest caz; - **stabilesc** din geometria figurii și **folosind** legile refracției că cele trei surse *S*, S_1 *și* S_2 se află în același plan; - **fac raționamente** geometrice, **utilizează** formulele prismei, **lucrează** în aproximația unghiurilor mici deoarece se folosesc fascicule lumină cu deschiderea unghiulară mică și **calculează** distanța dintre cele două surse coerente, $2l \approx 2(n-1)Ad$, iar prin *analogie* cu dispozitivul Young distanța de la sursele virtuale la ecran, $D = d+L$ (*L* este distanța de la ecranul *E* la planul prismelor); - **aplică** formula interfranjei stabilită în cazul dispozitivului Young și **găsesc** expresia interfranjei în acest caz: $i = \frac{(d+L)}{2(n-1)Ad}\lambda$; - **folosesc** aproximația unghiurilor mici și **stabilesc** *urma câmpului de interferență* pe ecranul E: $X \approx 2(n-1)AL$; - **sesizează** că numărul total de franje observate pe ecran $N = \frac{X}{i}$, de unde obțin $N = \frac{4(n-1)^2 dLA^2}{(d+L)\lambda}$ - **realizează** că în aceste condiții franjele de interferență vor avea aspectul unor benzi paralele luminoase și întunecate.
• **Invită elevii să utilizeze** *aplicația interactivă AEL care simulează* obținerea interferenței folosind biprisma Fresnel și **cere elevilor să analizeze** starea de interferență în funcție de: - modificarea lungimii de undă (roșu, galben, albastru, verde); - modificarea distanței *(d)* dintre sursă și prismă și a distanței *(D)* dintre surse și ecran; - modificarea unghiul prismei *(A)*.	• **Utilizează** softul educațional care simulează obținerea franjelor de interferență folosind biprisma Fresnel: - **modifică** lungimea de undă *(λ)* și observă franje colorate în culoarea lungimii de undă respective; - **modifică** distanța *(d)* dintre sursă și prismă și observă că interfranja crește dacă această distanță scade; - dacă **modifică** distanța *(D)* dintre surse și ecran **constată** că interfranja crește cu creșterea distanței; - **modifică** unghiul prismei *(A)* și **obser**vă că interfranja crește dacă unghiul scade.
•* **Invită elevii** să **studieze** interferența luminii cu dispozitivul interferențial cunoscut sub denumire *Bilentilele Billet*. • **Prezintă** o schemă simplificată a acestui dispozitiv interferențial și **cere elevilor:** - **să descrie** modul în care se obțin cele două surse coerente; - **să deseneze și să explice** mersul razelor de lumină prin dispozitiv; - **să deducă** formula interfranjei plecând de la relația interfranjei stabilită în cazul dispozitivului Young; - **să găsească** urma câmpului de interferență și **să analizeze** stare de interferență.	• ***Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat și **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **observă** că acest dispozitiv este format din două jumătăți ale unei lentile biconvexe separate la o mică distanță una de alta, iar această distanță este obturată pentru a împiedica pătrunderea luminii provenite direct de la sursa *S* în câmpul de interferență; - **construiesc** imaginile virtuale S_1 și S_2 ale sursei *S*, folosind refracția luminii emise sursa *S* în cele două semilentile și **obțin** astfel două surse coerente S_1 și S_2; - **reprezintă** printr-un desen mersul razelor de lumină prin dispozitiv în acest caz; - **fac raționamente** geometrice, **utilizează** formula lentilelor subțiri și **calculează** distanța dintre cele două surse coerente, $2l = 2a\left(1-\frac{f}{d}\right)$, distanța de la

	sursele virtuale la ecran, $D = L - \frac{fd}{d-f}$ (f este distanța focală a lentilei, d distanța dintre sursa S și bilentile, $2a$ distanța ce separă cele două semilentile, L este distanța de la ecranul E la bilentile); - **aplică** formula interfranjei stabilită în cazul dispozitivului Young și **găsesc** expresia interfranjei în acest caz: $i = \frac{\left(L - \frac{fd}{d-f}\right)}{2a\left(1 - \frac{f}{d}\right)}\lambda$; - **stabilesc** *urma câmpului de interferență* pe ecranul E $X = \frac{2a(L+d)}{d}$; - **sesizează** că numărul total de franje observate pe ecran $N = \frac{X}{i}$; - **realizează** că în aceste condiții franjele de interferență vor avea aspectul unor benzi paralele luminoase și întunecate.
• **Cere elevilor să esențializeze** concluziile privind dispozitivele interferențiale care folosesc undele coerente obținute de la două imagini ale aceluiași izvor luminos.	• **Formulează** (în perechi) constatările/ concluziile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *- aceste dispozitive interferențiale sunt toate reductibile la dispozitivul Young;* *- de fiecare dată trebuie determinată distanța 2l dintre sursele coerente și distanța D de la sursele coerente la ecranul de observație al franjelor;* *- interfranja se calculează cu aceeași formulă;* *- franjele de interferență sunt benzi paralele luminoase și întunecate;* *- rezultatul interferenței este observabil pe un ecran care poate fi așezat oriunde în câmpul de interferență, adică interferența este nelocalizată.*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să se documenteze și să descrie, de exemplu: Într-o experiență de interferență cu ajutorul oglinzii Lloyd, o undă luminoasă provenind direct de la sursa S interferă cu unda reflectată de oglinda O. Franjele de interferență sunt observate pe un ecran E aflat la distanța D de sursă. **a. reprezentați** printr-un desen mersul razelor de lumină prin dispozitiv; **b. deduceți** diferența de drum dintre razele care interferă într-un punct P de pe ecran; **c. găsiți** formula interfranjei; **d. arătați** printr-un desen cum poate limita lungimea oglinzii urma câmpului de interferență; **e. analizați** starea de interferență.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Lecţia 6

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele;  	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.; **a. - realizează** o schemă simplificată a oglinzii Lloyd respectând notaţiile indicate; - **reprezintă** printr-un desen mersul razelor de lumină prin dispozitiv în acest caz; - **construiesc** imaginea virtuală S' a sursei S, folosind reflexia luminii emise sursa S în oglinda O; - **obţin** astfel două surse coerente S *şi* S'; **b. calculează** diferenţa de drum dintre razele care interferă într-un punct P de coordonată x, având în vedere faptul că reflexia undei luminoase pe oglindă se face cu pierdere de λ/2, $\delta = \frac{2lx}{D} - \frac{\lambda}{2}$, unde l este distanţa de la sursa S la planul oglinzii O, D distanţa de la planul surselor coerente S *şi* S' la ecranul E; **c.** $i = \frac{\lambda D}{2l}$ **d.** construiesc razele care pleacă de la sursa S şi se reflectă la marginile oglinzii O şi obţin urma câmpului de interferenţă(limita zonei de interferenţă); **e.** deoarece reflexia pe oglindă se face cu pierdere de *λ/2*, franja centrală este întunecată, iar franjele de interferenţă vor avea aspectul unor benzi paralele luminoase şi întunecate şi sunt nelocalizate.
• **Invită elevii să utilizeze** *aplicaţia interactivă AEL care simulează* obţinerea interferenţei folosind oglinda Lloyd: Softul educaţional pune la dispoziţia o sursă de lumină, o oglindă plană şi un ecran şi **cere elevilor** să aranjeze cele trei elemente astfel încât pe ecran să obţină figura de interferenţă. Elevii au dreptul la trei încercări.	• **Utilizează** softul educaţional care simulează obţinerea franjelor de interferenţă folosind oglinda Lloyd: - **aranjează** cele trei elemente aşa încât obţin franje de interferenţă; - **modifică** lungimea de undă *(λ)* şi observă franje colorate în culoarea lungimii de undă respective;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): pana optică, pana optică de unghi variabil;	
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (lama cu suprafeţe plan-paralele, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): obţinerea undelor coerente prin divizarea amplitudinii.
• **Implică elevii** în estimarea *stării de interferenţă a luminii* pe pana optică şi **cere elevilor**: - **să considere** o lamă subţire transparentă, delimitată de două suprafeţe plane care fac între ele un unghi α mic ($\alpha < 5^0$), având indicele de refracţie n, pe care cade, sub un unghi de	• **Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat şi **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **reprezintă** printr-un desen mersul razelor de lumină prin pana optică, cu respectarea notaţiilor indicate; - **identifică** *unda incidentă (1)* pe pană şi cele *două unde emergente (2) şi (3)* rezultate în urma reflexiilor pe cele două suprafeţe ale penei;

incidență *i*, o radiație luminoasă provenită de la o sursă îndepărtată *S* și **să reprezinte** printr-un desen mersul razelor de lumină prin pana optică; - **să explice** cum se formează undele coerente în acest caz și unde sunt localizate franjele de interferență;  - **să analizeze** cazul incidenței normale; - **să deducă** diferența de drum optic dintre razele care interferă în cazul incidenței normale; - **să deducă** interfranja în cazul incidenței normale; - **să analizeze** starea de interferență în acest caz. • **Precizează** că starea de interferență într-un punct de pe pană este determinată de grosimea penei în punctul respectiv, motiv pentru care se numesc ***franje de egală grosime***.	- **sesizează** că *undele emergente (2) și (3) sunt neparalele* (conform legilor reflexiei și refracției) și *sunt coerente* deoarece provin din aceeași undă incidentă *(1)*; - **afirmă** că *franjele de interferență* se formează la intersecția prelungirii razelor emergente *(2) și (3)*, deci aceste franje *sunt localizate într-un plan virtual ce trece prin vârful penei*; - **pot intui** că în cazul unui *fascicul incident normal pe suprafața superioară a penei*, planul de localizare a franjelor se va afla în interiorul penei în imediata apropiere a suprafeței penei, adică *franjele sunt practic localizate pe pană*; - **respectând** cele stabilite la studiul lamei cu fețe plan-paralele și **considerând** că pana optică este formată dintr-o mulțime de straturi subțiri cu fețele plan-paralele și cu grosimi diferite, **deduc** diferența de drum optic dintre razele care interferă în condiții de incidență normală, pentru o grosime oarecare, *d* , a penei $\delta = 2nd + \frac{\lambda}{2}$; - **scriu** condiția de maxim de interferență pentru o grosime a penei, d_k , $2nd_k + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$ și pentru maximul următor *(k+1)* $2nd_{k+1} + \frac{\lambda}{2} = (k+1)\lambda$; - din geometria figurii **observă** că interfranja $i = \frac{d_{k+1} - d_k}{tg\alpha}$ și folosind aproximația unghiurilor mici **găsesc** pentru interfranjă formula: $i = \frac{\lambda}{2\alpha n}$; - **observă** că interfranja crește dacă unghiul penei scade; - deoarece interfranja nu depinde de ordinul de interferență, **afirmă** că franjele de interferență sunt drepte, echidistante, paralele între ele și cu muchia penei; - în cazul luminii albe franjele sunt colorate, iar în lumină monocromatică maximele luminoase au o singură culoare.
• ***Comunică elevilor** ideea studierii unei *pene optice de unghi variabil*, prin care se obține o figură de interferență cunoscută sud numele de *inelele lui Newton*.	• **Evocă** observații, experiențe și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete).
• ***Prezintă elevilor** o schemă simplificată a acestui dispozitiv interferențial: o lentilă plan-convexă L_2 (indice de refracție n_2) cu distanță focală mare este așezată cu fața curbă pe o lamă cu fețe plan-paralele L_1 (indice de refracție n_2). Între lentilă și lamă se formează un spațiu de aer sau de lichid (indice de refracție n_1) a cărei grosime crește de la centru spre margini. Acest spațiu este o pană optică cu unghi variabil simetrică în jurul punctului *O*, de contact, între lentilă și lamă.	• ***Se concentrează** asupra sarcinii de rezolvat și **se implică activ** în rezolvarea acestei sarcini: - **observă** că se poate aplica principiul penei optice, undele luminoase reflectate pe cele două suprafețe ale penei sunt coerente (suprafața de sprijin a lentilei și suprafața inferioară a penei), deci interferă; - **sesizează** că locurile de egală grosime în pană vor forma cercuri de rază *r* având centrul în punctul de contact dintre lentilă și lamă; - **deduc** diferența de drum optic dintre razele coerente care interferă într-un punct *M* corespunzător grosimii *d*, în situația în care lumina cade normal pe fața plană a lentilei, $n_1 < n_2$, $r \ll R$ și reflexia pe suprafața inferioară a penei se face cu pierdere de *λ/2*: $\delta = 2n_1 d + \frac{\lambda}{2}$; - **fac raționamente** geometrice, țin cont că $d \ll R$ și găsesc $d = \frac{r^2}{2R}$;

• **Cere elevilor:** - **să descrie** modul în care se obțin franje de interferență cu acest dispozitiv; - **să deducă** diferența de drum optic dintre razele care interferă, în cazul unui fascicul de lumină monocromatică, care cade perpendicular, sau aproape perpendicular, pe lentilă; - **să calculeze** raza inelului luminos de ordin *k* și raza inelului întunecat de ordin *k*, știind că în aceste condiții se obțin franje de interferență  circulare, cu centrul în punctul de contact dintre cele două suprafețe, numite *inelele lui Newton*; -**să analizeze și să descrie** starea de interferență; • **Precizează** se pot obține franje de interferență și în lumină transmisă, dar fenomenul este complementar, în centrul figurii de interferență se află un maxim de interferență.	- din condiția de *maxim de interferență* în punctul *M*, **obține** *raza inelului luminos de ordin k*: $n_1 \frac{r_k^2}{R} + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$, $r_k = \sqrt{\frac{R\lambda}{2n_1}(2k-1)}$, *k=0,1,2,...* - din condiția de *minim de interferență* în punctul *M*, **obține** *raza inelului întunecat de ordin k*: $n_1 \frac{r_k^2}{R} + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$, $r_k = \sqrt{\frac{R\lambda}{n_1}k}$, *k=0,1,2,...* - **observă** că după cum diferența de drum optic este un număr sau impar de semilungimi de undă, în punctul *M* este maxim sau minim de interferență, deci se poate scrie o singură formulă: $n_1 \frac{r_k^2}{R} + \frac{\lambda}{2} = k\frac{\lambda}{2}$, în care valorile pare ale lui k corespund franjelor luminoase și valorile impare ale lui k corespund franjelor întunecoase; - **calculează** raza unui inel în aceste condiții: $r_k = \sqrt{\frac{R\lambda}{2n_1}(k-1)}$, *k=1,2,3,...* - din ultima formulă, pentru *k=1* **obține** $r_1=0$, adică în punctul de contact între lentilă și placă apare un minim de interferență.
• **Invită elevii să utilizeze** *aplicația interactivă AEL care simulează* obținerea inelelor lui Newton și **cere elevilor să analizeze** starea de interferență în funcție de:  - modificarea lungimii de undă (roșu, galben, albastru, verde); - modificarea razei lentilei plan convexe; - modificarea indicilor de refracție ai lentilei (n_1), ai penei optice (n_2) și ai lamei (n_3).	• **Utilizează** softul educațional care simulează obținerea inelelor lui Newton: - **modifică** lungimea de undă *(λ)* și observă inele colorate în culoarea lungimii de undă respective și inele întunecate, iar raza inelelor depinde de valoarea lungimii de undă; - **modifică** razei lentilei plan convexe și observă că raza inelului de ordin *k* scade dacă raza lentilei scade, dar în același timp crește numărul inelelor care se formează (inelele se îndesesc spre margine); - dacă **modifică** cei trei indici de refracție **constată** că se modifică aspectul figurii de interferență, în funcție de relația dintre indicii de refracție, în centrul figurii poate să se formeze minim sau maxim de interferență.
• **Cere elevilor să esențializeze** concluziile privind dispozitivele interferențiale, urmărind ideile: - obținerea undelor coerente; - interferență constructivă și distructivă; - interferență nelocalizată și localizată; -utilizarea unor dispozitive interferențiale simple;	• **Formulează** (în perechi) constatările/ concluziile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - obținerea undelor coerente este posibilă prin *divizarea luminii provenită de la o singură sursă* (divizarea frontului de undă, formarea a două imagini ale aceleiași surse luminoase, folosirea unei surse luminoase și a unei imagini a sa); - rezultatul interferenței este *un maxim – interferență constructivă* (franje luminoase), respectiv, *un minim – interferență distructivă* (franje întunecate), după cum de diferența de drum optic dintre undele care interferă este un număr *par sau impar de semilungimi de undă*; - interferența este *nelocalizată* dacă rezultatul interferenței este observabil pe un ecran care poate fi așezat oriunde în câmpul de interferență (franje sunt

	rectilinii, paralele și echidistante), iar în cazul interferenței *localizate* franjele de interferență sunt inele concentrice localizate la infinit (franje de egală înclinare) sau sunt drepte, paralele și echidistante localizate pe pelicule subțiri (franje de egală grosime); - *utilizarea unor dispozitive interferențiale simple are ca scop determinarea cu precizie a lungimilor de undă ale radiațiilor luminoase, a grosimilor lamelor transparente foarte subțiri și a indicilor de refracție al materialelor din care sunt confecționate lamele transparente.*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: 1. **Să se analizeze şi să rezolve următoarea situaţie:** Se studiază inelele lui Newton în lumină reflectată cu lungimea de undă λ. În locul lentilei plan convexe se foloseşte o lentilă biconvexă. S-a măsurat pentru raza inelului întunecat de ordinul k valoarea r_1, atunci lentila s-a aşezat cu una dintre feţe pe lama de sticlă şi valoarea r_2, atunci când lentila s-a aşezat cu cealaltă faţă pe lama de sticlă (indice de refracţie n). Calculaţi distanţa focală a lentilei.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Lecţia 7

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.; - **aplică** formula pentru raza unui inel întunecat $r_k = \sqrt{k\lambda R}$ şi exprimă raza unei feţe a lentilei $R = \frac{r_k^2}{k\lambda}$; - **obţin** astfel razele de curbură ale celor două feţe ale lentilei: $R_1 = \frac{r_1^2}{k\lambda}$, respectiv, $R_2 = \frac{r_2^2}{k\lambda}$; - din formula lentilelor subţiri **determină** distanţa focală a lentilei: $f = \frac{r_1^2 r_2^2}{k\lambda(n-1)(r_1^2 + r_2^2)}$; - este o posibilitate de determinare, fie a distanţei focale a lentilei (ca în acest caz), fie a lungimii de undă a luminii folosite (în cazul în care se cunoaşte distanţa focală a lentilei).
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): studiul interferenţei localizate - inelele lui Newton- lucrare de laborator.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete).
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): obţinerea inelelor lui Newton.

(obținerea undelor coerente prin divizarea amplitudinii, norme de protecţia muncii în laborator etc.);

• **Cere elevilor să studieze experimental** producerea inelelor lui Newton şi **să determine :**
1. raza de curbură a lentilei plan convexe dacă se cunoaşte lungimea de undă a inelelor luminoase;
2. lungimea de undă a luminii folosite dacă se cunoaşte distanţa focală a lentilei plan convexe.
(lucrare de laborator – pe grupe)

• **Oferă elevilor materiale şi fişe de activitate experimentală** pentru experiment: dispozitiv pentru producerea inelelor lui Newton, sursă de lumină(tub Geissler, spot luminos), filtre colorate, folie polietilenă gradată în 1/2mm, echer.
(Stelian Ursu, Ion Toma, Rodica Ionescu, Cristina Onea, Ghid pentru lucrări practice pentru laboratorul de fizică, clasa a XI-a, Editura Radical, 1996)

• **Cere elevilor:**
1. Determinarea razei de curbură a lentilei plan convexe, dacă se cunosc lungimile de undă ale radiaţiilor folosite pentru obţinerea inelelor lui Newton prin reflexie:
-să realizeze montajul experimental, **să producă şi să observe** inelele lui Newton prin reflexie;
- **să calculeze** raza unui inel întunecat de ordin *k*, când observarea prin reflexie a inelelor lui Newton se face sub un unghi de incidenţă *i* pe o suprafaţă ce delimitează pana de aer;
- **să măsoare** în lumina dată de tubul Geissler diametrele inelelor întunecate şi **să înregistreze** în acelaşi timp şi ordinul inelului;
- **să repete** experimentul pentru mai multe valori ale unghiului de incidenţă *i*, privind în lungul ipotenuzei unui echer;
- **să înregistreze** datele experimentale într-un tabel;
-**să reprezinte grafic** $\sqrt{k} = f(d_k)$;
- **să calculeze** panta graficului;
- **să determine** raza de curbură a lentilei plan convexe, cunoscând lungimile de undă ale inelelor luminoase;
- **să medieze** rezultatele obţinute din graficele trasate;
2. Determinarea lungimii de undă a luminii folosite pentru obţinerea prin reflexie a inelelor lui Newton, dacă se cunoaşte distanţa focală a lentilei plan convexe:
- **să reia** toate determinările experimentale pentru obţinerea prin reflexie a inelelor lui Newton, dar de data aceasta, elevii cunosc raza de curbură a lentilei plan convexe şi trebuie să folosească o sursă de lumină cu lungimea de undă necunoscută.

• **Organizaţi în grupuri de lucru**, elevii: citesc cu atenţie instrucţiunile din fişa de activitate experimentală şi pun întrebări pertinente profesorului; selectează şi organizează corespunzător materialele necesare desfăşurării experimentului; efectuează determinări experimentale.

• **Organizaţi în grupuri de lucru**, elevii:
- **efectuează** experimentul în condiţiile cerute în fişa de activitate experimentală;
- **folosesc** acelaşi raţionament ca în cazul unui fascicul de lumină monocromatică, care cade perpendicular pe lentilă, dar **ţin cont** că observarea prin reflexie a inelelor lui Newton se face sub un unghi de incidenţă *i* faţă de suprafaţa plană a lentilei plan convexe: diferenţa de drum optic pentru o pană de aer de grosime *d* are în această situaţie expresia $\delta = 2d\cos r + \frac{\lambda}{2}$, iar din condiţia de minim de interferenţă $\frac{r_k^2}{R}\cos r + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$, **obţin** raza inelului întunecat de ordin *k*: $r_k = \sqrt{\frac{R\lambda}{\cos r}k}$
- **sesizează** că, deoarece observarea inelelor se face privind în lungul ipotenuzei unui echer (privind razant cu ochiul liber) $i=90^0$, $\cos r = \sqrt{1-\sin^2 r} = \frac{\sqrt{n^2-1}}{n}$;
- **găsesc** raza inelului întunecat de ordinul *k*:
$r_k = \sqrt{\frac{R\lambda n}{\sqrt{n^2-1}}k}$, unde *n* este indicele de refracţie al sticlei;
- **măsoară** în lumina dată de tubul Geissler (roşii la tubul cu neon, verzi sau violete la cel cu argon şi vapori de mercur) diametrele inelelor întunecate şi înregistrează în fiecare caz şi ordinul inelului;
- datele experimentale sunt **înregistrate** într-un tabel:
a. Lumină roşie aprinsă, λ_r =640,2nm

Ordinul	d_k(mm) Exp.I (i_1)	d_k(mm) Exp.II(i_2)	d_k(mm) Exp.III(i_3)
k=o			
k=1			
k=2			
k=3			
k=4			
k=5			
k=6			

b. Lumină verde, λ_{ve} =579nm, acelaşi tabel
c. Lumină violetă, λ_{vi} =491,6nm, acelaşi tabel
- trasează **graficul** (prin puncte) $\sqrt{k} = f(d_k)$ şi verifică liniaritatea graficului;
- **calculează** panta dreptelor obţinute $tg\alpha = \frac{\sqrt{k}}{d_k} = \frac{\sqrt{k}}{2r_k}$;
- **calculează** raza de curbură lentilei plan convexe,

	$R = \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{4n\lambda \cdot tg^2\alpha}$; - **calculează** valoarea medie a rezultatelor obținute; - **interpretează** rezultatele, identifică sursele de erori și calculează erorile; - **realizează** și **prezintă** referatul lucrării de laborator; - **reiau** toate determinările experimentale pentru obținerea prin reflexie a inelelor lui Newton, dar de data aceasta **cunosc** raza de curbură a lentilei plan convexe, dar **folosesc** o sursă de lumină cu lungimea de undă necunoscută; - **determină** în același mod lungimea de undă necunoscută.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: **a. să redacteze**, pe baza caietelor de notiţe, *referatul lucrării* realizate, oferind următoarea structură pentru acesta: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ). **b. să se informeze, documenteze și să prezinte** referatul științific privind *Interferența luminii în natură și tehnică,* oferind următoarea structură pentru acesta: 1.Introducere; 2. Considerații generale asupra temei abordate; 3. Prezentarea domeniilor de aplicații ale interferenței luminii cu selectarea a ceea ce este deosebit; 4. Interpretarea personală și concluziile constate; 5. Oportunitatea surselor bibliografice.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul exerciţiului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 8

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile*	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;

<table>
<tr><td>de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (interferența luminii, norme de protecţia muncii în laborator etc.);</td><td></td></tr>
<tr><td>• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul şi obiectivele lecţiei): aplicații ale fenomenului de interferență în natură și tehnică;</td><td>• Evocă observaţii, experienţe şi comunică răspunsurile în clasă;</td></tr>
<tr><td>• Prezintă elevilor criteriile de evaluare a referatului:
<table>
<tr><th colspan="2">Criterii de evaluare</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Aspect general</td><td>Modul de realizare a referatului (coperta cu titlul şi datele autorului, paginaţie, etc.)</td></tr>
<tr><td>Redactarea referatului</td></tr>
<tr><td>Prezentarea bibliografiei</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Conţinut</td><td>Argumentarea temei</td></tr>
<tr><td>Conţinutul (corect, riguros, etc.)</td></tr>
<tr><td>Utilizarea unui limbaj corect şi a limbajului de specialitate;</td></tr>
<tr><td>Structura conţinutului (adecvată, haotică)</td></tr>
<tr><td>Respectarea planului de lucru</td></tr>
<tr><td>Existenţa şi calitatea desenelor, schemelor, fotografiilor etc.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Mod de prezentare</td><td>Opinii personale cu privire la tema în discuţie</td></tr>
<tr><td>Coerenţă, corectitudine şi fluenţă în prezentare</td></tr>
<tr><td>Prezentare liberă, cvasiliberă, Power Point</td></tr>
<tr><td>Răspunsurile formulate de elev la întrebările profesorului şi ale colegilor (corect argumentate)</td></tr>
</table></td><td>• Organizaţi în grupe, prezintă în clasă referatul științific şi evocă dificultăți/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
Tema referatului: Interferența luminii în natură şi în tehnică
Planul de lucru:
1. Argumentul lucrării.
2. Prezentarea, prin comparaţie, a interferenței nelocalizate şi a interferenței localizate.
3. Exemple de situaţii, unde se observă adeseori fenomenul de interferență în natură (descriere, explicaţii, desene schematice, imagini, culorile lamelor subțiri).
4. Aplicaţii în tehnică ale interferenței localizate: informațiile obținute din studierea deplasării sistemului de franje(determinarea grosimii unor piese transparente alcătuite din materiale cu indice de refracție cunoscut, a indicelui de refracție când se cunoaște grosimea, a lungimii de undă când se cunosc n şi d), verificarea planeității suprafețelor, optica albastră, filtrele interferențiale, etc.
5. Utilizarea unor dispozitive interferențiale în determinarea unor caracteristici ale luminii (interferometre cu două fascicule, interferometre cu fascicule multiple): măsurarea precisă a distanțelor, măsurarea precisă a unghiurilor (distanțelor unghiulare dintre stelele duble, diametrul unghiular stelar, determinarea dimensiunilor unor particule submicroscopice), controlul calității suprafețelor polizate (oglinzi, lentile) ale sistemelor optice), holografia (producerea şi observarea unei holograme).
6. Bibliografie</td></tr>
<tr><td>• Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competenţele cheie[29];</td><td>• Prezintă portofoliile, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;</td></tr>
<tr><td>• Anunţă verificarea orală/ testul scris pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competențele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noțiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/</td><td></td></tr>
</table>

[29] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

38. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
39. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
40. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
41. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ***Îşi propun să expună** produsele realizate în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale, să informeze factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele*.

Bibliografie

(1) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006

(2) Societatea de ştiinţe fizice şi chimice din România, Probleme rezolvate de fizică, Editura Universul , Bucureşti, 1993

(3) Stelian Ursu, Ion Toma, Rodica Ionescu, Cristina Onea, *Ghid pentru lucrări practice pentru laboratorul de fizică*, clasa a XI-a, Editura Radical, 1996

(4) *Manuale alternative*: Rodica Ionescu-Andrei, Cristina Onea, Ion Toma, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Grup Editorial ART, Bucureşti, 2007; Simona Bratu, Adrian Motomancea, Ion Apostol, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 2006; Daniel Ovidiu Crocnan, Manual pentru clasa a XI-a, Editura Sigma, Bucureşti, 2006; Constantin Mantea, Mihaela Garabet, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura BIC ALL, Bucureşti, 2006; Mihai Popescu, Valerian Tomescu, Smaranda Strazzaboschi, Mihai Sandu, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura LVS crepuscul, Bucureşti, 2006; Octavian Rusu, Constantin Trăistaru, Livia Dinică, Constantin Gavrilă, Fizică, Manual pentru clasa a XI-a, Editura Corint, Bucureşti, 2006

Unitatea de învăţare: XI.14
Difracţia luminii

sau

Marginile umbrei unui obiect sunt estompate? (trecerea de la întuneric la lumină este bruscă ?)

sau

De ce suprafaţa unui compact disc apare colorată în culorile curcubeului?

Dorina Cucu

Clasa: a XI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Difracţia luminii la marginea unui paravan; Difracţia printr-o fantă în lumină paralelă (difracţia Fraunhofer); Difracţia luminii prin reţeaua de difracţie; Aplicaţii ale difracţiei luminii în ştiinţă şi în tehnică.
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie neaşteptată, şi anume: „*Marginile umbrei unui obiect sunt estompate?*”. Pe parcurs, gândirea elevilor se va dezvolta către ideea: *„Lumina ocoleşte obstacolele de dimensiuni comparabile ca ordin de mărime cu lungimea ei de undă”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrarea fenomenului	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind comportarea undelor luminoase atunci când

de difracţie a luminii într-un concept mai cuprinzător (fenomene electromagnetice, optica ondulatorie), aspecte istorice ale descoperirii şi studierii fenomenului de difracţie a luminii (originea cuvântului difracţie, Francesco Grimaldi, Auguste Fresnel, Joseph von Fraunhofer, etc.), metoda zonelor Fresnel utilizată în studiul fenomenului, produse tehnologice (reţeaua de difracţie, spectroscopul cu reţea de difracţie, etc.);	întâlnesc în calea lor diverse obstacole (pană, fir de păr, frunzişul des al unui arbore etc.);
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice" (la dispoziţia elevilor în clasă): „*Marginile umbrei unui obiect sunt estompate?*" şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat;	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu: de exemplu: „oare nu este o iluzie optică?"; „probabil că razele de lumină se curbează în apropierea obiectelor"; „probabil că trecerea de la umbră la lumină depinde de mărimea obiectelor a căror umbră o observăm" şi altele;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor (caracterul de undă al luminii, principiul Huygens-Fresnel, intensitatea luminii într-un punct, etc.), *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice* (trecerea luminii la marginea obiectelor este un alt fenomen decât refracţia), *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator, caracterul de undă al luminii, comportarea acesteia la interacţiunea cu obstacolele întâlnite, măsurători ale lungimii de undă a unei radiaţii monocromatice, asemănări şi deosebiri între interferenţă şi difracţie, etc.);	• **Evocă/ exersează** enunţul principiului Huygens-Fresnel/construcţia lui Huygens, **exprimă matematic** intensitatea luminoasă într-un punct, condiţiile de maxim şi de minim de interferenţă, **evidenţiază** *caracteristicile* franjelor de interferenţă obţinute pe ecran în cazul folosirii dispozitivului lui Young; măsurarea interfranjei, a lărgimii figurii de interferenţă, etc.
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; **orientează gândirea** elevilor către identificarea naturii ondulatorii a luminii şi a mărimilor fizice caracteristice (lungime de undă, fază, intensitatea undei într-un punct, etc.) care pot face distincţie între ipotezele formulate;	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat: dimensiunile obstacolelor, lungimea de undă a luminii, pătrunderea luminii în zona de umbră a obstacolelor), pentru a explica ocolirea de către lumină a obstacolelor întâlnite (dimensiunile obstacolelor, lungimea de undă a luminii, etc.) • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[30] a. Experimente: *Construirea unui spectroscop cu reţea de difracţie*; *Studiul difracţiei luminii prin fereastra transparentă (element de siguranţă) a unei bancnote;* b. Referate ştiinţifice legate de: b1. Istoria fizicii *„ Jean Augustin Fresnel şi oglinda crestată";* b2. Aplicaţii tehnologice: *„Influenţa difracţiei asupra calităţii imaginii*	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);

[30] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

obţinute cu microscopul"; *Spectroscopul cu reţea de difracţie";* b3. Interdisciplinaritate: *„Inelele de difracţie ale corpurilor cereşti" ; „Difracţia undelor radio în atmosfera terestră";* c. Filme, fotografii cu tema: *„Difracţia luminii observată în natură";* d. Prezentare PowerPoint cu tema: *„Comparaţie între difracţia Fraunhofer şi difracţia Fresnel";*	
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[31]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este?" (umbra şi penumbra, reţeaua de difracţie, puterea de separare a unui instrument optic, etc.) şi „Ce se întâmplă?" (la trecerea luminii la marginea unui obstacol, la trecerea luminii printr-un orificiu foarte îngust, etc.).	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

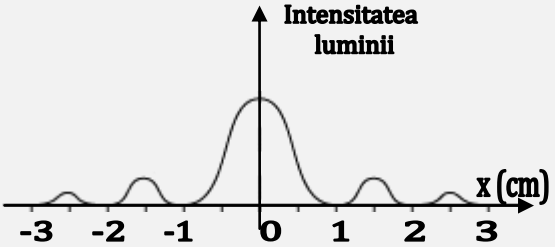
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor (construcţia lui Huygens, condiţiile de maxim şi minim de interferenţă, etc.), *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

[31] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): difracţia luminii la marginea unui paravan, difracţia luminii paralele printr-o fantă (difracţia Fraunhofer), zonele lui Fresnel, reţeaua de difracţie, aplicaţii ale fenomenului de difracţie, etc.;	
• **Oferă elevilor materiale:** bancuri optice, becuri, lasere didactice (de mică putere), paravane cu o fantă (se vor folosi fante având diverse deschideri), lentile convergente cu suport, ecrane şi **cere elevilor** (pe baza schemei montajului experimental desenat pe tablă): - **să realizeze** montajul experimental folosind becul/laserul; - **să selecteze** dintre distanţele bec-lentilă convergentă folosite, acea distanţă care permite obţinerea unei figuri de difracţie cât mai clare; - **să observe** diferenţele dintre figurile de difracţie formate la folosirea becului şi apoi a laserului; - **să modifice,** în cadrul fiecărui experiment, distanţa dintre paravanul cu fantă şi ecran; - **să descrie** figura de difracţie şi să o compare cu figura de interferenţă**;** - **să măsoare** lărgimea maximului central de difracţie (în cazul folosirii laserului) şi să observe cum depinde ea de deschiderea fantei; - **să înregistreze** şi **să comunice** observaţiile realizate şi ipotezele cu privire la: o aspectul figurii de difracţie; o dependenţa dintre lărgimea franjelor de difracţie şi deschiderea fantei;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează** montajele experimentale prezentate; - **înregistrează** diferenţele dintre figurile de difracţie obţinute prin folosirea becului/laserului; - **modifică** distanţele bec-lentilă, **schimbă** fantele, **efectuează** experimentele cu bec/laser, în condiţiile solicitate de profesor;
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii **constată** că: ▪ se formează pe ecran franje de difracţie, maximul central fiind cel mai intens; intensităţile celorlalte maxime scad pe măsura distanţării lor faţă de maximul central; - franjele de difracţie obţinute la folosirea becului ca sursă de lumină sunt colorate în culorile spectrului; franjele de difracţie sunt cu atât mai largi cu cât deschiderea fantei este mai mică; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** (de ex., *să studieze difracţia luminii solare prin orificiul practicat cu un ac de gămălie într-o foiţă de staniol şi să compare figura obţinută cu aceea pe care o observă când în foiţă sunt practicate două orificii plasate la câţiva mm unul de celălalt*) pentru a răspunde la un set de întrebări:	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări.

În figura de mai jos este reprezentată dependenţa intensităţii luminii pe ecran în funcţie de poziţia punctelor pe ecranul aflat în spatele unui paravan.  **a.** precizaţi dacă paravanul are una sau mai multe fante; **b.** ce diferenţă există între graficul corespunzător situaţiilor în care paravanul are o fantă respectiv două fante? **c.** care este lărgimea maximului central?	

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

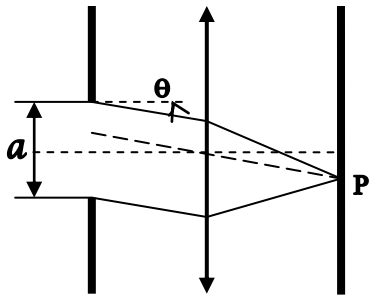
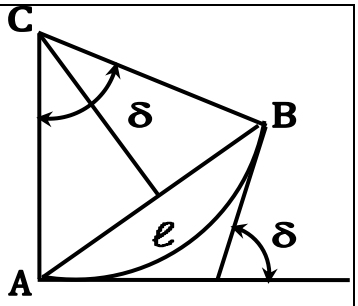
Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **reunesc într-un tabel comun** masele şi volumele măsurate pentru corpurile puse la dispoziţie, incluzând măsurătorile pentru apă şi adaugă o coloană a rapoartelor masă/ volum;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă)** folosind zonele lui Fresnel pentru a putea explica de ce trecerea de la umbră la lumină nu se face brusc.	• **Formulează ipoteze** privind dependenţa intensităţii luminoase de poziţia punctelor pe ecran, defazajul dintre undele secundare care se suprapun în limitele maximului central, etc.;
• **Cere elevilor să reprezinte diagrama fazorială** a intensităţilor câmpurilor electrice emise de zonele imaginare în care a fost împărţit frontul undei incidente tangent la paravanul cu fantă şi care se suprapun într-un punct de pe ecran, câmpuri provenite de la undele secundare emise sub unghiul θ şi să determine intensitatea luminoasă într-un punct P de pe ecran. **Precizează** elevilor că zonele lui Fresnel se obţin trasând cercuri ale căror raze diferă una de	• **Construiesc** diagrama fazorială pentru un număr de 4 zone, analizând contribuţia fiecărei zone la intensitatea luminoasă a punctului P; • Analizează comparativ situaţia în care numărul zonelor lui Fresnel este mai mic cu cea în care numărul zonelor este foarte mare; • **Constată** că: ☞ zonele imaginare în care a fost împărţit frontul undei incidente emit unde secundare, între undele emise de o sursele dintr-o zonă existând mici

cealaltă prin $\lambda / 2$, deci două zone alăturate vor trimite în punctul P unde aflate în opoziţie de fază;  	diferenţe de fază (practic undele emise de sursele secundare dintr-o zonă ajung în fază în punctul P); ☞ la un număr mic de zone diagrama fazorială are forma unei porţiuni dintr-un poligon cu mai multe laturi; ☞ la un număr mare de fâşii diagrama fazorială devine un arc de cerc de lungime ℓ ;  • **Determină:** ☞ diferenţa de drum dintre razele marginale ce cad pe fantă (ce trec la limitele superioară şi inferioară ale fantei); ☞ diferenţa de fază δ dintre razele de lumină marginale; ☞ intensitatea luminii în punctul P de pe ecran, cunoscând că ea este proporţională cu pătratul amplitudinii intensităţii câmpului electric rezultant;
• **Precizează** elevilor că folosind metoda zonelor lui Fresnel (sau principiul Huygens-Fresnel) se poate explica pătrunderea luminii în zona de umbră a obstacolului şi că fenomenul este dependent de dimensiunile obstacolului; **defineşte** difracţia luminii ca fenomenul prin care lumina ocoleşte obstacolele întâlnite, pătrunzând în zona lor de umbră, fenomen ce se poate evidenţia când dimensiunile obstacolelor sunt comparabile ca ordin de mărime cu lungimea de undă a luminii; apoi **cere elevilor** să transpună observaţiile anterioare *în explicarea experimentului efectuat în clasă*;	• **Reformulează constatările**, aplicând metoda zonelor lui Fresnel (sau principiul Huygens-Fresnel) şi determinarea (cantitativă sau calitativă a distribuţiei intensităţii luminii pe ecran); • **Constată** că undele secundare provenite de la zonele Fresnel, după trecerea prin fantă, interferă; • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: ☞ maximul central este cel mai intens pentru că, în acest caz $\theta = 0$ şi toate undele secundare ajung în fază (diagrama fazorială conţine doar vectori având aceeaşi direcţie şi acelaşi sens) ☞ maximele secundare au intensităţi din ce în ce mai mici (cu cât unghiul θ creşte, intensitatea luminoasă în punctul P scade); • **Formulează enunţul (relaţia, legea)** conform căruia lumina ocoleşte obstacolele având dimensiuni comparabile cu lungimea ei de undă;
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat: *Marginile umbrei unui obiect sunt estompate?* şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenului observat;	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: marginile umbrei unui obiect sunt estompate, deoarece, lumina pătrunde în zona de umbră a obiectului şi figura observată este rezultatul compunerii undelor secundare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere elevilor** să răspundă la întrebări, cum sunt: 1. Pot fi separate fenomenele de difracţie şi de interferenţă? Justificaţi răspunsul vostru. 2. Folosindu-se o sursă laser ce emite lumină cu lungimea de undă $\lambda = 500\ nm$ şi un paravan cu o fantă a cărei lărgime este egală cu $a = 1mm$, estimaţi care este valoarea unghiului θ pentru care intensitatea luminii în punctul P este egală cu zero.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

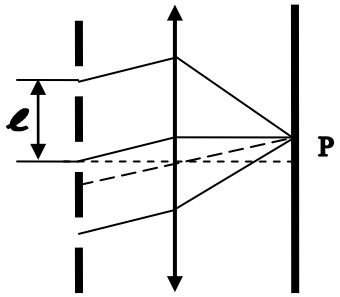
Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea reţelei de difracţie, studiul difracţiei luminii albe şi luminii laser prin reţeaua de difracţie, măsurarea lungimii de undă a radiaţiei laser, etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): studiul reţelei de difracţie, stabilirea condiţiilor de maxim şi minim de difracţie la utilizarea reţelei de difracţie, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	• Constată că la obţinerea reţelei de difracţie zgârieturile reţelei de difracţie reprezintă zone opace, iar spaţiile dintre zgârieturi sunt transparente;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare *(banc optic, reţele de difracţie, surse laser didactice, becuri, lentile convergente)*, implicându-i în rezolvarea a noi probleme *(realizare montajului experimental desenat pe tablă şi studiul figurii de difracţie în noile condiţii)*, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate (*deducerea condiţiilor de maxim şi minim de difracţie pentru explicarea figurii de difracţie obţinute)*, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) *pe baza construcţiei lui Fresnel în cazul reţelei de difracţie*: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? (*De ce maximul central al figurii de difracţie este alb, iar maximele secundare sunt colorate în culorile spectrului, în cazul în care pe reţea cade un fascicul paralel de lumină albă)* Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - construiesc montajul experimental; - notează observaţiile privind figurile de difracţie obţinute în cazul folosirii ca sursă de lumină a becului respectiv a laserului; - face ipoteze cu privire la distribuţia pe ecran a intensităţii luminoase, având în vedere contribuţia zonelor Fresnel construite pentru fiecare fantă a dispozitivului; - determină diferenţa de drum dintre două raze care se suprapun într-un punct P de pe ecran; - stabilesc condiţiile de maxim şi minim de difracţie folosind reţeaua de difracţie; - explică, folosind figura de difracţie obţinută în cazul în care pe reţea cade un fascicul paralel de lumină albă; 
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei

utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):aplicaţii ale fenomenului de difracţie (spectroscopul cu reţea de difracţie, influenţa difracţiei asupra formării imaginilor folosind diverse instrumente optice, etc.) în prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
• ****Cere elevilor să analizeze experimental*** *difracţia luminii prin fereastra transparentă a unei bancnote, să* ***realizeze previziuni*** *(interpolări, extrapolări) pe baza condiţiilor de maxim şi minim de difracţie,* ***să justifice*** *de ce reţeaua cristalină poate fi considerată o reţea de difracţie, etc.*;	• **Organizaţi în grupurile de lucru, elevii:* - ***efectuează*** *experimentul de difracţie a luminii prin fereastra transparentă a unei bancnote şi formulează ipoteze privind rolul acestui element de siguranţă al bancnotei.;* - ***justifică*** *de ce reţeaua cristalină poate fi considerată o reţea de difracţie;* - ***deduce*** *ordinul de mărime al lungimii de undă al radiaţiilor ce sunt difractate de un cristal;*
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[32];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de*

[32] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe” şi „abilităţi” (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

	evaluare;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): de ex., *explicarea difracţiei luminii la reflexia pe un compact disc*, acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ***Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele*.

Bibliografie

(19) Ionescu R., ş.a., *Fizică, Manual pentru clasa a XI-a*, Ed. Art, Bucureşti, 2007
(20) Cone G., Fizică, *Manual pentru clasa a XI-a*, Ed. Books Unlimited, Bucureşti, 2007
(21) ** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
(22) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(23) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(24) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(25) Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;
(26) David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
(27) Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;
(28) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(29) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(30) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

42. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
43. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
44. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
45. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: XI.15
Polarizarea luminii

sau

De ce se recomandă, în zilele însorite, purtarea ochelarilor polaroizi?

sau

Cum pot face să dispară fasciculul de lumină emis de un laser?

Dorina Cucu

Clasa: a XI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **4**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Noţiuni de bază. Obţinerea luminii polarizate liniar: polarizarea prin reflexie; polarizarea prin birefringenţă. Legea lui Malus. Aplicaţii ale fenomenului de polarizare a luminii în ştiinţă şi în tehnică
Modelul de învăţare asociat: **EXERCIŢIUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe" (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real" al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

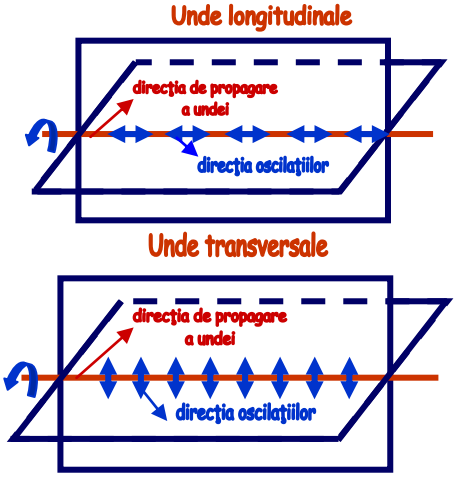
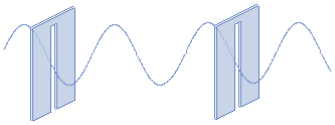
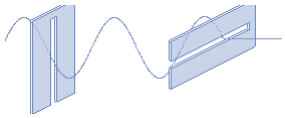
Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: „*O undă longitudinală trece printr-o fantă aşezată în calea ei, indiferent de poziţia planului fantei faţă de direcţia de propagare a undei. În cazul undelor transversale, dacă direcţia de propagare a undei este paralelă cu planul fantei, unda nu trece prin fantă. Ce consecinţe are acest fapt asupra luminii, care este o undă transversală?*". Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către conştientizarea modului în care şi alte proprietăţi (decât cele studiate anterior) ale undelor luminoase se pot schimba prin reflexie sau refracţie, către înţelegerea fenomenelor ce explică întrebarea din titlu: *„De ce se recomandă, în zilele însorite, purtarea ochelarilor polaroizi?"*.

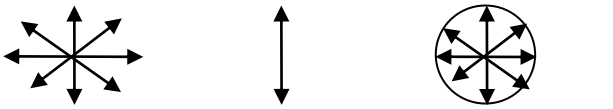
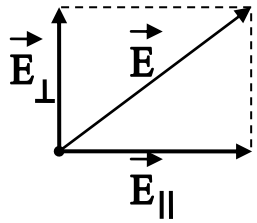
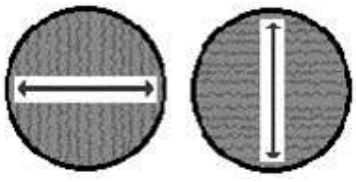
Secvenţa I. Evocare-anticipare

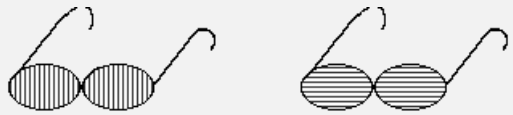
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): - lumina – undă electromagnetică; - vectorii $\vec{E}$ şi $\vec{B}$ oscilează în plane perpendiculare pe direcţia propagare a undei; - la undele electromagnetice informaţia luminoasă este purtată de vectorul $\vec{E}$;  • **Solicită elevilor** să compare trecerea unei unde longitudinale printr-o fantă cu trecerea unei unde transversale printr-o fantă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor (unde longitudinale şi unde transversale, proprietăţile undelor electromagnetice, etc.), *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice (ochelarii de soare absorb lumina, îi schimbă culoarea), nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (relaţii între multipli şi submultipli ai unităţilor de măsură, utilizarea unor dispozitive pentru studiul polarizării luminii: polarizorul şi analizorul, norme de protecţia activităţilor de laborator în care se utilizează laseri, etc.);	• **Evocă** observaţii proprii, **comunică răspunsurile** în clasă: - trecerea undelor mecanice transversale (undele formate într-o coardă fixată la un capăt prin punerea în oscilaţie a celuilalt capăt, pe o direcţie perpendiculară pe coardă) printr-o fantă depinde de **direcţia** oscilaţiilor faţă de poziţia planului fantei; - trecerea undelor mecanice longitudinale printr-o fantă ce conţine coarda nu depinde de poziţia planului fantei faţă de direcţia oscilaţiilor;  
• **Comunică scopul prelegerii**: definirea fenomenului de polarizare a luminii, explicarea noţiunii de grad de polarizare, clasificarea undelor luminoase după gradul lor de polarizare, prezentarea polarizorilor şi **cere elevilor să argumenteze** în ce condiţii se produce extincţia razei de lumină ce interacţionează cu un mediu polarizant;	• **Evocă** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând direcţiile de oscilaţie ale vectorului luminos ($\vec{E}$) în cazul luminii ;
• **Defineşte (operaţional)** fenomenul de polarizare a luminii: *fenomenul prin care se obţin*	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe

unde la care una dintre direcţiile de oscilaţie ale vectorului luminos (direcţiile de oscilaţie sunt conţinute într-un plan perpendicular pe direcţia de propagare a luminii – numit plan de oscilaţie) este privilegiată; ***starea de polarizare*** *este determinată de curba descrisă de vârful vectorului luminos;* • **cere elevilor** să descrie oscilaţiile vectorului luminos în cazul luminii naturale, a luminii parţial polarizate şi a luminii total polarizate;	reprezentările tipurilor de lumină polarizată):  **lumină naturală** **lumină total polarizată** **lumină parţial polarizată**
• **Defineşte (operaţional)** noţiunea de grad de polarizare: $P = \frac{I_{\perp} - I_{II}}{I_{\perp} + I_{II}}$, *în care* $I_{\perp}$ *şi* I_{II} *sunt intensităţile undelor luminoase determinate de componentele vectorului luminos după două direcţii perpendiculare (*I_{II} *paralelă cu planul de incidenţă al luminii şi* $I_{\perp}$ *perpendiculară pe acest plan)* şi **cere elevilor** să precizeze intervalele de valori pe care le ia gradul de polarizare în cazul diverselor tipuri de lumină polarizată;	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând oscilaţiile vectorului luminos în planul de oscilaţie); • **Stabileşte** intervalele de valori ale gradului de polarizare: - $P = 0$ *pentru lumina naturală pentru că* $I_{\perp} = I_{II}$ *(nu există direcţii privilegiate de oscilaţie ale vectorului* $\vec{E}$ *);* - $P \in (0,1)$ *pentru lumina parţial polarizată;* - $P = 1$ *pentru lumina total polarizată pentru că* $I_{II} = 0$ *;*
• **Cere elevilor** să facă presupuneri privind motivele care ar putea determina ca, la interacţiunea cu o substanţă (prin reflexie sau refracţie) lumina naturală se poate transforma în lumină parţial sau total polarizată, **să argumenteze** extincţia sau diminuarea amplitudinii vectorului luminos pe anumite direcţii de oscilaţie; 	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând pârtia): - *prin reflexie sau refracţie oscilaţiile vectorului luminos ce au loc pe o direcţie perpendiculară pe suprafaţa reflectantă sunt absorbite într-o măsură mai mare sau mai mică, în funcţie de unghiul de incidenţă*; - *oscilaţiile vectorului* $\vec{E}$ *care se produc după direcţii paralele cu suprafaţa reflectantă sunt reflectate fără pierderi*;
○ **Comunică elevilor** ideea că pentru obţinerea luminii polarizate se utilizează dispozitive numite filtre polarizoare (polaroizi) alcătuite dintr-un strat de polimer cu molecule organice lungi, aliniate sub forma unei reţele; precizează că filtrele polarizoare se pot folosi ca *polarizor* (selectarea stării de polarizare) sau ca *analizor* (stabilirea stării de polarizare) şi că doar componenta vectorului $\vec{E}$ perpendiculară pe moleculele de polimer (moleculele sunt sugerate de „dungile” din figura de mai jos) este transmisă*;* • cere elevilor să efectueze un experiment (folosind: banc optic, sursă de lumină (laser), ecran şi filtrele polarizoare din trusa de optică) prin care să evidenţieze extincţia razei de lumină emise de sursa laser; sau le proiectează filmul: http://www.youtube.com/watch?v=E9qpbt0v5Hw 	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete); • **Efectuează experimentul** indicat;

• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[33] 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint): a. Istoria fizicii: *„Polarizarea luminii – de la Erasmus Bartholinus la Francois Arago”; „Piatra Soarelui instrument de navigaţie folosit de vikingi – mit sau realitate?”; „Edwin H. Land inventatorul polaroizilor”;* b. Interdisciplinaritate: *„Polarizarea luminii în lumea necuvântătoarelor”*; c. Aplicaţii tehnologice: *„Polarizarea luminii şi ecranele televizoarelor şi calculatoarelor”; „Polarizarea luminii şi tehnica fotografică”;* d. Prezentări PowerPoint: *„Polarizarea rotatorie şi lumea cristalelor”;* 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii;	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare)[34];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. Să rezume ideile şi constatările de până acum; 2. Presupuneţi că aveţi două filtre polarizoare aşezate unul în spatele celuilalt, primul fiind îndreptat spre soare. Dacă lumina solară nu trece prin al doilea filtru, cum sunt 	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

[33] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[34] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

planele filtrelor unul faţă de celălalt? 3. Să precizeze ce componentă a vectorului luminos este transmisă de ochelarii cu filtre polarizoare din figura de mai jos („dungile” sugerează direcţia moleculelor polimerului din care este alcătuit filtrul) etc.	

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

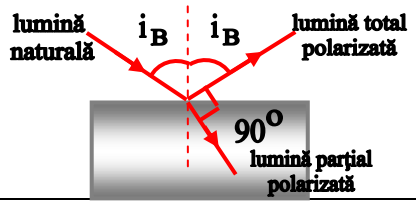
Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

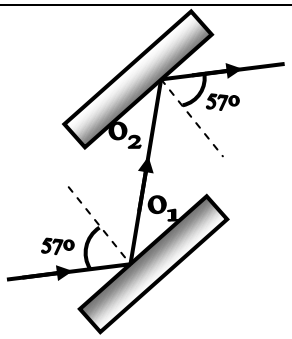
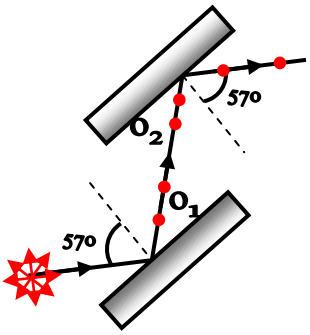
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): polarizarea luminii prin reflexie, alcătuirea montajului experimental pentru studiul polarizării luminii prin reflexie (aparatul Nörrenberg), verificarea şi enunţarea legii lui Brewster; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Oferă elevilor materiale:** surse de lumină albă, două oglinzi dielectrice cu rame laterale (se pot roti în jurul axului format din şuruburile ce susţin ramele), oglindă plană, diafragmă tip iris, ecran (aparatul Nörrenberg); sau le proiectează un film cu experimentul: http://www.youtube.com/watch?v=idONr4jIwTk&feature=related • **Explică elevilor** modul de lucru cu aparatul lui Nörrenberg, subliniind rolul oglinzilor O_1 (polarizor) şi O_2 (analizor); • **Solicită elevilor** să efectueze experimentul descris şi să verifice legea lui Brewster;	• **Notează** modul de lucru; • **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete) referitoare la rolul celor două oglinzi în cadrul experimentului, la planele de oscilaţie ale vectorului luminos înainte şi după reflexia luminii pe oglindă; • **Efectuează experimentul** şi determină unghiul de incidenţă Brewster**;** 

	
• **Enunţă** legea lui Brewster; • **Solicită elevilor** să precizeze, în condiţiile în care raza de lumină cade pe O_1 sub unghiul de incidenţă brewsteriană, unghiul format între raza de lumină reflectată şi cea refractată de O_1 ; • **Precizează elevilor** că raza de lumină refractată este parţial polarizată;	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - $tgi_B = \frac{n_2}{n_1}$; - *demonstrează că raza de lumină reflectată O_1 şi raza de lumină refractată sunt perpendiculare, în condiţiile incidenţei brewsteriene a luminii pe oglinda O_1 ;*
• **Defineşte** *extincţia* ca fenomenul prin care, după reflexia luminii pe cea de-a doua oglindă (analizor) raza reflectată dispare complet şi **cere elevilor** să facă presupuneri privind cauzele producerii extincţiei;	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *prin rotirea oglinzii O_2 în jurul razei de lumină reflectate de oglinda O_1 , planul oglinzii analizoare nu mai este paralel cu planul oglinzii polarizoare, devenind perpendicular ;* - *vectorul luminos devine, în aceste condiţii, perpendicular pe suprafaţa oglinzii O_2 şi lumina este absorbită în urma reflexiei;*
• **Cere elevilor să explice** orientarea vectorului luminos, pe tot parcursul razei de lumină, în experimentul cu polarizarea luminii prin reflexie şi să stabilească în ce condiţii lumina trece (fără extincţie) de oglinda O_2 ; 	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): a) *raza de lumină reflectată de O_1 , la incidenţă brewsteriană, este total polarizată iar oscilaţiile vectorului $\vec{E}$ au loc paralel cu suprafaţa reflectantă;* b) *există rază de lumină reflectată de oglinda O_2 atunci când planele de incidenţă ale luminii pe cele două oglinzi sunt paralele între ele ($\vec{E}$ oscilează paralel cu suprafeţele oglinzilor şi e perpendicular pe planele de incidenţă);* c) *se produce extincţia razei de lumină reflectate de oglinda O_2 când planele de incidenţă ale luminii pe cele două oglinzi sunt perpendiculare;*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) 1. De ce nu se pot polariza undele longitudinale? 2. Pentru ce unghi de incidenţă a luminii provenite din aer, lumina reflectată de suprafaţa unui lac este total polarizată? Se cunoaşte pentru apă $n_a = 1,33$. Folosiţi calculatorul pentru rezolvarea acestei probleme. 3. Depinde unghiul de incidenţă brewsteriană de lungimea	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

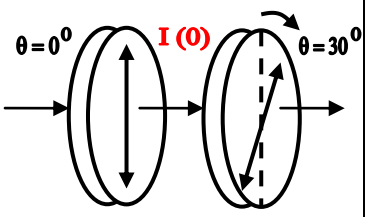
de undă a luminii incidente? Justificaţi răspunsul vostru.	

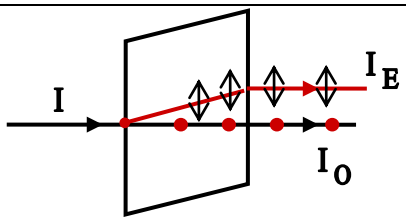
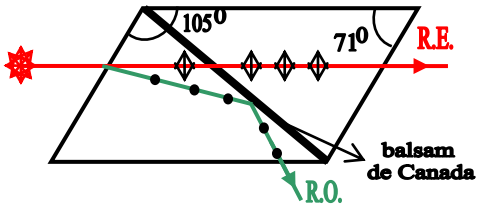
Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

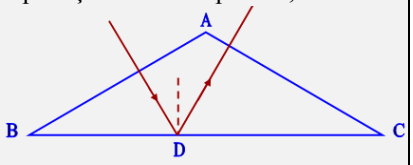
Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): legea lui Malus, fenomenul de birefringenţă, aplicaţii practice ale fenomenului de birefringenţă; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Revine** asupra experimentului de determinare a unghiului de incidenţă brewsteriană şi **solicită** elevilor să descompună amplitudinea câmpului electric al undei polarizate liniar reflectată de prima oglindă şi care cade pe a doua oglindă, în două componente: una perpendiculară pe planul de incidenţă şi alta paralelă cu planul de incidenţă; • **Cere elevilor** să exprime legătura dintre amplitudinea câmpului electric al undei transmise de polarizor şi amplitudinea câmpului electric al undei transmise de analizor, în funcţie de unghiul θ dintre planele de incidenţă ale luminii pe cele două oglinzi; • **Enunţă legea lui Malus şi** solicită elevilor să stabilească intensitatea luminii transmise de analizorul din figura alăturată, cunoscând că pe polarizorul având axa orientată la 0^0 cade lumină naturală, iar analizorul are axa rotită cu 30^0 faţă de verticală. 	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete); • **Găsesc relaţia:** $E = E_0 \cdot \cos\theta$ şi, folosind legătura dintre intensitatea undei şi amplitudinea intensităţii câmpului electric al undei, **participă** la deducerea legii lui Malus; • **Aplică** legea lui Malus: $I = I_0 \cdot \cos^2\theta$, repetând semnificaţia mărimilor care intervin în această lege şi aplică legea pentru rezolvarea temei;

• **Repetă cu elevii** noţiunea de anizotropie şi le prezintă elevilor detalii referitoare la axa optică a unui cristal ;  • **Defineşte** fenomenul de birefringenţă (observat prima dată la cristalul de spat de Islanda) şi **le specifică** proprietăţile celor două raze de lumină (ordinară – de intensitate I_o şi extraordinară – de intensitate I_E) referitoare la gradul lor de polarizare; • **Prezintă elevilor** filme ce pun în evidenţă dubla refracţie: http://www.youtube.com/watch?v=WdrYRJfiUv0&feature=related http://www.youtube.com/watch?v=c87pj07VEGA&feature=related • **Cere elevilor** să specifice care dintre cele două raze de lumină respectă legile refracţiei; care este poziţia planelor de oscilaţie ale vectorului luminos în cazul celor două raze de lumină; dacă o rază de lumină cade pe cristal de-a lungul axei optice a acestuia se produce fenomenul de birefringenţă?	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - planele de oscilaţie ale vectorului luminos în cele două raze sunt perpendiculare unul faţă de celălalt; - raza ordinară respectă legile refracţiei, raza extraordinară încalcă aceste legi; - de-a lungul axei optice a cristalului indicii de refracţie corespunzători celor două raze de lumină au valori egale; - raza de lumină ce cade pe cristal de-a lungul axei optice a acestuia nu suferă o dublă refracţie;
• **Pune elevii în situaţia de a răspunde la întrebarea:** *Pot fi separate razele ordinară şi extraordinară?* • **Prezintă elevilor** alcătuirea unui *Nicol* – dispozitiv ce permite separarea razelor ordinară şi extraordinară;  • **Specifică elevilor** caracteristicile fizice ale materialelor ce alcătuiesc un Nicol (indici de refracţie, axe optice, etc.); • **Cere elevilor** să analizeze mersul razelor ordinară (R.O.) şi extraordinară (R.E.) şi să facă referiri la *planul de trecere* al prismei pentru lumina total polarizată;	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): • **Elevii observă** că: - raza extraordinară R.E., având un alt indice de refracţie decât raza ordinară R.O., este mai puţin deviată; - R.O. este reflectată total de stratul de balsam de Canada; - planul de trecere al prismei pentru lumina total polarizată conţine axa optică a cristalului şi R.E.;
• **Prezintă elevilor** informaţii despre fenomenele de *dicroism* (fenomenul prin care cristale ce prezintă fenomenul de birefringenţă absorb selectiv şi inegal R.O sau R.E.) *şi polarizare rotatorie* (fenomenul de rotire a planului de polarizare a luminii total polarizate de către substanţe numite *optic active*); • **Clasifică** substanţele optic active în *levogire* şi *dextrogire*, după cum rotaţia planului de polarizare a luminii se face la stânga şi, respectiv, dreapta. • **Enumeră** cristale ce prezintă fenomenul de dicroism şi prezintă elevilor filme în care sunt înfăţişate astfel de cristale (cum sunt turmalina şi cordierita): http://www.youtube.com/watch?v=lO8lAxI1K3c http://www.youtube.com/watch?v=TzjKo7Cx2sQ&feature=related sau imagini referitoare la aceste cristale:	**Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): • **Elevii** fac presupuneri referitoare la aplicaţiile practice ale fenomenelor puse în discuţie: - studiul structurii cristalelor, prin evidenţierea birefringenţei sau a activităţii lor optice (mineralogie); - investigarea proprietăţilor superficiale ale materialelor (*elipsometrie*) prin reflexia sau/şi refracţia undelor electromagnetice pe suprafeţele analizate şi studierea gradelor de polarizare a undelor reflectate/refractate; - măsurarea concentraţiei unor substanţe optic active în diverse soluţii (de ex., măsurarea concentraţiei de glucoză în urină, utilizată în medicină); - dicroismul se utilizează la confecţionarea polaroizilor;

 • **Implică elevii** în discutarea aplicaţiilor practice ale fenomenelor de dicroism şi polarizare rotatorie;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să argumenteze, de exemplu: 1. Dacă lumina naturală cade pe un polaroid ce fracţiune din intensitatea luminoasă este transmisă? 2. În figura alăturată este reprezentat parcursul unei raze de lumină care cade normal pe faţa AC a unei prisme, se reflectă pe faţa CD şi părăseşte prisma perpendicular pe faţa AB. Indicele de refracţie al prismei este $n=\sqrt{3}$. Să se determine unghiul prismei astfel încât fasciculul reflectat în D să fie total polarizat. 	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a IV-a. Aplicare - transfer

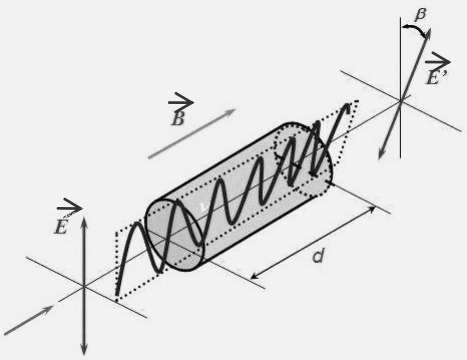
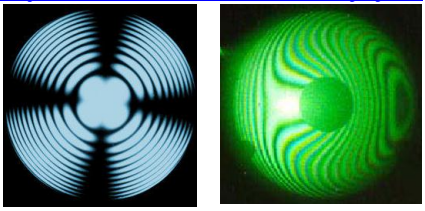
Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

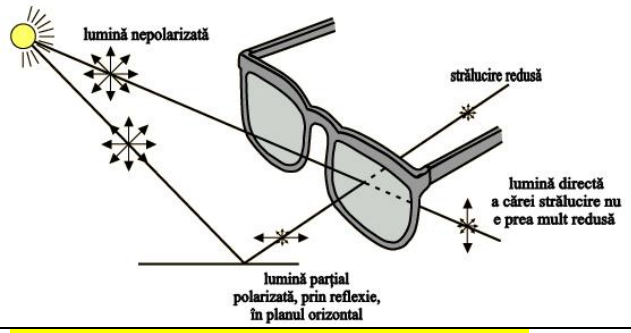
Competenţe specifice (derivate din modelul exerciţiului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză, transfer, de percepţie a valorilor, etc.; de învăţare a procesului deductiv; de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor, de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile. *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

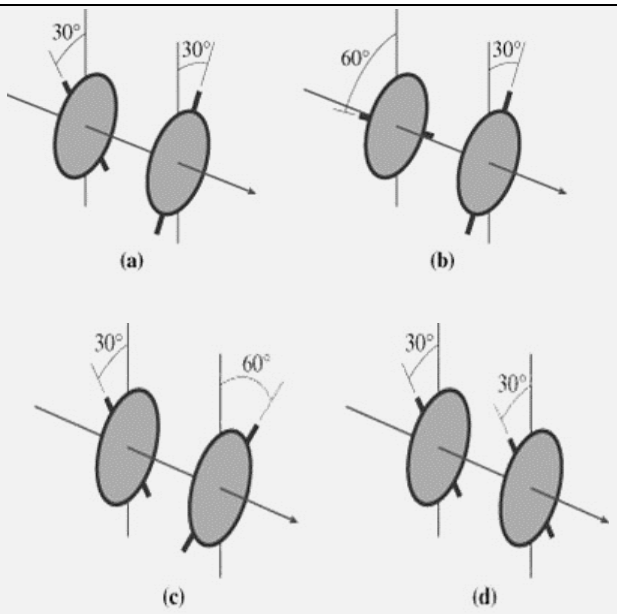
Lecţia 4

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): aplicaţii ale fenomenului de polarizare a luminii în ştiinţă şi tehnică;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** detalii despre efectul Faraday sau *polarizarea rotatorie magnetică* (fenomen care constă în rotirea planului de polarizare a luminii într-un mediu optic izotrop introdus în câmp magnetic intens) • **Orientează gândirea elevilor** spre discutarea producerii efectului Faraday în ionosferă (pătura atmosferică situată între circa ***80 km*** şi ***400 km*** altitudine), explicarea calitativă a acestui fenomen şi aplicaţiile lui practice;  	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete); • **Elevii afirmă că**: - ionosfera este în formată dintr-un amestec de ioni pozitivi, negativi, electroni liberi, fotoni şi alte particule neutre din punct de vedere electric; - ionosfera este un mediu anizotrop, neomogen şi conductor electric; - câmpul magnetic terestru deviază electronii liberi, imprimându-le mişcări ce au componente circulare; - ionosfera, plasată în câmp magnetic terestru, prezintă fenomenul de birefringenţă (indici de refracţie diferiţi pentru câmpurile electrice - ale undelor electromagnetice - cu direcţii de oscilaţie diferite); - undele electromagnetice liniar polarizate ce pătrund în ionosferă se descompun în două componente polarizate eliptic în sensuri opuse şi defazate; - la ieşirea din ionosferă, prin compunerea celor două componente eliptic polarizate şi defazate, se obţine o undă electromagnetică liniar polarizată pe o direcţie diferită faţă de cea avută la intrarea în ionosferă; - rotirea planului de polarizare depinde de distanţa parcursă de undă în ionosferă şi de lungimea de undă a undelor;
• **Prezintă elevilor** detalii despre interferometria în lumină polarizată utilizată în studiul obiectelor transparente ce prezintă tensiuni interne; • **Prezintă elevilor** filme sau imagini legate de interferometria în lumină polarizată: http://www.youtube.com/watch?v=2mu42jtJjVU 	**Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete); • **Elevii formulează concluzii**: - razele de lumină care se suprapun trebuie să fie coerente; - amplitudinea câmpului electric al undei rezultate prin compunerea celor două unde coerente: $(\vec{E})^2 = (\vec{E}_1)^2 + (\vec{E}_2)^2 + 2\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2$ - undele să nu fie polarizate în plane reciproc perpendiculare , pentru că în această situaţie,

• **Orientează gândirea elevilor** spre discutarea condiţiilor pe care trebuie să îndeplinească două raze de lumină liniar polarizate pentru ca, prin suprapunere, să formeze o figură de interferenţă;	termenul de interferenţă $2\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2$ devine nul şi intensitatea luminoasă va avea aceeaşi valoare în orice punct din spaţiu (deci nu se produce interferenţa);
• **Revine la întrebarea** pusă la începutul unităţii de învăţare: *„De ce se recomandă, în zilele însorite, purtarea ochelarilor polaroizi?”*, să urmărească filmul: http://www.youtube.com/watch?v=TyPxxD2Rs7U şi să explice rolul ochelarilor de soare.  	• **Elevii** observă că: - la reflexia luminii solare pe o suprafaţă orizontală, planul de incidenţă este vertical; - în lumina reflectată predomină lumina polarizată orizontal (gradul de polarizare depinde în acest caz de unghiul de incidenţă al luminii pe suprafaţa reflectătoare); - reflexia luminii solare pe suprafaţa asfaltului sau pe suprafaţa unei ape determină o strălucire ce deranjează observatorul; - prin folosirea ochelarilor de soare, al căror polaroid are o direcţie de transmisie verticală, deci lumina polarizată liniar ce ajunge prin reflexie la observator nu este transmisă;
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[35];	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;
Anunţă verificarea orală/ testul scris pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să răspundă la următoarele întrebări: 1. Care dintre sistemele polarizor-analizor reprezentate în figura de mai jos va transmite lumina cu intensitate maximă?	• **Efectuează tema pentru acasă**.

[35] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe” şi „abilităţi” (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

46. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
47. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
48. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
49. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

 2. . Justificaţi dacă este posibilă obţinerea luminii total polarizate prin reflexia totală a unei raze de lumină pe suprafaţa de separaţie dintre două medii cu indicii de refracţie n_1 şi respectiv n_2 ($n_1 > n_2$).	

Bibliografie

(31) Ionescu R., ş.a., *Fizică, Manual pentru clasa a XI-a,* Ed. Art, Bucureşti, 2007
(32) Cone G., *Fizică, Manual pentru clasa a XI-a*, Ed. Books Unlimited, Bucureşti, 2007
(33) N. şi C. Gherbanovschi, *Fizică, Manual pentru clasa a XII-a,* Ed. Niculescu, Bucureşti, 2002
(34) G.G. Brătescu, *Optica*, Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1982
(35) M. Popescu, ş.a., *Fizică, Manual pentru clasa a XI-a,* Ed. LVS Crepuscul, Ploieşti, 2006

Unitatea de învăţare: XI.16
Elemente de teoria haosului

sau

„Putem găsi ordine în dezordine?”

sau

„Poate bătaia de azi a aripilor unui fluture la Buenos Aires, să provoace peste o săptămână, o tornadă la Tokio?”

Dorina Cucu

Clasa: a XI-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **5**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: 4.1 Determinism şi predictibilitate. Condiţii. Modele. 4.2. Determinism şi impredictibilitate. Comportamentul haotic. Condiţii. 4.3. Descrierea comportamentului haotic. Spaţiul fazelor. Atractori clasici şi stranii 4.4. Elemente de geometrie fractală
Modelul de învăţare asociat: **PROIECTUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune lecţii focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse („cu finalitate reală”, Cerghit, I. ş.a., 2001), însuşirea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este *planificarea sau anticiparea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza îndeplinirii unui plan).

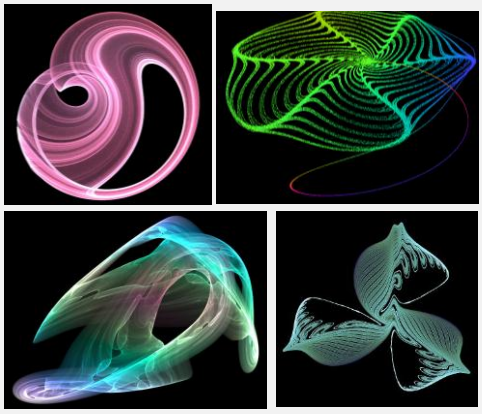
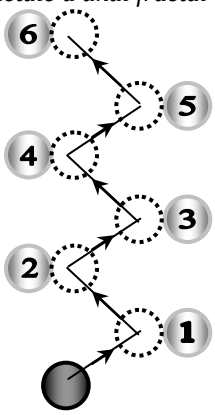
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o întrebare incitantă, de exemplu: *„Putem găsi ordine în dezordine?”*. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Evoluţia sistemelor naturale şi a sistemelor economice, sociale, a grupurilor sociale, etc. depinde sensibil de condiţiile iniţiale. Orice modificare a condiţiilor iniţiale ale unui sistem dinamic poate provoca o variaţie a comportării sistemului pe termen lung. Teoria haosului se referă la găsirea unei ordini la baza unor date aparent întâmplătoare, la studiul auto-organizării sistemelor, la factorii ce pot să “scoată la lumină ordinea din haos” (Ilya Prigogine)”.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă): *Determinism şi predictibilitate. Condiţii. Modele*; focalizează prezentarea pe încadrarea *temei unităţii de învăţare* într-un concept mai general (*teoria haosului*), pe aspecte istorice (*matematica teoriei haosului: G. Cantor, B. Mandelbrot, H. Poincaré, S. Smale, J. S. Hadamard*; *demonul lui Laplace*, etc.), prin intermediul unor poante, proverbe: („*For want of a nail the shoe was lost.* *For want of a shoe the horse was lost.* *For want of a horse the rider was lost.* *For want of a rider the battle was lost.* *For want of a battle the kingdom was lost.*"), poveşti, filme: http://www.squidoo.com/chaos-theory imagini captivante (*atractorii stranii*), întrebări incitante, probleme, studiu de caz, produse tehnologice, norme de protecţia muncii etc. ilustrând *tema*; 	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind relaţia cauză-efect, predictibilitatea fenomenelor, necesitatea cunoaşterii modelelor simple prin care pot fi descrise fenomenele complexe întâlnite în activitatea zilnică, a identificării elementelor de ordine şi a tendinţelor de autoorganizare din sistemele aparent dezordonate, etc.;
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **demonstraţii/ modelări experimentale**: *Determinarea dimensiunii fractale a unui fractal matematic, Programe pentru generarea unor fractali matematici cunoscuţi (triunghiul lui Sierpinski, covorul lui Sierpinski, Praful lui Cantor, curba lui von Koch, etc.), Jocul bilelor de biliard* şi altele; (2) **construcţii:** *oscilatorul lui Duffing*; *pendulul fizic dublu*; (3) **referate ştiinţifice:** *Mişcarea lunii şi problema celor trei corpuri; Paradoxul lui Zenon şi*  	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu ştiinţific, eseu plastic sau literar etc.);

precizia unei măsurători; *Entropia sistemului – o măsură a dezordinii din sistem?;* (4) **filme, prezentări PowerPoint:** *Există ordine în Univers?; Ordine şi dezordine în lumea cristalelor;* (5) **postere** *Lumea fractalilor din matematică*, *Lumea fractalilor din natură*, **desene, eseuri literare etc.**, evocând noile cunoştinţe etc.[36]; • **Răspunde** la întrebările elevilor, **dă detalii** referitoare la construcţiile propuse, le **sugerează** bibliografia temei;	
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (determinism spaţiul fazelor, comportament haotic, atractori clasici şi stranii, fractali, etc.); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat;	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător, deosebind fenomenele în termeni de cauzalitate, predictibilitate, factori perturbatori în evoluţia presupusă a avea loc în cadrul sistemului; • **Evocă/ exersează** cunoştinţele despre caracterul haotic al mişcării de agitaţie termică, legile statistice folosite în descrierea fenomenelor termice în cadrul modelului gazului ideal; fac referiri la mişcarea planetelor în jurul Soarelui (a Lunii în jurul Pământului), analizând stabilitatea orbitelor acestora, etc.;
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare)[37];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă din diferite surse informaţii de tipul „Ce este un lucru?”(determinism clasic şi haotic, atractor, fractal, teoria complexităţii, etc.).	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, reprezentarea şi realizarea preliminară a produsului („proiectului”);

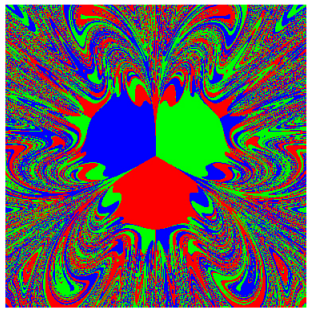
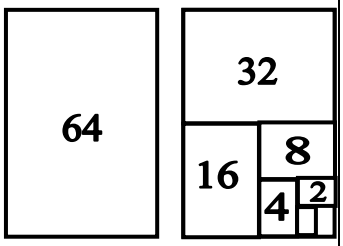
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

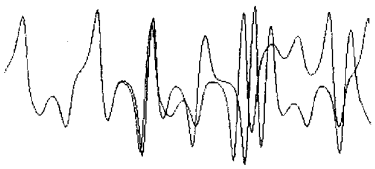
[36] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[37] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Lecţia 2

<table>
<tr><th>Rolul profesorului</th><th>Sarcini de învăţare
Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):</th></tr>
<tr><td>• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; evocă proiectele pentru care elevii au optat şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate;
• Vizează cunoştinţele anterioare ale elevilor, preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);</td><td>• Organizaţi în grupe, prezintă în clasă rapoarte de autoevaluare, evocă informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de parcurs etc.;</td></tr>
<tr><td>• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul şi obiectivele lecţiei): Determinism şi imprecidtibilitate. Comportamentul haotic. Condiţii.
• Le proiectează elevilor filmul: http://www.youtube.com/watch?v=Qe5Enm96MFQ ce prezintă un sistem dinamic haotic (pendulul cu magneţi)</td><td>• Formulează ipoteze privind cauzele comportamentului haotic al pendulului magnetic;
 
• Numesc factorii implicaţi în evoluţia haotică a sistemului considerat;
• Compară rezultatele observate într-unul din cazurile analizate (poziţia în care se opreşte pendulul lăsat liber să oscileze dintr-un colţ al pătratului) cu rezultatele observate într-un număr mare de evoluţii ale sistemului considerat;</td></tr>
<tr><td>• Oferă elevilor materiale pentru experimentare (coli de hârtie A4 –pentru două sau trei grupe- şi A3 –pentru alte două/trei grupe; hârtie milimetrică, liniare, calculatoare) şi cere elevilor (eventual, prin fişe de lucru)
 

- să decupeze foile, înjumătăţindu-le (n = 2, 4, 8, 16, ...), ca în figura desenată pe tablă;
- să determine aria fiecărei foi;
- să mototolească fiecare foaie şi să îi dea forma unei biluţe;
- să măsoare diametrul D al biluţelor;
- să precizeze relaţia dintre masa unei foi (biluţe) şi aria ei;
- să stabilească relaţia dintre masa şi diametrul biluţelor;
- să completeze un tabel de forma:
<table><tr><th>Nr. det.</th><th>$\frac{1}{n}$</th><th>Aria foii (cm^2)</th><th>Diametrul D al biluţei (cm)</th><th>D^3 (cm^3)</th></tr><tr><td>1.</td><td>0,5</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>
- să reprezinte pe hârtie milimetrică graficul -</td><td>• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii observă/ experimentează:
- decupează foile de hârtie;
- determină aria fiecărei foiţe;
- formează „biluţe” din foile de hârtie şi le măsoară diametrul;
- stabilesc că între masa (m_i) unei foiţe şi aria suprafeţei ei (S_i) există o relaţie de directă proporţionalitate;
- remarcă faptul că raportul dintre masele a două foiţe este egal cu raportul dintre ariile suprafeţelor lor, deoarece foiţele au aceeaşi densitate şi aceeaşi grosime;
- stabilesc relaţia dintre masa şi diametrul biluţei;
- completează tabelul;
fac reprezentarea grafică;</td></tr>
</table>

$log\frac{1}{n} = f(log\, D^3)$ (pentru a liniariza dependenţa ariei de masă)**;**	
• **Cere elevilor** din grupe diferite, care au lucrat cu acelaşi tip de hârtie, să compare rezultatele obţinute şi să comenteze cauzele diferenţelor dintre valorile obţinute**;** • **Atrage elevilor atenţia** asupra faptului că precizia măsurătorilor este „sensibilă la condiţiile iniţiale"; • **Precizează elevilor** ce reprezintă „The Buterfly Effect", prezentându-le modul în care Edward Lorentz a descoperit în anul 1961, studiind fenomene meteorologice, că sistemele guvernate de legi simple pot evolua uneori haotic (haos determinist);  • **Invită elevii să** dea exemple prin care să evidenţieze, în cazul altor sisteme dinamice (sisteme fizice, sociale, economice, etc.), „sensibilitatea la condiţiile iniţiale" ;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii din grupele care au lucrat cu acelaşi tip de hârtie **comunică rezultatele obţinute şi fac remarci cu privire la cauzele** diferenţelor apărute între rezultatele obţinute: - aproximarea formelor obţinute din foiţele mototolite cu nişte sfere; - aproximările făcute în determinarea ariilor foiţelor, a diametrelor „biluţelor"; - aproximările făcute în calcule atunci când se lucrează cu numere zecimale la care se iau în considerare doar două zecimale; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare; • **Fac comentarii** cu privire la „experimentul" lui Lorentz; • **Dau exemple** de sisteme dinamice a căror evoluţie este dependentă de condiţiile iniţiale;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări: 1. Comentaţi cugetarea „Buturuga mică răstoarnă carul mare" făcând referiri la comportamentul haotic al sistemelor dinamice. 2. Argumentaţi ce reprezintă „sensibilitatea la condiţiile iniţiale" în evoluţia unui sistem dinamic. Daţi un exemplu relevant pentru susţinerea argumentării voastre.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare:

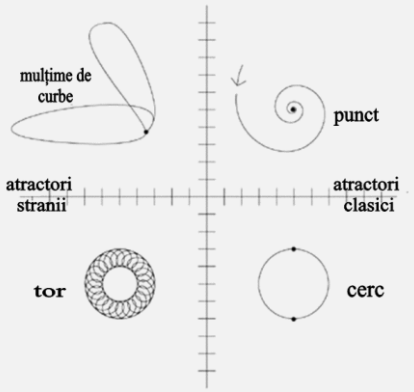
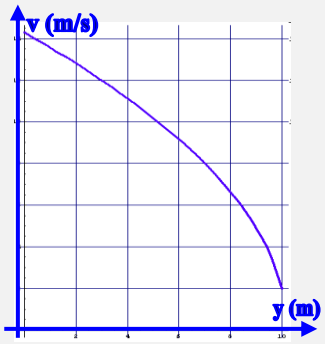
Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

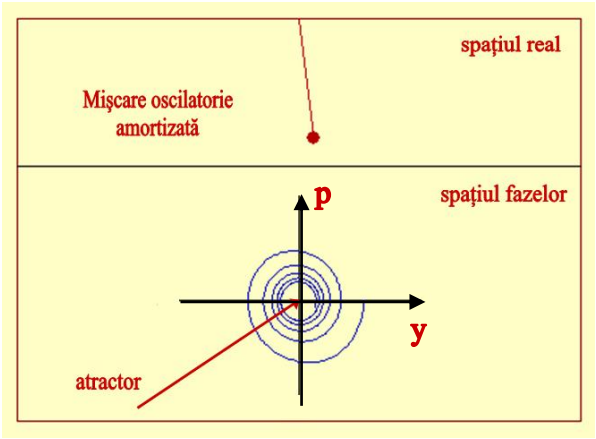
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

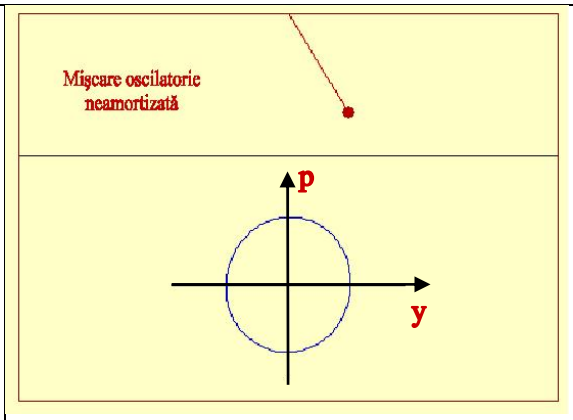
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *Descrierea comportamentului haotic. Spaţiul fazelor. Atractori clasici şi stranii;* ○ **Precizează elevilor** semnificaţia noilor noţiuni: *sistemul dinamic, spaţiul fazelor, atractorii clasici şi atractorii stranii, portretul de fază, bazinul de atracţie;*  ○ **Solicită elevilor** să reprezinte grafic, în spaţiul fazelor, căderea liberă a unui corp în câmp gravitaţional, neglijând toate forţele de rezistenţă;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.; • Reprezintă grafic, în spaţiul fazelor, căderea liberă a unui corp în câmp gravitaţional, în absenţa frecărilor;  $v^2 = 2gy$
• **Invită elevii să distingă un patern** care să explice/ să permită predicţii cu privire la comportarea sistemelor dinamice pe o perioadă de timp; • **Solicită elevilor** să reprezinte grafic, în spaţiul fazelor, mişcarea oscilatorie liniar armonică a unui pendul matematic ideal şi să compare traiectoriile pendulului, în spaţiul fazelor, în cazurile: - mişcării oscilatorii neamortizate; - mişcării oscilatorii amortizate (prezentată de profesor); - mişcării oscilatorii întreţinute; - mişcării unui pendul al cărui punct de suspensie este supus, prin intermediul unui resort, la o mişcare oscilatorie;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează întreaga clasă: - **scriu** legea conservării energiei mecanice a oscilatorului armonic ideal pentru a stabili dependenţa impulsului oscilatorului de elongaţia sa: $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}ky^2 = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow \frac{p^2}{m} + ky^2 = kA^2$

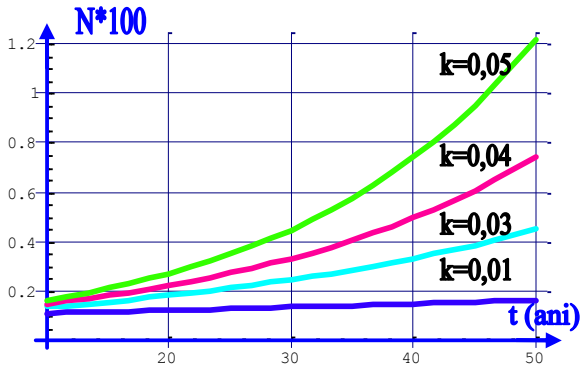




- **compară** comportarea în timp a unui sistem fizic idealizat cu aceea a sistemului fizic real;
- **constată că** sistemele fizice idealizate evoluează spre o stare de echilibru stabil; acesteia îi corespunde un atractor clasic;
- **constată că** sistemele fizice reale evoluează în timp spre o stare de echilibru dinamic;
- **face observaţia că** în cazul mişcării unui pendul elastic al cărui punct de suspensie este supus unei mişcări oscilatorii, în spaţiul fazelor apare o a treia coordonată (elongaţia resortului care face legătura între pendul şi punctul său de suspensie);
- **trage concluzia că** sistemele dinamice, având un comportament haotic, sunt descrise de atractori stranii;

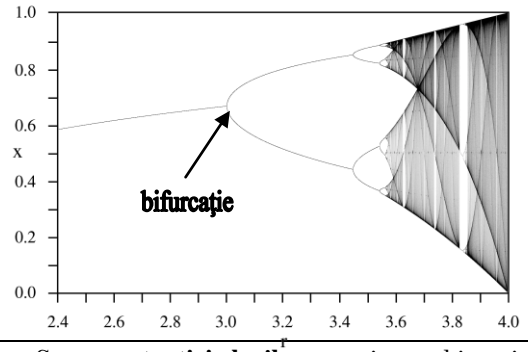
- **Supune atenţiei elevilor** povestea evoluţiei populaţiei de iepuri de pe o insulă pe care nu iepurii nu au prădători şi găsesc surse de hrană; iepurii se hrănesc, se înmulţesc şi mor; presupunând că N_1 este numărul de iepuri la momentul iniţial t_1, N_2 este numărul de iepuri la momentul ulterior t_2, şi că există suficientă hrană, creşterea populaţiei de iepuri în intervalul de timp considerat este direct proporţională cu numărul de iepuri existenţi iniţial, deci:
$\frac{N_2 - N_1}{t_2 - t_1} = k \cdot N_1$; Limita acestui raport când intervalul de timp tinde la zero este tocmai viteza de variaţie a populaţiei, adică: $\frac{dN}{dt} = kt$, ceea ce înseamnă că se produce, pentru constanta $k > 0$, o creştere exponenţială a populaţiei, deci:
$N(t) = N(0) \cdot exp(kt)$
Solicită elevilor să reprezinte grafic dependenţa $N = N(k)$ pentru $N(0) = 100$; la cele trei-patru grupe de elevi se va lucra cu valori diferite ale constantei $k > 0$, de exemplu $k = 0{,}01$, $k = 0{,}03$, $k = 0{,}05$;

Elevii:
- **Emit ipoteze** referitoare la evoluţia populaţiei de iepuri de pe insulă;
- **Precizează** legea de variaţie în timp a populaţiei de iepuri;
- **Discută** cazurile particulare $k = 0$, $k > 0$, $k < 0$;
- **Reprezintă grafic** prin puncte perechile de valori număr de iepuri (N) – interval de timp;



- **Cere elevilor să analizeze** cu ajutorul graficului, evoluţia populaţiei de iepuri sau orice situaţie similară întâlnită în viaţa cotidiană (de exemplu, evoluţia în timp a sumei de bani depuse la bancă, în condiţiile

Constată că:
- evoluţia sistemului analizat, chiar dacă poate fi descrisă de o relaţie relativ simplă, este predictibilă doar dacă constanta de creştere are o valoare bine

cunoaşterii coeficientului de creştere/dobânzii oferite de bancă); • **Solicită elevilor** să analizeze şi consecinţele pe care le poate avea pe termen lung creşterea populaţiei de iepuri; • **Le precizează elevilor** că situaţia evoluţiei populaţiei de iepuri de pe o insulă este analizată matematic cu ajutorul unei curbe numite *curba logistică;* curba logistică se obţine făcând presupunerea că populaţia de iepuri nu poate creşte nelimitat pentru că proviziile de hrană nu sunt nelimitate, deci constanta k (devenită *parametru de control*) trebuie să scadă în timp şi să atingă valoarea zero atunci când populaţia atinge limita superioară; prin reprezentarea curbelor logistice s-a ajuns la concluzia că pentru anumite valori ale parametrului de control curbele prezintă *bifurcaţii*; existenţa bifurcaţiilor atrage după sine imposibilitatea predicţiei asupra evoluţiei sistemului (pornind de la o stare, evoluţia poate avea loc pe una din cele două „căi”);  	determinată; - creşterea populaţiei este influenţată puternic de condiţiile iniţiale ($N(0)$); • **Fac presupuneri** referitoare la evoluţia pe termen lung a sistemului considerat, analizând factorii perturbatori ce determină abateri de la legea de creştere stabilită; • **Observă** că folosind ecuaţii simple pentru descrierea evoluţiei unui sistem dinamic, se poate ajunge la înţelegerea modului în care se generează un comportament haotic şi la impredictibilitate asupra evoluţiei în timp a sistemului; • **Ajunge la concluzia** conform căreia mici modificări ale condiţiilor iniţiale pot provoca abateri mari de la presupusa evoluţie a sistemului („sensibilitatea la condiţiile iniţiale”); • **Formulează** răspunsuri la tema dată de profesor, făcând referiri la alte sisteme dinamice şi dependenţa evoluţiei lor la condiţiile iniţiale;
• **Supune atenţiei elevilor** experimentul imaginar al lui Mandelbrot în care sunt analizate diverse modalităţi de a măsura lungimea coastelor Angliei (de exemplu: se alege iniţial un instrument de măsură cu lungimea de 100 km şi se măsoară lungimea ţărmului; pentru mărirea preciziei se schimbă etalonul iniţial cu altul având lungimea de 50 km şi se măsoară din nou lungimea ţărmului; se repetă operaţia cu „rigle” având lungimi din ce în ce mai mici); Mandelbrot a făcut observaţia că la fiecare repetare a operaţiunii de măsurare, rezultatul obţinut este din ce în ce mai mare – *paradoxul liniei de coastă*; • **Le proiectează** imagini ce fac referire la „experimentul” lui Mandelbrot: http://en.wikipedia.org/wiki/How_Long_Is_the_Coast_of_Britain%3F_Statistical_Self-Similarity_and_Fractional_Dimension	• **Elevii constată** că rezultatul măsurării lungimii ţărmurilor este dependent de lungimea instrumentului de măsurare folosit; cu cât „privim” mai îndeaproape ţărmul, cu atât ni se relevă mai multe detalii şi obţinem o lungime mai mare în urma măsurătorii;
• **Cere elevilor să distingă un patern (model, regulă)** care să explice experimentul imaginar al lui Mandelbrot; să analizeze cum ar vedea coastele Angliei diverşi observatori: unul aflat în avion, altul aflat pe vârful unei coline, altul care parcurge linia de coastă mergând pe jos; • **Precizează elevilor** că geometria euclidiană nu rezolvă problema determinării lungimii unor figuri cu formă neregulată; Mandelbrot a propus rezolvarea problemei prin folosirea noţiunilor de *fractal* şi de *dimensiune fractală* (fracţionară);	• **Elevii remarcă** faptul că lungimea nu poate fi infinită, dar determinarea este dependentă de scara la care se fac măsurătorile; • **Elevii fac observaţii** cu privire la modul în care este percepută linia de coastă de diverşi observatori: observatorul din avion percepe coastele Angliei ca semănând cu o linie; pe măsură ce observatorul se apropie de linia de coastă el percepe tot mai multe neregularităţi;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: Analizaţi modul în care se distribuie picăturile de ploaie pe durata căderii lor, răspunzând la următoarele întrebări: a. Ce forţe acţionează asupra unei picături de apă de ploaie în timpul căderii? b. În ce condiţii este posibil ca o picătură de apă de ploaie să urce în aerul atmosferic? c. Justificaţi dacă este posibil ca picăturile de apă să aibă dimensiuni diferite. d. Cum aţi putea caracteriza, folosind noţiunile studiate în cadrul lecţiei, fenomenul de cădere a picăturilor de apă?	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

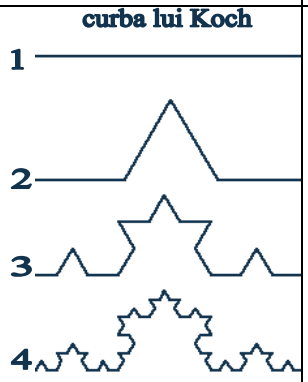
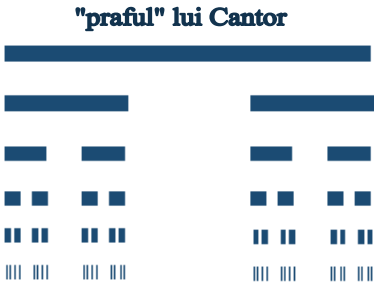
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

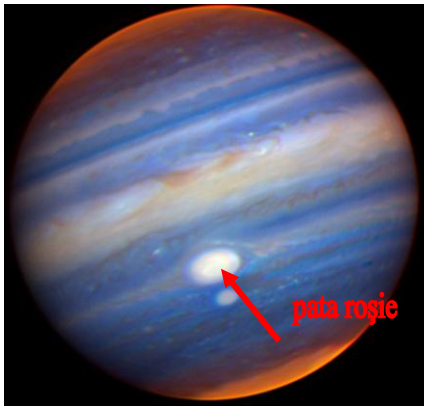
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* (dimensiunea unei figuri geometrice: punct, linie, pătrat, cub) cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): *Elemente de geometrie fractală (Fractalii, proprietăţile fractalilor, forme auto-similare, dimensiunea fractală, exemple de fractali în matematică şi în natură)*;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.; • **Elevii** precizează dimensiunile figurilor geometrice invocate: - punctul are dimensiunea zero; - linia are dimensiunea egală cu unu; - pătratul, ca şi alte figuri geometrice plane, are dimensiunea egală cu doi; - cubul are dimensiunea egală cu trei;
• **Precizează elevilor** că un sistem complex poate genera dezordine şi ordine în acelaşi timp; comportarea haotică a sistemelor dinamice acţionează ca un proces creativ, ducând la formarea de structuri ordonate, la forme de auto-organizare; • **Defineşte** fractalul şi dă câteva exemple de fractali: curba lui Koch, mulţimea lui Cantor, triunghiul lui Sierpinski, etc.; • **Oferă elevilor materiale** (planşe, desene scoase la imprimantă) pentru fixarea noţiunilor de	Organizaţi în grupuri de lucru , elevii: - **constată** că fractalii sunt figuri geometrice fragmentate ce pot fi divizate în părţi; - **sesizează** că fractalii pot fi descrişi prin procese recursive; - **exprimă** faptul că părţile în care sunt divizate figurile fractale reprezintă, cu aproximaţie, copii în miniatură ale întregului; - **identifică** în cadrul planşelor oferite de profesor, formele similare şi pe cele nesimilare;

similaritate şi auto-similaritate; • **Organizează** elevii în grupe de lucru; • **Solicită elevilor** să identifice formele similare şi nesimilare din exemplele date; • Precizează elevilor modul de calcul al dimensiunii fractale (de similitudine) a unei mulţimi ce poate fi descompusă în N părţi, fiecare parte aflându-se în raportul r cu întregul: $D = \frac{\log N}{\log \frac{1}{r}}$;	
• **Cere elevilor să determine** dimensiunea fractală a curbei lui Koch („fulgul de nea” al lui Koch) şi a mulţimii lui Cantor („praful” lui Cantor)  	**Elevii:** • **aplică formula** dimensiunii fractale în cazul curbei lui Koch; • **recunosc** transformările prin care trece segmentul de dreaptă iniţial care, pas cu pas (1→2→...→4...), devine curba lui Koch; • **sesizează** că linia iniţială a fost, la prima iteraţie, transformată în patru linii egale (triunghiul fiind echilateral), deci $N = 4$; • **determină** raportul r, sesizând că doar trei linii (poziţia 2) pot să „reconstituie” linia iniţială, deci $r = \frac{1}{3}$ • **precizează** dimensiunea fractală a curbei lui Koch: $D = \frac{\log 4}{\log 3}$ • **identifică** transformările prin care trece segmentul de dreaptă iniţial pentru generarea mulţimii lui Cantor; • **calculează** dimensiunea fractală a mulţimii lui Cantor: $D = \frac{\log 2}{\log 3}$, determinând $N = 2$ şi $r = \frac{1}{3}$;
○ **Cere elevilor** să revină la **întrebarea iniţială**: *„Putem găsi ordine în dezordine?”* şi să **formuleze** un argument la observaţie; ○ **Le dă elevilor ca exemplu** istoria rezolvării „misterului” petei roşii de pe planeta Jupiter, explicabilă prin „insula” de ordine din oceanul de haos al mişcării maselor gazoase ce alcătuiesc planeta;	• **Formulează argumente** la întrebarea iniţială: - sub aspectul haotic al comportării sistemelor dinamice se ascund „insule” de ordine; - dacă este imposibil să prevezi starea unui sistem haotic la un moment dat, teoria haosului permite să construieşti modele pentru comportarea de ansamblu a sistemului considerat ca şi a celor similare cu el;

	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), implicând elevii în conceperea *raportului final*: **cere elevilor** să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produsului final, convin **modalitatea de prezentare** (poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Fractali în natură. Concluzii referitoare la teoria haosului;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;




• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea proiectului/ **raportului final**, vizând **competenţele cheie**[38];	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei rapoartele de lucru;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme/ proiecte viitoare etc.	• **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie

(36) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(37) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(38) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(39) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(40) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(41) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(42) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(43) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/
(44) Ionescu R., ş.a., *Fizică, Manual pentru clasa a XI-a*, Ed. Art, Bucureşti, 2007

[38] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

50. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
51. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
52. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
53. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

(45) Cone G., *Fizică, Manual pentru clasa a XI-a*, Ed. Books Unlimited, Bucureşti, 2007
(46) N. şi C. Gherbanovschi, *Fizică, Manual pentru clasa a XII-a,* Ed. Niculescu, Bucureşti, 2002
(47) M. Popescu, ş.a., *Fizică, Manual pentru clasa a XI-a,* Ed. LVS Crepuscul, Ploieşti, 2006

GHID METODOLOGIC

PENTRU PREDAREA FIZICII

Clasa a XII-a

Octombrie 2011

Ghidul a fost realizat in cadrul proiectului *Reforma curriculara a ştiinţelor exacte*, derulat de Societatea Academică din România în parteneriat cu Societatea Română de Fizică şi Romanian-American Foundation. La redactarea unităţilor de învăţare au lucrat profesori fizică din 6 judeţe – Arad, Caraş-Severin, Constanţa, Hunedoara, Iaşi şi Timiş.

Proiectul a fost finanţat de Romanian-American Foundation

.

Planificarea unităţilor de învăţare/ repartizarea conţinuturilor pe unităţi de învăţare la clasa a XII-a

Nr. crt.	Titlul unităţii de învăţare	Conţinuturi	Nr. ore	Autori
1.	**1. Teoria relativităţii restrânse. Elemente de cinematică şi dinamică relativistă**	1. Teoria relativității restrânse. 1.1. Bazele teoriei relativității restrânse. 1.1.1. Relativitatea clasică. 1.1.2. Experimentul Michelson. 1.2. Postulatele teoriei relativității restrânse. Transformările 1.3. Elemente de cinematică si dinamică relativistă. 1.3.1.Compunerea vitezelor. 1.3.2. Principiul fundamental al dinamicii. 1.3.3. Relația masă - energie. Lorentz. Consecințe.	**9**	**Gheorghe Norozescu** (Lic.Ped.„C.D.Loga”, Caransebeş)
		Evaluare	**1**	
2.	**Elemente de fizică cuantică. Efectul fotoelectric extern şi Compton**	2.1. Efectul fotoelectric extern. 2.1.1.Legile efectului fotoelectric extern. 2.1.2.Ipoteza lui Planck. Ipoteza lui Einstein. Ecuația lui Einstein. 2.1.3.Interpretarea legilor efectului fotoelectric extern. 2.2. (*) *Efectul Compton*	**7**	**Ion Cazacu-Davidescu** (Liceul Teoretic „Miron Costin” Paşcani)
		Evaluare	**1**	
3.	**Fenomene fizice în care se manifestă aspectul ondulatoriu al microparticulelor**	2.3. Ipoteza de Broglie. Difracția electronilor. Aplicații. 2.4. Dualismul undă-corpuscul.	**5**	**Ion Cazacu-Davidescu** (Liceul Teoretic „Miron Costin” Paşcani)
		Evaluare	**2**	
4.	**Fizica atomică Spectre. Structura atomului. Modelul cuantificat al atomului**	**3.1. Spectre.** 3.2. Experimentul Rutherford. Modelul planetar al atomului. 3.3. Experimentul Franck-Hertz. 3.4. Modelul Bohr. 3.5. (*) *Atomul cu mai mulți electroni.* 3.6. Radiațiile X. 3.7. (*) *Efectul LASER*	**11**	**Simona Radoslavescu** (Gr.Şc.Tehnic Reşiţa)
		Evaluare	**1**	
5.	**Semiconductoare. Aplicații în electronică**	4.1. Conducția electrică în metale si semiconductori. Semiconductori intrinseci si extrinseci. 4.2. Dioda semiconductoare. Redresarea curentului alternativ. 4.3. (*) *Tranzistorul cu efect de câmp.* *Aplicații. 4.4. (*) Circuite integrate*	**10**	Elisabeta Râşniţă (S.Gen.Nr 2 Reşiţa)
		Evaluare	**2**	
6.	**Fizica nucleară. Proprietăţile generale ale nucleului**	5.1. Proprietăți generale ale nucleului. 5.2. Energia de legătură a nucleului. Stabilitatea nucleului.	**4**	**Ion Cazacu-Davidescu** (Liceul Teoretic „Miron Costin” Paşcani)
		Evaluare	**1**	
7.	**Fizica nucleară Radioactivitatea**	5.3. Radioactivitatea. Legile dezintegrării radioactive	**8**	Daniela Dragan (Liceul "D. Cantemir", Iasi)
		Evaluare	**1**	
8.	**Fizica nucleară. Radiaţii nucleare**	5.4. Interacțiunea radiației nucleare cu Substanța. Detecția radiațiilor nucleare. Dozimetrie**.**	**5**	**Ion Cazacu-Davidescu** (Liceul Teoretic „Miron Costin” Paşcani)
		Evaluare	**1**	
9.	**Fizica nucleară. Aplicaţiile ultimilor 70 de ani**	5.5. Fisiunea nucleară. Reactorul Nuclear. 5.6. Fuziunea nucleară. 5.7. (*) *Acceleratoare de particule. 5.8. (*) Particule elementare*	**6**	**Ion Cazacu-Davidescu** (Liceul Teoretic „Miron Costin” Paşcani)
		Evaluare	**1**	
Total			**98?**	

Unitatea de învăţare: XII.1
Teoria relativităţii restrânse
sau
„Eppur si muove !”
sau
„Viteza luminii este o constantă notată cu *c*
de la cuvântul latinesc *celeris*, care înseamnă *iute, rapid*!”

Gheorghe Norozescu

Clasa: a XII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 9
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: 1.1Bazele experimentale ale T.R.R. 1.1.1.Relativitatea clasică . Transformările lui Galilei.1.1.2. Experimentul lui Michelson şi Morley.1**.2. Postulatele T.R.R. 1.3. Cinematica relativistă. Consecinţele cinematice ale transformărilor Lorentz**. 1.3.1.Contracţia relativistă a lungimilor.1.3.2. Dilatarea relativistă a duratelor (a timpului).1.3.3. Formula de compunere a vitezelor. **1.4. Noţiuni de dinamică relativistă. 1**.4.1. Dependenţa masei de viteză. 1.4.2. Energia totală, energia cinetică şi energia de repaus a particulelor în T.R.R. 1.4.3.Relaţia între energia totală, impulsul şi masa de repaus în T.R.R.
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Competenţe specifice**
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie neaşteptată, şi anume: *Există o viteză maximă posibilă ? ; Ce se întâmplă când” zbor” împotriva unei raze de lumină ?; Ceasurile funcţionează altfel în navele spaţiale rapide ?; Un măr poate să cântărească 50 Kg ?; Se poate obţine energie din materie ?*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Cine a fost Albert Einstein ?; Ce se înţelege prin teoria relativităţii ?; Vom zbura cândva spre stele îndepărtate ?; Voi putea să trăiesc până în anul 3000 ?; Cum obţine Soarele energia sa ?; Ce legătură există între Einstein şi bomba atomică ?*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): încadrează dacă descrierea unui mobil, realizată de doi observatori aflaţi în mişcare unul faţă de celălalt, este diferită. Realizează o bază istorică şi conceptuală a evoluţiei în domeniul relativităţii clasice (în secolul al XVI-lea era acceptată teoria geocentrică a lui Ptolemeu, dar observaţiile astronomice ale lui Tycho Brahe şi ideile lui Copernic şi Kepler sugerau că, de fapt, Pământul se *mişcă* în jurul Soarelui. Galilei a încercat să impună concepţia heliocentrică, dar a întâmpinat două dificultăţi. *Prima*: biserica susţinea necondiţionat concepţia geocentrică; *a doua*: cei dispuşi să discute argumentau că dacă Pământul s-ar mişca, fenomenele mecanice s-ar desfăşura altfel;	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind faptul că pilotul unui avion vede copilotul în repaus, dacă două maşini se îndreaptă una spre cealaltă cu viteze egale, fiecare şofer va înregistra o *viteză dublă* a maşinii din faţa sa etc.;
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): „*Dacă sunt în tren sunt în mişcare sau în repaus ?* ” şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat;	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu: „stau pe banchetă sau mă deplasez pe hol în faţa sau spatele vagonului ?”; „probabil că este necesar să se precizeze dacă trenul este în repaus sau în mişcare (rectilinie uniformă sau variată), ”; „traiectoria este rectilinie sau curbilinie ?” şi altele;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (principiul inerţiei, principiul fundamental al dinamicii, sisteme de referinţă inerţiale şi neinerţiale, compunerea vectorială a vitezelor etc.);	• **Evocă/ exersează** măsurarea vitezelor în diferite cazuri particulare, diferenţierea mişcărilor în funcţie de sistemul de referinţă ales (utilizând cunoştinţele de mecanică din anii precedenţi);
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; **orientează gândirea** elevilor către identificarea proprietăţilor fizice (mişcarea şi repausul,caracterul relativ al acestora) care disting ipotezele formulate;	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica caracterul relativ al mişcării; se poate sugera experimentarea cu o minge aruncată vertical în sus şi prinderea când recade în funcţie de mişcarea aruncătorului; **menţionează** *sisteme de referinţă inerţiale şi neinerţiale* **reformulează** consecinţele principiului relativităţii clasice: *distanţa* dintre două puncte este *invariantă*; *durata* unui fenomen este *invariantă; viteza* unui mobil se schimbă, la trecerea de la un referenţial inerţial la altul (legea galileeană de compunere a vitezelor); *acceleraţia* unui mobil este *invariantă; forţa* care acţionează asupra unui corp este *invariantă;* • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare,	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[1]	• **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[2]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce a adus nou T.R.R.?”.Se propune o activitate de documentare asupra T.R.R., folosind manualul, alte surse bibliografice şi internetul.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei):;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (Construieşte-ţi propriul interferometru Michelson – Morley: http//www.ligo-wa.caltech.edu/teachers_corner/lessons/IFO_9t12.html	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **observă** dispozitivul experimental, cele două fascicule coerente care se propagă pe direcţii paralele şi perpendiculare pe direcţia de mişcare a

[1] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[2] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

etc.) şi **cere elevilor să experimenteze** (eventual, să verifice ideea că tentativa lui Michelson şi Morley şi reluarea experimentului şi de alţi fizicieni de-a lungul timpului, prin care aceştia urmăreau să măsoare *viteza Pământului faţă de "eter* **„** prin intermediul unui experiment de optică, a condus la un rezultat negativ, ceea ce înseamnă *că principiul galileean al relativităţii nu se aplică tuturor fenomenelor din natură).*	Pământului, două oglinzi,lama transparentă, oglinda semitransparentă, luneta de observaţie;**măsoară şi înregistrează**: franjele de interferenţă;
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile**: contrar aşteptărilor, Michelson nu a observat nici o deplasare semnificativă a franjelor; experienţa a fost reluată în mai multe rânduri de diverşi fizicieni, cu dispozitive din ce în ce mai perfecţionate, pentru a mări cât mai mult precizia determinărilor (persistenţa acestor rezultate negative,de-a lungul a 80 de ani de cercetări, constituie cea mai bună dovadă că *vântul eteric* nu există în realitate ; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să caute şi alte experimente** ce au fost realizate şi de alţi fizicieni.	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la provocările lansate de profesor.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţiile 3-7

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • **Analizează datele credibile**, argumentează alegerile şi **reunesc** concluziile experimentelor efectuate de atâţia fizicieni şi pe o durată atât de lungă ;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei) : postulatele lui Einstein; transformările Lorentz; consecinţe ale transformărilor Lorentz (relativitatea simultaneităţii a două evenimente care nu se petrec în acelaşi loc; dilatarea duratei unui fenomen care se produce într-un anumit loc; contracţia lungimii unui segment paralel cu direcţia vitezei relative; compunerea vitezelor; variaţia relativă a masei cu viteza; impulsul unei particule relativiste; relaţia masă-energie; energia	• **Formulează ipoteze** privind relaţiile T.R.R.;

totală relativistă; energie de repaus; energie cinetică);	
• **Cere elevilor să interpreteze** relaţiile T.R.R.;	• **Constată** că: *1. postulatele lui Einstein nu conţin ipoteza timpului absolut şi pleacă de la premisa că nu există un observator privilegiat (altfel spus, timpul şi spaţiul sunt relative, adică depind de observator) ; 2.transformările Lorentz stabilesc relaţiile de legătură între coordonatele spaţio-temporale (x, y,z,t) şi (x',y',z','t) ale unui eveniment, în raport cu două referenţiale inerţiale S.R.I şi S'.R'.I'., ca o consecinţă a postulatelor T.R.R.;3. la viteze mici (v<<c) ale sistemelor, transformările LORENTZ se reduc la transformările lui GALILEI,astfel încât cele două teorii, newtoniană şi einsteiniană, conduc la acelaşi rezultate (principiul de corespondenţă); 3. între lungimea unui corp măsurată în sistemul laboratorului (lungimea cinematică) şi lungimea măsurată în sistemul propriu (lungimea proprie) există contracţia lungimilor după direcţia mişcării,* lungimea maximă *pe direcţia vitezei fiind cea* proprie*; 4. între durata unui fenomen măsurată în sistemul laboratorului şi durata proprie se evidenţiază dilatarea duratelor*, durata minimă *fiind cea* proprie; 5. *dacă două evenimente nu se petrec în acelaşi loc dar sunt simultane în S.R.I., evenimentele nu mai rămân simultane şi în S'.R'.I' adică* simultaneitatea *lor este relativă; 5. masa unui corp aflat în mişcare depinde de mărimea vitezei; 6. dacă cedăm energie unei particule extrem de rapide, facem să crească masa precum şi o masă poate fi transformată în uriaşă energie, etc.;*
• **Precizează** elevilor că prin urmare, după cum a concluzionat Einstein, masa nu este decât o formă de energie, aşa cum putem transforma energia electrică în căldură şi **atenţionează,** că celebra formulă a lui Einstein va fi utilizată în cadrul fizicii nucleare în *procesul de fuziune nucleară* (Soarele consumă în fiecare secundă 564 milioane de tone de hidrogen, din care apar 560 milioane de tone de heliu, restul de 4 milioane de tone se transformă în energie, radiată sub formă de căldură şi lumină), precum şi în *procesul de fisiune nucleară* (nucleele nou-rezultate şi particulele trebuie să aibă masă mai mică decât nucleul iniţial şi neutronul care îl loveşte) *;*	• **Reformulează constatările** că timpul, distanţa şi masa sunt dependente de viteză; • **Constată** că T.R.R. a fost un impuls enorm în fizica din ultima sută de ani ; • **Reformulează observaţiile** din etapa de explorare-experimentare şi **propun explicaţii** sub forma unor *generalizări (inducţii)*: omul a trebuit să recunoască deschis că natura se comportă cu totul altfel decât ar fi fost de aşteptat în domeniile de referinţă cele mai mici, cele mai mari şi cele mai *rapide*; în trecutul secol XX s-a cercetat şi descoperit mai mult decât în toate celelalte secole ale istoriei omenirii;
• **Cere elevilor** să revină la întrebările de investigat: Există o viteză maximă posibilă ?; Ce se întâmplă când „zbor" împotriva unei raze de lumină ?; Ceasurile funcţionează altfel în navele spaţiale rapide ?; Un măr poate să cântărească 50 Kg ?; Se poate obţine energie din materie ? şi cere elevilor să **formuleze o explicaţie** a fenomenelor observate;	• **Formulează un argument** la mirarea iniţială: altfel se comportă materia la viteze apropiate de viteza luminii;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere elevilor** să rezolve probleme specifice T.R.R..	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 8

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza T.R.R.: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe? Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc. **Propune** elevilor următoarea problemă; „Să presupunem că o navă cosmică trece pe lângă noi cu 99,9% din viteza luminii: la noi se scurg circa 22 de secunde, în vreme ce secundarul de pe nava cosmică nu se deplasează decât cu o singură unitate. Ceasul din navă funcţionează pentru observatorul pământean de 22 de ori mai lent. Acest experiment nu poate fi încă realizat, dar fenomenul descris, poate fi demonstrat. La mare înălţime, la circa 20 Km deasupra capetelor noastre, iau naştere, sub influenţa radiaţiilor cosmice, miuonii, particule care au o viaţă atât de scurtă, încât după 1,5 microsecunde jumătate se dezintegrează. De fapt, chiar dacă se îndreaptă spre noi aproape cu viteza luminii, miuonii nu ar trebui să ajungă la sol, ci în mod normal ar trebui să se dezintegreze după circa 450 m. Şi totuşi, multe particule ajung pe Pământ. Cum este posibil ?”	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - **Observă** că teoria relativităţii ne oferă un răspuns la această întrebare: deoarece particulele ating aproape viteza luminii, „ceasurile” lor, din punctul nostru de vedere, merg mai încet, iar în acest interval de timp mult mai generos particulele pot să ajungă pe Pământ; - **extind** ideea că nu numai timpul, ci şi spaţiul se schimbă la deplasări extrem de rapide; - **calculează** viteza cu care se deplasează particulele, precum şi timpul cât rapizii miuoni descrişi mai sus trăiesc pentru noi; - **demonstrează** că problema propusă a pus multă vreme fizicienii la grea încercare de aşa-numitul „paradox al gemenilor”
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe,

următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/ Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. *Materiale necesare*; 3. *Modul de lucru* (operaţii de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. *Date experimentale* (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 9

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
• ******Cere elevilor să analizeze poezia* La Steaua *şi fragmentul următor din* Sărmanul Dionis *de* M. Eminescu: ”...la un moment dat înţeleptul Ruben îi spune lui Dionis să călătorească departe...Vei trăi un secol şi ţi se va părea o zi...Eu sigur voi fi mort când vei reveni tu, căci orele vieţii tale vor fi şir de ani întregi pentru Pământ...” *să* ***realizeze previziuni*** *(interpolări, extrapolări) pe baza T.R.R.,* ***să răspundă*** *la întrebarea „Relativitatea a fost intuită de Eminescu?”şi* ***să motiveze*** *răspunsul*;	• ******Organizaţi în grupurile de lucru, elevii:* - ***demonstrează*** *că Eminescu n-avea cum să ştie o chestie inventată binişor după moartea lui...iar dacă a intuit-o sau nu...este discutabil...;*
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[3];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de*

[3] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe” şi „abilităţi” (de operare cu cunoştinţele însuşite)

	evaluare;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ***Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.*

Bibliografie

** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;

Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;

Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;

Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;

Popescu L.-B.,Fizica simpatică Ed. Vellant , 2010

Ubelacker Erich, Fizica modernă ,RAO, 2001

Bărbulescu N., Introducere în teoria relativităţii, Ed. Ştinţifică şi Enciclopedică, 1980

Einstein A., Teoria relativităţii pe înţelesul tuturor, Ed. Humanitas

Manualele alternative pentru clasa a XII-a

Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;

David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;

Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;

http://teachers.net/lessons/posts/1.html;

http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;

http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

http://galileoandeinstein.physics.virginia.edu/more_stuff//flashlets/mmexpt6.htm

http:///www.ligo-wa.caltech.edu/teachers_corner/lessons/IFO_9t12.html

---

corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

1. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
2. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
3. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
4. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare XII.2
Elemente de fizică cuantică.
Efectul fotoelectric extern şi efectul Compton.
sau
„De ce există fotonii?”

Ion Cazacu-Davidescu

Clasa: a XII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **7**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Efectul fotoelectric extern. Legile efectului fotoelectric extern. Ipoteza lui Planck. Ipoteza lui Einstein. Ecuaţia lui Einstein. Interpretarea legilor efectului fotoelectric extern. Efectul Compton. (Programa de fizică pentru clasa a XII-a).
Modelul de învăţare asociat: **EXERCIŢIUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: „*Ştiind că abordarea ondulatorie a luminii permite explicarea unor fenomene precum reflexia, refracţia, interferenţa sau difracţia, cum ar trebui considerată lumina pentru a putea explica efecte precum efectul fotoelectric extern sau efectul Compton?”*. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea că „*Lumina prezintă un caracter dual, de undă şi particulă.”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţiile 1 şi 2

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	

• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): reaminteşte elevilor conceptul de undă electromagnetică ce permite explicarea fenomenelor de reflexie, refacţie, interferenţă, difracţie şi polarizare, studiate în clasa a XI-a; subliniază că alte fenomene precum emisia, absorbţia, efectul fotoelectric extern şi efectul Compton nu pot fi explicate abordând lumina ca o undă electromagnetică. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (explicarea efectului fotoelectric extern, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii proprii, **comunică răspunsurile** în clasă;
• **Comunică scopul prelegerii**: efectul fotoelectric extern, legile efectului fotoelectric extern şi **cere elevilor să identifice,** pe imaginile prezentate, elementele constructive şi funcţionarea dispozitivului de evidenţiere a efectului fotoelectric extern.	• **Evocă** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - *prezintă imagini sau simulări ale celulei fotoelectrice integrate într-un experiment de evidenţiere a producerii efectului fotoelectric extern;* - *remarcă prezenţa catodului şi anodului în incinta vidată, a sursei de tensiune variabile, a voltmetrului şi galvanometrului, a ferestrei de cuarţ cu diverse filtre pentru selectarea lungimii de undă a radiaţiei incidente;* - *remarcă apariţia unui curent de electroni la iluminarea catodului;* - *sesizează influenţa tensiunii anod catod asupra intensităţii curentului în circuit.*
• **Prezintă elevilor** simulări şi diagrame (caracteristica curent-tensiune, graficul tensiune de stopare-frecvenţă) şi **cere elevilor** să formuleze observaţii asupra acestor diagrame.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - *intensitatea curentului fotoelectric creşte odată cu creşterea intensităţii radiaţiei electromagnetice folosite;* - *intervalul de timp scurs între iluminarea fotocatodului şi apariţia curentului în circuit este neglijabil;* - *curentul apare doar dacă frecvenţa radiaţiei incidente pe catod depăşeşte o anumită valoare, specifică materialului catodului (frecvenţă de prag);* - *intensitatea curentului depinde de tensiunea aplicată între electrozi.*
• **Cere elevilor** să urmărească pe simulare influenţa variaţiei tensiunii anod-catod asupra intensităţii curentului.	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă: - *în polarizare directă (- pe catod şi + pe anod) intensitatea curentului creşte cu tensiunea până la o valoare maximă numită curent de saturaţie;* - *în polarizare inversă (+ pe catod şi - pe anod) intensitatea curentului scade iar sub o valoare a tensiunii (tensiune de stopare) efectul nu se mai produce;* - *tensiunea de stopare depinde doar de frecvenţa radiaţiei incidente.*
• **Discută cu elevii** legile efectului fotoelectric extern.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[4]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura

[4] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii

	portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol de evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [5];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile şi constatările de până acum; 2. să prezinte un istoric al cercetărilor pe tema efectului fotoelectric extern etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): explicarea efectului fotoelectric extern în cadrul modelului clasic; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Discută cu elevii** legile efectului fotoelectric	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în

---

de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[5] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

extern şi **cere elevilor să identifice** modalitatea prin care electronii ar putea părăsi catodul deplasându-se apoi spre anod. • **Defineşte** lucrul mecanic de extracţie şi enumeră câteva caracteristici ale acestuia (dependenţă de natura materialului şi de adâncimea faţă de suprafaţă la care se găseşte electronul).	clasă (notate pe caiete): *- într-un metal există electroni slab legaţi (de valenţă), care contribuie de exemplu la curentul electric;* *- dacă electronii de valenţă primesc suficientă energie (prin încălzirea metalului sau prin acţiunea radiaţiei electromagnetice) ar putea părăsi reţeaua metalului;*
• **Prezintă elevilor** ipoteza producerii efectului fotoelectric extern prin încălzirea catodului iluminat, ipoteză care explică forma caracteristicii curent-tensiune, existenţa lucrului mecanic de extracţie şi dependenţa curentului de saturaţie de intensitatea luminii incidente pe catod.	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Explică elevilor** caracteristica curent tensiune folosind câmpul electric rezultant obţinut din suprapunerea câmpului electric anod-catod şi câmpul electric dintre catodul cu sarcină pozitivă după eliberarea de electroni şi zona de sarcină electrică negativă a fotoelectronilor extraşi.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Cere elevilor** să scrie expresia bilanţului energetic pentru electronul extras din catod.	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - $E = L_{ex} + E_c$, energia electronului liber în metal este suma dintre lucrul mecanic de extracţie şi energia sa cinetică - E_c va avea valori diferite pentru că lucrul mecanic depinde de localizarea electronului în metal.
• **Prezintă elevilor** limitele modelului clasic pentru efectul fotoelectric extern: *- conform modelului clasic, electronii pot fi extraşi indiferent de frecvenţa radiaţiei incidente dacă energia primită este suficientă;* *- considerând că emiterea electronului este determinată de creşterea temperaturii catodului iluminat, ar trebui să existe un interval de timp necesar încălzirii catodului după care efectul să fie observat;* *- după modelul clasic, creşterea intensităţii radiaţiei incidente ar trebui să determine creşterea energiei cinetice a electronilor extraşi sau a tensiunii de stopare.*	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: *1. să rezume ideile şi constatările de până acum; 2. să prezinte un istoric al cercetărilor pe tema „Efectul fotoelectric extern şi fizica clasică” etc.*	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: imagini, desene, demonstraţii etc.).

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţiile 4 şi 5

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare

	Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Ipoteza lui Planck. Ipoteza lui Einstein. Ecuaţia lui Einstein. Interpretarea legilor efectului fotoelectric extern; norme de protecţia muncii în laborator; • **Prezintă** elevilor un scurt istoric al problemelor cu care s-a confruntat fizica la sfârşitul secolului al XIX-lea (radiaţia corpului negru, explicarea efectului fotoelectric extern).	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Explică elevilor** contradicţiile din teoria clasică a radiaţiei corpului negru şi **prezintă** ipoteza lui Planck de cuantificare a nivelelor de energie ale atomilor.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - notează şirul de energii posibile pentru un electron din atom, $E = 0, h\nu, 2h\nu, 3h\nu, \ldots$, h fiind constanta lui Planck
• **Prezintă elevilor** ipoteza lui Einstein (lumina este formată din cuante de lumină numite fotoni) şi furnizează explicaţiile necesare.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *- lumina este formată din fotoni având energia $E = h\nu$, unde h este constanta lui Planck iar v este frecvenţa radiaţiei luminoase;* *- fotonii sunt emişi sau absorbiţi de către atomi pe principiul „totul sau nimic”;* *- un foton absorbit de un metal furnizează întreaga sa energie unui singur electron.*
• **Cere elevilor** să scrie relaţia lui Einstein (bilanţul energetic în efectul fotoelectric extern) folosind bilanţul energetic din teoria clasică studiată anterior şi ipoteza lui Einstein.	• ***Formulează*** *constatările/ ipotezele lor şi* ***comunică răspunsurile*** *în clasă (notate pe caiete):* *- $h\nu = L_{ex} + E_{c\,max}$, unde $E_{c\,max}$ este energia cinetică maximă a fotoelectronului extras de pe suprafaţa catodului.*
• **Cere elevilor** să explice legile efectului fotoelectric extern plecând de la ipoteza lui Einstein şi ecuaţia lui Einstein.	• ***Formulează*** *constatările/ ipotezele lor şi* ***comunică răspunsurile*** *în clasă (notate pe caiete):* *- creşterea intensităţii luminoase conduce la creşterea numărului de fotoni incidenţi pe catod şi deci la creşterea curentului;* *- producerea practic instantanee a efectului este datorată procesului de transfer al energiei de la foton la electron;* *- frecvenţa de prag este impusă de valoarea lucrului mecanic de extracţie ($L_{ex} = h\nu_0$);* *- lucrul mecanic de extracţie depinde de natura substanţei datorită energiei de legătură a electronilor diferite;*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să identifice în bibliografia indicată aplicaţii tehnice ale efectului fotoelectric extern.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 6

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): efectul fotoelectric extern.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea ipotezei lui Planck, a ipotezei lui Einstein şi a ecuaţie lui Einstein, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• ***Propune elevilor** să analizeze, în cadrul unei probleme, conceptul de foton şi **cere elevilor** să determine frecvenţa, impulsul şi energia acestuia plecând de la lungimea de undă cunoscută.	• ****Aplică cunoştinţele dobândite în rezolvarea problemei şi formulează concluzii.***
• ***Propune elevilor** să determine numărul de fotoni emişi în unitatea de timp de o lampă cu putere şi lungime de undă predominantă cunoscută.	• ****Aplică cunoştinţele dobândite în rezolvarea problemei şi formulează concluzii.***
• ***Propune elevilor** să analizeze, în cadrul unei probleme, efectul fotoelectric produs pe acelaşi catod de două radiaţii de frecvenţe diferite şi **cere elevilor** să determine lucrul mecanic de extracţie cunoscând relaţia dintre energiile cinetice maxime ale fotoelectronilor extraşi.	• ****Aplică cunoştinţele dobândite în rezolvarea problemei şi formulează concluzii.***
• ****Implică elevii** în studiul efectului fotoelectric plecând de la diagramele experimentale pentru caracteristica curent-tensiune şi $E_{c\,max}$ - frecvenţă*	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• ***Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să includă în portofoliul personal un set de probleme	•* **Efectuează tema pentru acasă**.

rezolvate de efect fotoelectric extern.	

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 7

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Efectul Compton.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică** răspunsurile în clasă;
• **Prezintă** elevilor un scurt istoric al contradicţiilor legate de explicarea clasică a împrăştierii radiaţiilor X pe electroni slab legaţi în atomii unei substanţe şi rezultatele experimentale.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Prezintă elevilor** o simulare sau imagine a experimentului de împrăştiere a radiaţiei X pe un cristal de calcit, efectuat de Compton. **Realizează** o schiţă a ciocnirii perfect elastice foton electron şi cere elevilor să scrie legile de conservare ale impulsului şi energiei totale.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *reprezintă schema ciocnirii foton – electron;* - *scriu sistemul de ecuaţii.*
• **Prezintă elevilor** expresia finală a variaţiei lungimii de undă a fotonului incident cu unghiul de împrăştiere.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[6];	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;

[6] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

5. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
6. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
7. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);

• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• **Îşi propun să prezinte materialele/studiile realizate, în cadrul unor sesiuni de comunicări şcolare/ locale etc.*

Bibliografie:

1. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
2. Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
3. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
4. Crocnan, D. O., *Fizică, Manual pentru clasa a XII-a*, Ed. Sigma, Bucureşti 2007;

8. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: XII.3
Fenomene fizice în care se manifestă aspectul ondulatoriu al microparticulelor.

sau

„De ce rezoluţia microscopului electronic este mai mare decât a microscopului optic?”

Ion Cazacu-Davidescu

Clasa: a XII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Ipoteza de Broglie. Difracţia electronilor. Aplicaţii. Dualismul undă-corpuscul. (Programa de fizică pentru clasa a XII-a).
Modelul de învăţare asociat: **EXERCIŢIUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: „*Dacă lumina prezintă caracter ondulatoriu (fenomenele de interferenţă, difracţie) şi caracter corpuscular (efectul fotoelectric extern şi efectul Compton), se poate afirma că microparticulele prezintă de asemenea caracter ondulatoriu sau corpuscular?”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): prezintă câteva	• **Evocă** observaţii proprii, **comunică răspunsurile** în clasă;

informaţii privind evidenţierea de către Einstein a caracterului corpuscular al luminii şi ipoteza lui de Broglie asupra proprietăţilor ondulatorii ale microparticulelor. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (lungimea de undă şi impulsul fotonului, energie de repaus şi energie de mişcare a unei microparticule, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Comunică scopul prelegerii**: Ipoteza De Broglie şi **cere elevilor să identifice** relaţia dintre lungime de undă şi impulsul unui foton.	• **Evocă** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - $E = mc^2$, energia de mişcare a fotonului; - $E = h\nu$, energia unui foton; - $p = mc$, impulsul fotonului; - $\lambda = c\nu = h / p$, lungimea de undă.
• **Enunţă** ipoteza lui De Broglie asupra aspectului ondulatoriu al microparticulelor pentru care lungimea de undă asociată se calculează cu aceeaşi formulă.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă);
• **Cere elevilor** să calculeze valoarea lungimii de undă asociate unui electron nerelativist accelerat într-o diferenţă de potenţial.	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă: - *$mv^2/2=eU$, energia cinetică pe care o capătă un electron nerelativist accelerat într-o diferenţă de potenţial.*
• **Cere elevilor** să compare lungimea de undă a unui electron relativist, având energia cinetică şi energia de repaus cunoscute, cu lungimea de undă a unui foton de energie egală cu energia cinetică a electronului.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale,** alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[7]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [8];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: să gândească o metodă experimentală de evidenţiere a aspectului ondulatoriu al electronilor etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

[7] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[8] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie
cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): difracţia electronilor; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Prezintă elevilor** o schiţă a dispozitivului experimental folosit de Davisson şi Germer pentru verificarea ipotezei lui De Broglie şi cere elevilor să scrie pentru cazul difracţiei condiţia de maxim de interferenţă.	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - $2d \sin\theta = n\lambda$, condiţia pentru maximul de interferenţă de ordinul n.
• **Cere elevilor** să evalueze lungimea de undă asociată electronilor în ipoteza lui de Broglie, pentru cazul electronilor acceleraţi într-o diferenţă de potenţial, incidenţi pe o reţea de difracţie constituită de un cristal de nichel.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - $\lambda = 2d \sin\theta / n = h / p$, *lungimea de undă asociată electronilor;* - $E = mv^2/2 = p^2/2m$, *energia cinetică a electronului;* - $E = eU$, *energia cinetică a electronului accelerat la o diferenţă de potenţial U;* - $\lambda = h / \sqrt{2meU}$, *expresia lungimii de undă în funcţie de tensiunea de accelerare.*
• **Prezintă elevilor** rezultatele experimentului realizat Davisson şi Germer şi **cere acestora** să facă observaţii asupra graficului.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - se observă maxime de intensitate pentru anumite unghiuri de împrăştiere a electronilor pe reţea; - maximele sunt similare celor obţinute în cazul difracţie luminii studiate în casa anterioară.
• **Cere elevilor** să calculeze lungimea de undă asociată unui corp macroscopic şi **cere acestora** să facă observaţii asupra posibilităţii de observare a aspectului ondulatoriu.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):

	- lungimea de undă asociată este mult mai mică decât distanţa interatomică dintr-un cristal; - corpurile macroscopice pot fi considerate particule în aproape toate situaţiile.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să realizeze referate sau prezentări despre difracţia electronilor, experimente care au dovedit difracţia electronilor, înregistrări ale figurilor de difracţie etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: imagini, desene, demonstraţii etc.).

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură , construcţia şi funcţionarea unui microscop optic, mărimi caracteristice microscopului optic etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): aplicaţii ale difracţiei electronilor – microscopul electronic; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Prezintă** elevilor o reprezentare a unui microscop electronic şi **cere acestora** să facă o corespondenţă între elementele acestuia şi elementele unui microscop optic.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *- sursei de lumină îi corespunde o sursă de electroni;* *- lentilelor microscopului optic îi corespund lentilele electrice(o deschidere într-un condensator electric) sau magnetice(o bobină).*
• **Cere elevilor** să găsească o soluţie pentru creşterea puterii separatoare a microscopului peste cea a microscopului optic.	• ***Formulează*** *constatările/ ipotezele lor şi* ***comunică răspunsurile*** *în clasă (notate pe caiete):* *- există o legătură între lungimea de undă a radiaţiei folosite şi puterea separatoare a microscopului;* *- apare ideea de utilizare a fasciculelor de particule cu masă mai mare decât a electronilor*

	– *protoni, ioni;*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să realizeze referate despre microscopul electronic sau ionic, variante constructive (cu transmisie, cu reflexie), domenii de utilizare, tehnica pregătirii probelor etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Ipoteza de Broglie; difracţia electronilor.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor concepte legate de aspectul ondulatoriu al microparticulelor, fenomenul de difracţie a electronilor pe o reţea cristalină, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• ***Propune elevilor** să analizeze, în cadrul unei probleme, aplicarea ipotezei de Broglie **şi cere elevilor** să determine lungimea de undă asociată electronilor accelerați într-un tub de raze X la o tensiune dată, pentru cazurile nerelativist şi relativist.	• ****Aplică cunoştinţele dobândite în rezolvarea problemei şi formulează concluzii asupra:*** *- scriu relaţiile corespunzătoare lungimii de undă asociate pentru cazul relativist şi nerelativist;* *- compară valorile obţinute în cele două cazuri.*
• ***Propune elevilor** să analizeze, în cadrul unei probleme, aplicarea ipotezei de Broglie pentru diverse tipuri de particule **şi cere elevilor** să determine lungimea de undă asociată electronilor sau protonilor accelerați la o tensiune dată, pentru cazurile nerelativist şi relativist.	• ****Aplică cunoştinţele dobândite în rezolvarea problemei şi formulează concluzii asupra:*** *- scriu relaţiile corespunzătoare lungimii de undă asociate electronilor sau protonilor pentru cazul relativist şi nerelativist;* *- compară valorile obţinute.*
• ****Implică elevii** în determinarea vitezei şi energiei cinetice a unui electron care are lungimea de undă asociată egală cu*	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *- scriu relaţia corespunzătoare lungimii de undă asociate*

lungimea de undă Compton.	*electronilor;* *- determină viteza şi energia cinetică a acestuia;* *- discută cazul nerelativist / relativist.*
• ***Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să realizeze portofolii cu tema dualismului undă-corpuscul: măsurarea şi principiul de nedeterminare Heisenberg, abordarea ondulatorie / corpusculară a radiaţiei electromagnetice, abordarea corpusculară / ondulatorie a microparticulelor etc.	•* **Efectuează tema pentru acasă.**

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): dualismul undă - corpuscul.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică** răspunsurile în clasă;
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[9];	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;
• **Anunţă verificarea orală** pentru lecţia următoare şi **testul scris** pentru cea de-a doua oră	

[9] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

9. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
10. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
11. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
12. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

de verificare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ****Îşi propun să prezinte** materialele/studiile realizate, în cadrul unor sesiuni de comunicări şcolare/ locale etc.*

Bibliografie:

3. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
4. Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
5. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
6. Crocnan, D. O., *Fizică, Manual pentru clasa a XII-a*, Ed. Sigma, Bucureşti 2007;

Unitatea de învăţare: XII.4
Modele ale atomului
sau
De la modelul planetar al atomului, la modelele actuale ...
sau
Atomul, un Univers în miniatură!

Simona Radoslavescu

Clasa: a XII-a

Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 11

Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Noțiuni generale despre atom. Experimentul lui Rutherford. Modelul planetar al atomului. Deficiențele modelului planetar al atomului. Modelul atomic a lui Bohr. Experimentul Franck-Hertz. Spectroscopul . Serii spectrale. Analiză spectrală. Modelul Bohr - **Sommerfeld.** Atomul cu mai mulți electroni. Radiațiile X. Efectul LASER. (Programa de fizică pentru clasa a XII-a/ 2006).

Modelul de învăţare asociat: STUDIUL DE CAZ

Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Stabilirea cazului de rezolvat şi avansarea unor soluții;
II. Explorare - Experimentare	2. Achiziția de informații, argumentarea pozițiilor şi realizarea rapoartelor de cercetare;
III. Reflecţie - Explicare	3. Dezbaterea cazului, argumentarea şi reevaluarea pozițiilor, adoptarea unei soluții;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele studiului de caz** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii focalizate pe o **întrebare deschisă** (Cum este în lumea atomului? Cum au evoluat reprezentările despre atom, modelele atomice? Cum arată un model atomic care se bazează pe filozofie, religie şi ştiință? Cât am descoperit din universul atomic? Cât de mult am pătruns în universul atomic?), învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor studiului de caz. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului*, reprezentând etapele confruntării elevilor cu un ansamblu de cazuri similare, reale sau simulate, ca exemple reprezentative şi semnificative pentru cazul/ situaţia de rezolvat.

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o situaţie-problemă, şi anume: *„Evoluția ipotezelor despre structura atomului s-a aflat adeseori la răspântiile dintre domenii conflictuale: religie, ştiinţă, filosofie!”*. Pe parcursul unității de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către o evoluție istorică si conceptuala a ideii de atom, plecând de la experimentele care au fundamentat aceste concepte și spre explorarea atomică pe plan ştiințific, tehnic, aplicativ.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul studiului de caz): 1. Stabilirea cazului de rezolvat şi avansarea unor soluții .

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare inițială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): Folosindu-se de mijloacele didactice (filme, articole ştiinţifice, articole SF, etc.) sunt prezentate scopul şi obiectivele lecţiei, încadrează noţiunea de atom într-un concept mai cuprinzător (fenomene chimice, fenomene termodinamice). Scoate în evidenţă că păşind în domeniul microscopic vor studia fenomene şi legi noi, diferite de cele studiate în fizica clasică macroscopică. Fizica atomică este total deosebită de celelalte ramuri tradiţionale ale fizicii, prin faptul că operează cu obiecte pe care nu le putem sesiza şi mânui direct. Ca atare, multe dintre consecinţele deduse din datele experimentale sau din teorie pot fi considerate ca speculaţii, uneori foarte ingenioase, alte ori foarte interesante si solide dar . . .rămân tot speculaţii. Realizează o bază istorică şi conceptuală a evoluţiei ideii de atom plecând de la ideile filozofilor greci. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (atomul o structură invizibilă care păstrează nealterate proprietăţile specifice ale substanţei, conceptul de atom la antici, conceptul de atom în lingvistică, informatică,social;, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe realizate la - chimie, teorii studiate (legea combinaţiilor chimice, legea periodicităţii elementelor chimice); - fizica termodinamică şi moleculară, fizica solidelor, fizica lichidelor, referitoare la structura substanţei; divizarea unui corp, molecule; forma, volumul, masa, sarcina unui atom; • **Evidenţiază** fenomene fizice (difuzia fluidelor, fenomene de capilaritate, mişcarea de agitaţie termică, mişcarea fluidelor etc.) sau chimice (dizolvare, amestecare, etc.) studiate care implică atomul/ evoluţia ipotezelor despre structura atomului.
• **Evocă situaţia-problemă: Cum arată un atom care se bazează pe filosofie, religie şi ştiinţă? întrebările:** Până unde poate merge diviziunea substanţei? Care este structura atomului? şi **cere elevilor** să găsească răspunsuri la acestea.	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări pe baza noţiunilor studiate la chimie, fizică, a studiului individual, a emisiunilor ştiinţifice vizualizate: Soare, Pământ, Lună, flori, animale sunt constituite din atomi; Materia este continuă, poate fi divizată până la infinit; Corpurile sunt formate din molecule, moleculele din atomi, aceştia din electroni, protoni, neutroni; etc.,
• **Stabileşte cazul ce trebuie rezolvat:** *Cum sunt distribuite particulele constituente în atom şi cum se mişcă acestea?*	
• **Stimulează elevii în rezolvarea cazului** prin întrebări deschise: *Se mişcă electronii printre protoni? Sunt electronii în repaus? Sarcina pozitivă este distribuită uniform?Cum interacţionează particulele constituente? Există modele ale atomului? Cine le-a realizat? Ce experimente au pus în evidenţă aceste modele? Putem face o cronologie a acestor modele?*	• **Formulează** răspunsuri şi ipoteze privind aşezarea particulelor, mişcarea acestora, interacţiunea dintre ele, modele ale atomului.
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[10]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura

[10] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii

	portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [11];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le elevilor să se informeze, analizeze şi să prezinte diverse modele atomice, experimente care au confirmat sau infirmat aceste modele, prezentând sursele de informare.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare
Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul studiului de caz): 2 Achiziția de informații, argumentarea pozițiilor şi realizarea rapoartelor de cercetare.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă,. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor dispozitive electrice, electronice, calculatorul etc.); electroliza pune în evidenţă unitatea de sarcină electric ; etc.,	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • Evaluează informațiile propuse, modalitățile de verificare, resursele materiale, de timp; rolurile şi sarcinile în grup, etapele de realizare. Dobândesc limbajul ştiinţific specific unităţii.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): analizarea experimentelor ce aduc informaţii referitoare la structura atomului; argumentarea rezultatelor experimentale, elaborarea concluziilor; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Implică elevii în prezentarea experimentelor lui J.J. Thomson http://www.youtube.com/watch?v=4QAzu6fe8rE&fe**	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): Electroliza evidenţiază unitatea de sarcină electrică. Radiația catodică

proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[11] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

ature=related și a lui E. Goldstein.	este purtătoare de sarcină . Devierea particulelor este independentă de gazul aflat în tub, tipul catodului, Particulele sunt universal identice; Thomson precizează că razele catodice sunt electronii. Millikan determină valoarea sarcinii electrice a electronului. Devierea razele canal depinde de natura gazului din tub, nu sunt universal identice. Determină din rezultatele experimentale prezentate proprietățile particulelor evidențiate, și natura acestora pe baza cunoștințelor anterioare.
• **Revine la rezultatele experimentelor** și **cere elevilor - să evidențieze concluziile** - să precizeze un model al atomului susținut de experiment. • Prezintă modelul lui Thomson	• **Trage** concluziile și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): privind apartenența electronilor și protonilor la atom, proprietățile acestor particule, modelul atomic al lui J.J. Thomson
• Implică elevii în prezentarea experimentului lui Rutherford folosind un material filmat http://www.youtube.com/watch?v=5pZj0u_XMbc : schema dispozitivului experimental realizat de Rutherford; precizarea rolul fiecărui element din structura dispozitivului, caracteristicile acestuia; proprietățile particulei α; rezultatele experimentale.	• **Formulează** ipoteze și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete); Particula α nu poate interacționa decât cu particule cu masa foarte mare; etc. • **Realizează schema** împrăștierii particulelor α pe atom în funcție de parametrul de ciocnire și deduce mișcarea acestuia.
• Cere elevilor: - să analizeze mișcarea particulei α în funcție de parametrul de ciocnire, - să analizeze interacțiunea particulei α cu electronul, sarcina pozitivă; - analizeze fenomenul de împrăștiere în două situații: - când sarcina pozitivă a atomului este uniform distribuită într-o sferă cu raza egală cu raza atomului, - când sarcina pozitivă a atomului e concentrată într-un nucleu.	• **Analizează și descrie** interacțiunea particulei α cu electronul și sarcina pozitivă. • Organizați în două grupuri de elevi: - stabilesc forțele electrice ce apar între particula α și sarcina pozitivă din atom în cele două situații, - analizează mișcarea particulei alfa sub acțiunea forței electrice în cele două situații, - compară rezultatele teoretice cu cele experimentale culese de Rutherford,
• Stimulează elevii - să sintetizeze și să evalueze rezultatele, - să comunice concluziile experimentului, - să precizeze un model al atomului susținut de experiment - prezinte modelul lui Rutherford.	• **Trage** concluziile și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): privind structură lacunară a atomului, existența unui nou tip de forțe „forțele nucleare” și precizează modelul atomic susținut de experiment.
• Implică elevii în prezentarea experimentului lui Franck și Hertz: folosind prezentările din film: http://www.youtube.com/watch?v=JrvCDHQcj40 http://www.youtube.com/watch?v=uVkpaDw-5y0&feature=related schema dispozitivului experimental; precizează rolul fiecărui element din structura dispozitivului, caracteristicile acestuia; etapele experimentului.	• **Formulează** ipoteze și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): referitoare la interacțiunea electronului cu atomii de mercur în funcție de energia acestuia.
• Stimulează elevii: - să sintetizeze și să evalueze rezultatele, - să comunice concluziile experimentului - să precizeze un model al atomului susținut de experiment	• Precizează concluziile: atomul nu „acceptă” decât o energie bine determinată.
• Prezintă modelul atomic a lui Bohr, postulatele lui Bohr.	• **Formulează** ideile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete) .
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le elevilor să se informeze, analizeze și să prezinte modul în care radiația emisă de substanță poate fi înregistrată, analizată.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcții, demonstrații etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; îi **stimulează să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă,. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor dispozitive electrice, electronice, calculatorul etc.);elemente dispersive, sisteme de înregistrare a radiaţiei electromagnetice; etc.,	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei: o altă direcţie de cercetare a structurii atomului bazată pe o nouă metodă de analiză instrumentală – analiza spectrală; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): Primele observaţii spectrale au fost făcute de J Fraunhofer, care a studiat radiaţia emisă de Soare, etc.
• Cere elevilor să răspundă la întrebările: Care este componenţa unui dispozitiv care să descompună şi să înregistreze radiaţia emisă de corpuri?, Care este schema unui spectrograf?, Care este rolul fiecărei componente a spectrografului?, Ce imagine se obţine pe placa fotografică?, Ce formează aceste imagini?, Există două elemente care să dea aceeaşi imagine spectrală?, Ce relaţie se poate stabilii între liniile spectrale? Care este mecanismul de formare a spectrelor? etc. • Plecând de la întrebări şi folosind imaginile[12], prezintă elevilor cele trei tipuri de spectre de emisie (de linii, bandă, continue), relaţia lui Rydberg, analiza spectrală calitativă şi cantitativă, **modul de înregistrare a radiaţiei absorbite de atom, tipurile de spectre.**	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări pe baza noţiunilor studiate: Sisteme dispersive sunt prisma, reţeaua de difracţie; Radiaţia poate fi înregistrată pe o placă fotografică, de o celulă fotoelectrică, Imaginea fantei colimatorului este o linie spectrală, Liniile au culori diferite, Fiecare grup de linii formează o serie spectrală, Fiecare element chimic are spectrul lui specific, Radiaţia absorbită nu mai ajunge pe placa fotografică, etc.
• Stimulează elevii - să sintetizeze şi să evalueze rezultatele, - să comunice concluziile experimentului - să precizeze un model al atomului susţinut de experiment	• **Conchide:** Existenţa liniilor spectrale a elementelor chimice, cuantificate, mereu aceeaşi, indiferent de combinaţiile în care au intrat conduc la existenţa unei structuri atomice.
• Prezintă - modelul atomic a lui Bohr - Sommerfeld. - teoria lui Schrödinger	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete) .
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le elevilor să se informeze, analizeze modelele atomice elaborate pe baza corelării rezultatelor experimentelor discutate, vizitarea unei secţii de analiză spectroscopică din cadrul UCMR –ului	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Dezbaterea cazului, argumentarea şi reevaluarea poziţiilor, adoptarea unei soluţii;

[12] http://www.youtube.com/watch?v=2ZlhRChr_Bw&feature=related
http://www.youtube.com/watch?v=1gT7hlYvKg0&feature=related
http://www.youtube.com/watch?v=l4yg4HTm3uk&feature=related

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute/ ipotezele formulate cu privire la modelele atomice ;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): completarea enunţului „Un atom seamănă cu un……..” în diverse etape de dezvoltare a fizicii; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete):
• Stimulează elevii în prezentarea evoluției modelelor atomice. Grupează elevii în echipe ce prezintă câte un model atomic (Modelul lui Thomson, modelul lui Rutherford, Modelul lui Bohr, modelul Bohr – Sommerfeld), punând accent pe impactul avut în lumea științei la momentul respectiv, problemele pe care le soluționează și pe deficiențele acestuia. Fiecare grupă își notează, intervine și precizează ce aduce nou modelul său; ce deficiență rezolvă și care este contribuția la modelul actual al atomului.	• Organizaţi în grupe, prezintă folosindu-se de mulaje, filmulețe, articole, foi flipchart principalele modele atomice susținute de experimentele analizate. - ilustrează modelul, evidențiază fenomenele pe care le explică, elementele care sunt considerate corecte și în prezent dar și deficiențele acestuia,
• Implică elevii în - realizarea unei scheme a evoluției modelelor atomice. - conturarea modelului atomic actual	• **Alcătuiesc** o schemă a modelelor atomice legate de experimentele studiate, teoriile cunoscute şi legăturile dintre acestea. • Descriu imaginea actuală a atomului.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei: studiul calitativ a modelului vectorial şi ondulatoriu al atomului.	• **Efectuează tema pentru acasă.**

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor să prezinte rezultatele	• Organizaţi în grupe, **prezintă în clasă** *rapoarte de autoevaluare* şi evocă dificultăţi/ probleme întâlnite în

obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează *cunoştinţele anterioare*** ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat: (modelul atomic a lui Rutherford, momentul forţei, momentul cinetic, Formulează concluziile referitoare la deficienţele modelului planetar al atomului. norme de protecţia muncii în laborator etc.);	efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.; Evaluează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, resursele folosite.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei) aplicarea modelelor atomice pentru atomul de H și ionii hidrogenoizi.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi comunică răspunsurile în clasă;
• **Implică elevii** în particularizarea modelului planetar al atomului pentru cel mai simplu sistem atomic, atomul de hidrogen. • **Stimulează elevii** să analizarea proprietăților energetice și mecanice ale atomului de hidrogen.	• Organizaţi în grupe de lucru, elevii: - **aplică** modelul planetar al atomului pentru atomul de hidrogen. - **determină** forțele care acționează asupra electronului, traiectoria acestuia, - **compară** forța electrostatică și forța de atracție gravitațională dintre electron și proton, - calculează energia cinetică, potențială și totală a atomului, - analizează starea electronului în atom, traiectoria acestuia în funcție de energie, - reprezintă grafic energiile electronului, - determină energia de legătură a electronului, energia de ionizare a atomului - deduc momentul forţei şi momentul cinetic al electronului în raport cu centrul atomului.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă). Refacerea aplicației pentru ionii hidrogenoizi	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Lecţia 6

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează *cunoştinţele anterioare*** ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat: (modelul atomic Bohr, postulatele lui Bohr, deficienţele modelului planetar al atomului, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă în clasă** *rapoarte de autoevaluare* şi evocă dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.; Evaluează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, resursele folosite. • Formulează concluziile referitoare la deficienţele modelului planetar al atomului. Enunţă postulatele lui Bohr,
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei) aplicarea modelelor atomice pentru atomul de H, ionii hidrogenoizi.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi comunică răspunsurile în clasă;
• **Stimulează** pe elevi - să determine lungimea de undă asociată electronului, condiția ca unda să fie staționară, - să determine condiția de cuantificare a momentului cinetic al electronului, - să aplice condiția în calcularea razei orbitei electronului, viteza, energia cinetică, potențială și totală acestuia, pentru atomul de hidrogen și ionilor hidrogenoizi. - să completeze tabelul,	• **Aplică** legea lui L. de Broglie în cazul electronului, Împărțiți în două grupe elevii: • **Calculează** forțele care acționează asupra electronului,; raza orbitei electronului, viteza, energia cinetică, potențială și totală; (o grupă pentru at. de hidrogen și o grupă pentru atomii hidrogenoizi) **Formulează** concluziile referitoare la cuantificarea razelor orbitelor și energiei, • Completează rezultatele în tabel:

Mărimea calculată	Relația de calcul pentru	
	Atomul de hidrogen	Ionii hidrogenoizi

<table>
<tr>
<td>- să analizeze datele din tabel şi să prezinte concluziile,

- să realizeze diagrama nivelelor energetice,
- să calculeze frecvenţa radiaţiei emise de electron la trecerea de pe un nivel energetic pe altul,
- să prezinte concluziile aplicaţiei.</td>
<td>
<table>
<tr><td>Distanţa electronului de nucleu, r (m)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Viteza electronului pe orbită
, v (ms^{-1})</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Energia cinetică
E_c (J sau eV)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Energia potenţială
E_p (J sau eV)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Energia totală
E (J sau eV)</td><td></td><td></td></tr>
</table>
• Stabilesc legăturile dintre viteza electronului şi raza orbitei; dependenţa mărimilor de numărul cuantic principal; legătura dintre starea electronului şi valoarea, semnul energiei;
• Desenează diagrama nivelelor energetice Calculează λ, υ radiaţiei emise de electron în urma tranziţiei cuantice, înlocuieşte constantele şi determină relaţia lui Rydberg.
• Formulează concluziile şi comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): Liniile spectrale dintr-un spectru de emisie apar ca urmare a tranziţiilor electronului din stare excitată în stare fundamentală, Limita unei serii spectrale corespunde tranziţiei electronului pe nivelul n=∞, etc.
</td>
</tr>
<tr>
<td>• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă). Cere elevilor să răspundă la întrebările: De ce apar mai multe linii acolo unde modelul lui Bohr stabileşte doar una? Cum se vor numi aceste noi nivele? De ce se scindează liniile spectrale la introducerea substanţei într-un câmp magnetic?</td>
<td>• Efectuează tema pentru acasă.</td>
</tr>
</table>

Lecţia 7

<table>
<tr><th>Rolul profesorului</th><th>Sarcini de învăţare
Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):</th></tr>
<tr>
<td>• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor;

• Vizează cunoştinţele anterioare ale elevilor, preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat: (deficienţele modelului lui Bohr, traiectoria electronului, momentul cinetic al electronului , norme de protecţia muncii în laborator etc.);</td>
<td>• Organizaţi în grupe, prezintă în clasă rapoarte de autoevaluare şi evocă dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.; Evaluează ipotezele propuse, modalităţile de verificare, resursele folosite.</td>
</tr>
<tr>
<td>• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere): în cazul traiectoriei eliptice poziţia electronului este dată de două variabile şi se impune introducerea a două numere cuantice pentru a desemna starea energetică a electronului;
• Defineşte numerele cuantice n şi l; valorile pe care le pot lua, semnificaţia lor.</td>
<td>• Evocă observaţii, experienţe şi comunică răspunsurile în clasă;</td>
</tr>
<tr>
<td>• Cere elevilor
- să completeze tabelul,
- să analizeze dependenţa dintre poziţia electronului pe orbită şi viteza acestuia</td>
<td>• Determină valorile lui l şi semnificaţia acestora:
<table>
<tr><td>n</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td>l (cifre)</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>l (litere)</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>L</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>f rma
traiec oriei</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
• Descriu - variația vitezei în funcție de poziția pe orbită a electronului pentru L = ct, relația de nedeterminare a lui Heisenberg.
- variația masei (relația lui Einstein)
- variația energiei de l</td></tr>
<tr><td>• Implică elevii în
- deducerea legăturii dintre mișcarea electronului pe orbită și câmpul magnetic creat.
- analizarea interacțiunii electronului cu un câmp magnetic exterior,</td><td>• Formulează ipoteze şi comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): Mișcarea electronului pe orbită este echivalentă cu o spiră parcursă de curent electric, etc.</td></tr>
<tr><td>• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere):introduce noțiunea de moment magnetic orbital; magnetonul Bohr – Procopiu; cuantificarea proiecției momentului cinetic orbital; a numărului cuantic magnetic orbital, valorile posibile și semnificația acestuia; mișcarea de spin; număr cuantic de spin, valori și semnificație.</td><td>• Formulează ipoteze şi comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete):</td></tr>
<tr><td>• Cere elevilor
- să completeze tabelul

- să reformuleze tipurile de interacțiuni la care este supus electronul în atom</td><td>
<table>
<tr><td>Număr cuantic</td><td>Semni-ficația</td><td>Relația de definiție</td><td>Valori posibile</td><td>Simbolul special</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
• Formulează ipoteze şi comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): interacțiunea spin- orbită, etc.</td></tr>
<tr><td>• • Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă). Cere elevilor - să completeze tabelul
<table>
<tr><td>n</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td>l (cifre)</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>m</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>m_l</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>m_s</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td><td>• Efectuează tema pentru acasă.</td></tr>
</table>

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

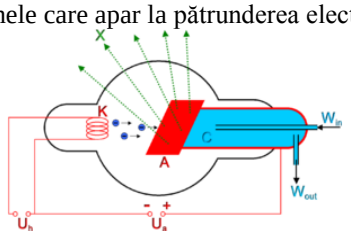
Lecţia 8

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):

<table>
<tr><td>• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor;</td><td>• Organizaţi în grupe, prezintă în clasă rapoarte de autoevaluare şi evocă dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.; Evaluează ipotezele propuse, modalităţile de verificare, resursele folosite.</td></tr>
<tr><td>• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul şi obiectivele lecţiei). Identificarea modului în care se completează cu electroni stările energetice ale unui atom, aflat în stare fundamentală.</td><td>• Formulează ideile lor şi comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);</td></tr>
<tr><td>• Vizează cunoştinţele anterioare ale elevilor, preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la ordonarea elementelor chimice în Sistemul periodic al elementelor, norme de protecţia muncii în laborator etc.);</td><td>• Evocă observaţii, experienţe şi comunică răspunsurile în clasă; elementele chimice au fost ordonate după masa atomică şi proprietăţile chimice, etc.</td></tr>
<tr><td>• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere) ordinea şi modul în care se completează cu electroni stările energetice ale unui atom se stabileşte prin aplicarea principiilor:
- principiul ocupării cu electroni în ordinea crescătoare a energiei,
- principiul lui Pauli,
- regula I a lui Hund</td><td>• Formulează ideile lor şi comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);</td></tr>
<tr><td>• Cere elevilor să determine nr. de electroni care au aceleaşi perechi de numere cuantice: (n,l,m_l), (n,l), (n)</td><td>• Scriu relaţiile de calcul a nr. de stări posibile pentru perechile perechi de numere cuantice: (n,l,m_l), (n,l), (n), Completează tabelul:
<table>
<tr><td>n</td><td>1</td><td colspan="2">2</td><td colspan="3">3</td><td colspan="4">4</td></tr>
<tr><td>l</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Nr. stări</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Nr. total stări</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td><td colspan="4"></td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>• Prezintă „regula tablei de şah”</td><td>Distribuie electronii elementelor chimice din fiecare grupă a sistemului periodic (câte o echipă pentru fiecare grupă) pe niveluri şi subniveluri energetice.
Prezintă concluziile.
Rezolvă probleme (se dă Z, să se afle grupa şi perioada în care se află elementul chimic)</td></tr>
<tr><td>• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă). Să se informeze asupra misterioaselor raze X.</td><td>• Efectuează tema pentru acasă.</td></tr>
</table>

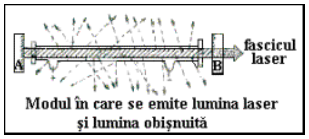
Lecţia 9

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor;	• Organizaţi în grupe, **prezintă în clasă** *rapoarte de autoevaluare* şi evocă dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
Captează atenţia şi interesul elevilor pentru ceea ce urmează să fie învăţat, prin intermediul unor imagini, film, o întrebare incitantă, a unei probleme, pe care se focalizează prezentarea, ca	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);

de exemplu:  http://carmendohanici.files.wordpress.com/2010/11/shell-x-ray-1-theorem-2004.jpg	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei) determinarea mecanismului de producere a radiațiilor X, proprietățile şi aplicațiile acestora.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă :
• Cere elevilor să răspundă la întrebările: Unde au mai întâlnit termenul de radiație X?, Ce proprietăți au radiațiile X?, De ce se numește radiația X?,Cum se produce ?	• **Formulează răspunsurile** în clasă (notate pe caiete); Radiațiile X le întâlnim în radiația soarelui.; Sunt uşor absorbite de corpurile uşoare şi grele.; Sunt folosite în realizarea radiografiilor. etc.
• Implică elevii în - prezentarea tubului de raze X (structură, caracteristicile elementelor componente), fenomenele care apar la pătrunderea electronului în atom.  - obținerea relației de calcul a υ (λ) a radiației x de frânare şi caracteristice, - evidențierea tipurilor de spectre.	• Formulează ipoteze referitoare al interacțiunea electronului rapid cu atomul: Electronii cu viteză foarte mare pot să treacă uşor prin învelişul electronic al atomului şi să se apropie de nucleu.; O parte din electroni sunt frânați de nucleu, alții ciocnesc electronii aflați pe orbitele inferioare. • Grupați în două echipe (o echipă pentru radiația X de frânare alta pentru cea caracteristică) - calculează: energia electronului la pătrundere în atom; relației de calcul a υ (λ) a radiației x , - analizează spectrele radiațiilor şi prezintă concluziile, - rezolvă probleme
• Stimulează elevii în - determinarea proprietăților radiației X, - determinarea aplicațiilor în domeniul științei, medicinii, tehnicii, criminalistică, în determinarea autenticității unor lucrări de artă sau la restaurarea unor picturi. (folosind imagini, filmulețe, articole, http://gbrasildigital.com/exames/img/radiologia/foto_radiologia.jpg , http://www.stiintasitehnica.com/o-noua-tehnica-de-analiza-la-scara-atomica_270.html, http://image.stirileprotv.ro/media/images/400x300/Jul2010/60435039.jpg), http://www.alarmsystemsgroup.ro/detectie_metale_explozivi_arme.html etc.	• **Formulează răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): razele x indică într-un compus prezența unui element chimic; Cu ajutorul lor putem fotografia ceea ce nu se poate vedea cu ochiul liber; Radioscopia şi radiografia ne oferă posibilitatea în interiorul pieselor metalice, a obiectelor de lemn, pietrelor, maselor plastice, țesăturilor, tablourilor, alimentelor, plantelor şi animalelor, fără a provoca acestora nici o deteriorare sau distrugere etc.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acțiuni colective în afara clasei, vizitarea unui cabinet de radiologie.	• **Efectuează tema pentru acasă**.

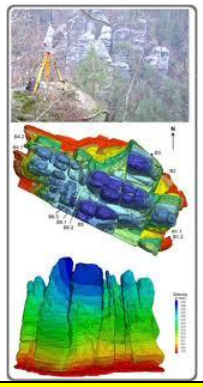
Lecţia 10

Rolul profesorului	**Sarcini de învățare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
Captează atenția şi interesul elevilor pentru ceea ce urmează să fie învățat, prin intermediul unor imagini, film, o întrebare incitantă, a unei	• **Evocă** observații, experiențe şi întâmplări personale legate de efectul laser, termeni legați științific, aplicativ etc.;

probleme, pe care se focalizează prezentarea, ca de exemplu: Scrie pe tablă LASER şi cere elevilor să precizeze semnificaţia termenului, să completeze cu alţi termeni legaţi de aceasta.	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei) o scurtă prezentare a evoluţiei laserilor în timp, analizarea principiul de funcţionare, a laserul cu rubin.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă.
• Implică elevii în prezentarea: - tranziţiilor cuantice, - tranziţiilor spontane şi induse, - probabilitatea de tranziţie în unitatea de timp $P = \lim_{\Delta t \to \infty} (-\frac{\Delta N}{N} \frac{1}{\Delta t})$ - legea de variaţie a numărului de sisteme aflate în starea excitate	• Deduc matematic legea $N = N_0 e^{\frac{t}{\tau}}$ • Evidenţiază semnificaţia legii şi a mărimilor fizice din relaţie.
Cere elevilor să identifice metode de excitare a atomilor.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă. Excitare termică, electrică şi fotonică, etc.
• Prezintă legea de distribuţie Boltzmann a atomilor în funcţie de temperatură	• Analizează legea $N_m = N_n e^{\frac{Wm-Wn}{kt}}$ • Emit ipoteze referitoare la nr. de atomi excitaţi pe nivelele n, m.
• Defineşte fenomenul de inversie de populaţie	
• Implică elevii în prezentarea efectului LASER: - prezentarea structurii unui laser, - particularizarea pentru laserul cu rubin http://energienucleara.go.ro/cap_09_files/image002.gif - precizează λ a radiaţiei electromagnetice obţinută în tubul de descărcare, - stabileşte şi caracterizează nivelele energetice ale atomului de Cr între care au loc tranziţiile cuantice,	• Analizează rolul elementelor componente, Descrie mecanismul inversiei de populaţie
• Stimulează elevii să: - descrie fenomenele care au loc în tubul cristalului de rubin, - prezinte concluziile referitoare la proprietăţile radiaţiei laser (monocromaticitate, direcţionalitate, coerenţă, intensitate)	• Explică folosindu-se de desen emisia spontană şi stimulată de radiaţie e.m.,  Modul în care se emite lumina laser şi lumina obişnuită • Stabilesc proprietăţile radiaţiei laser, le prezintă şi le argumentează.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cere elevilor să analizeze în paralel radiaţia electromagnetică emisă de o sursă de lumină obişnuită (naturală sau artificială) şi radiaţia laser..	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Lecţia 11

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor;	• Organizaţi în grupe, **prezintă în clasă** *rapoarte de autoevaluare* şi evocă dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.; Evaluează ipotezele propuse, modalităţile de verificare, resursele folosite.
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei). Prezentarea mai multor tipuri de laser, aplicaţiile acestora.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Vizează *cunoştinţele anterioare*** ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de*	• **Evocă** observaţii, experienţe şi comunică răspunsurile în clasă; Părţile constituente ale unui

cunoaştere: părţile componente ale laserilor şi rolul acestora, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	laser sunt: mediul activ, sistemul de excitare şi rezonatorul optic,.; etc.
• Implică elevii în prezentarea: - laserilor solizi (emisia stimulată are loc de pe un nivel intermediar superior pe unul inferior, pompajul optic are loc de pe E_1 pe E_4; inversia de populație se realizează mai rapid; randamentul este mai mare, etc.,) - laseri cu semiconductori (pompajul se face pe cale electrică, randamentul = 60% -70%, volum mic, greutate mică, etc.), - laseri lichizi (principiul este asemănător cu cel al laserilor solizi, teoretic se poate obține o radiație de orice frecvență, randamentul ⊐50%, etc. - laserii cu gaze (radiația are un înalt grad de coerență și monocromaticitate, inversia se face prin ciocniri electrice, etc.)	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete).
• Stimulează elevii în prezentarea aplicațiilor laserilor plecând de la proprietățile acestora (folosind imagini, filme didactice, articole științifice, etc.) în – industrie, - metrologie, - comunicații, - medicină și biologie, - prelucrarea optică a informațiilor și calculatoarele, - prelucrarea materialelor, - știință[13]   	• **Evocă** observaţii, experienţe şi comunică răspunsurile în clasă: diamantul se taie cu ajutorul laserului, în industria textilă este „foarfeca ”care taie stofele și țesăturilor, este folosit în construcții pentru determinarea liniei drepte, cu ajutorul lor se pot localiza diferitele obiecte în spațiu, imaginea în relief (hologramele) se realizează și se reproduc folosind laserii, etc. • **Evocă/ revin la** întrebarea inițială:*„Evoluția ipotezelor despre structura atomului s-a aflat adeseori la răspântiile dintre domenii conflictuale: religie, ştiinţă, filosofie!”*.
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competenţele cheie[14];	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;

[13] http://www.youtube.com/watch?v=5nQZqEi1bfI
http://www.dialogtextil.ro/content/tehnologia-de-taiere-cu-laser-industria-usoara-din-romania
http://www.medici-stomatologi.ro/infodent/tratament-stomatologic-cu-laser
http://www.migali.ro/prezentare/aparatura
http://www.youtube.com/watch?v=R_NPumONl50
http://www.migali.ro/app/web/main/public/images/aparate/MD_Handpiece_Gold.jpg
http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSF3MYWPj2ZgfTudMBP4Tz4dx0I04fQhw41fu6NcHdXzyXh5jf5
http://www.youtube.com/watch?v=C-3mTfiExMg
http://www.youtube.com/watch?v=ThRTQPitB6k&feature=related

[14] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe” şi „abilităţi” (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

13. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);

• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ *de rezolvare de probleme*;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ***Îşi propun** să **expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, la întâlniri cu responsabili ai administraţiei şcolare/ locale, **să informeze** factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecţie a mediului, a propriei persoane şi altele.*

Bibliografie:

1. Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
2. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
3. Melania Guțui Văluță, Structura electronică atomilor, Ed. Albatros, București 2001;
4. Dan Apostol, Laseri, Editura Științifică și Enciclopedică, București , 2000;
5. Liliana Ciascai, Didactica fizicii, Ed. Corint, 2001;
6. Ioan Cerghit, Metode de învățământ, Editura: polirom, 2001;
7. Știință și Tehnică, nr.4, 2011;
8. Carlo Cercignani, Ludwing Bolzmann – Omul care a crezut în atom, Ed. Tehnic;
9. http://www.sar.org.ro/files/536_Policy%20brief%20nr.%2050.pdf

14. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
15. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
16. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: XII.5
Semiconductoare. Aplicaţii în electronică
sau
„Un alt tip de conducţie electrică”
sau
„Ce tip de conducţie se realizează în materialele semiconductoare?”

Elisabeta Rîşniţă (Caraş-Severin)

Clasa: a XII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 10
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: **4. Semiconductoare. Aplicaţii în electronică** 4.1. Conducţia electrică în metale si semiconductori. Semiconductori intrinseci si extrinseci. 4.2. Dioda semiconductoare. Redresarea curentului alternativ. 4.3. Tranzistorul cu efect de câmp. Aplicaţii 4.4. Circuite integrate
(Programa de fizică pentru clasa a XII-a, F1).
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie neaşteptată, şi anume: *„Există materiale cu un alt tip de conducţie, decât cea a metalelor, numite semiconductoare”*; *„Ce tip de conducţie se realizează în semiconductoare?”*; *„În ce condiţii se poate realiza conducţia curentului electric în unele materiale care nu fac parte din categoriile cunoscute (conductoare, izolatoare).* Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Revoluţiei produse în electronică prin utilizarea semiconductorilor în componentele electronice: dioda, tranzistorul, circuitele integrate”.*

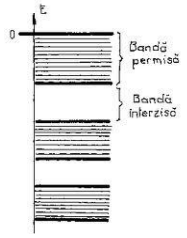
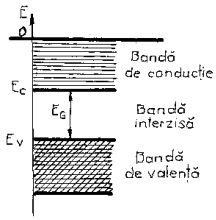
Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Activitatea profesorului	Activităţi de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): Folosindu-se de	• **Evocă** observaţii, experienţe şi întâmplări personale privind aparatele electronice (de ex. televizor, computer,

mijloacele didactice (filme, articole ştiinţifice etc.) sunt prezentate scopul şi obiectivele lecţiei, încadrează noţiunea de semiconductor într-un concept mai cuprinzător (fenomene chimice, fenomene electrice, proprietăţile solidelor). Realizează o bază istorică şi conceptuală a evoluţiei în domeniul electronicii, evidenţiind rolul materialelor semiconductoare în această evoluţie. Anticipează aplicaţiile semiconductorilor: dioda, tranzistorul şi circuitele integrate, folosite în aparatele electronice;	telefon mobil), componente ale circuitelor electronice, materiale folosite pentru realizarea acestor componenete, etc;
• **Evocă întrebările de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice" (la dispoziţia elevilor în clasă): *„Ce tip de conducţie se realizează în semiconductori, materiale folosite în componentele circuitelor electronice?" „ Care sunt proprietăţile (avantajele) pe care le prezintă semiconductorii?"* şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebări, privind cauzele fenomenului observat;	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare/ întrebări, prin reactualizarea unor cunoştinţe anterioare despre: curentul electric, purtători de sarcină electrică în metale, conductoare şi izolatoare, structura solidelor, structura atomului, de exemplu: „probabil că purtătorii de sarcină în semiconductori ar putea fi alţii (sau „şi" alţii) decât electronii"; „probabil că doar în anumite condiţii electronii pot realiza conducţia în semiconductori"; „probabil că electronii din semiconductori au proprietăţi deosebite"; „ dacă am încălzi semiconductorul, el ar deveni conductor?" şi altele; • Posibile avantaje: consum redus de energie, permit construirea unor aparate de dimensiuni mici (miniaturizare), oferă posibilităţi de automatizare etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (conductoare şi izolatoare, conducţia în metale, structura solidelor - structura cristalină, nivelele energetice ale atomilor izolaţi, legături chimice, componente ale aparatelor electronice, cunoştinţe empirice despre proprietăţile şi funcţionarea aparatelor electronice, stimulând curiozitatea elevilor pentru explicarea proceselor care stau la baza circuitelor electronice; norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** proprietăţi şi fenomene fizice (conducţia electrică în conductoare, structura solidelor - structura cristalină, nivelele energetice ale atomilor izolaţi etc.) sau fenomene chimice (legături chimice etc.) studiate, care ar putea fi implicate în procesul investigaţiei.
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; **orientează gândirea** elevilor către identificarea proprietăţilor fizice (natura purtătorilor de sarcină din semiconductori, energiile electronilor) care disting ipotezele formulate; **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* (explicarea conducţiei în cele trei tipuri de solide – conductori, semiconductori, izolatori – pe baza benzilor de energie din solide);   	• **Disting** situaţii care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica tipul de conducţie caracteristic semiconductorilor: existenţa benzilor de energie; **clasifică** solidele în funcţie de lărgimea benzii de energie interzisă; **menţionează** energia şi temperatura ca variabile de controlat şi **reformulează** ipotezele: „*în anumite condiţii semiconductorii pot avea electroni în banda de conducţie", „proprietăţile semiconductorilor îi situează între conductori şi semiconductori" „temperatura ar putea influenţa conductivitatea electrică* etc.; • **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare,	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[15] **Propune** pentru portofoliu**:** - **Referate ştiinţifice** cu tema utilizarea semiconductoarelor în diverse dispozitive/circuite electronice; - **Montaje electronice** simple; - **Filme de montaj** (utilizând secvenţe prezentate pe Internet);	• **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[16]	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este un lucru?”. - se propune o activitate de documentare asupra semiconductorilor, folosind manualul, alte surse bibliografice şi internetul.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie
cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

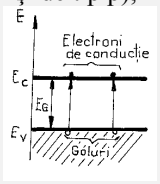
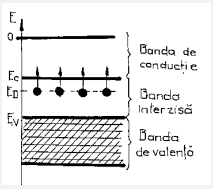
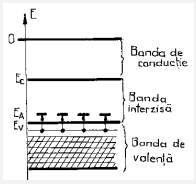
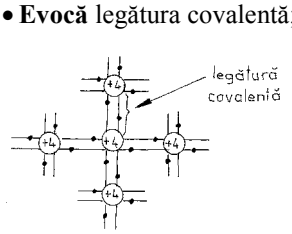
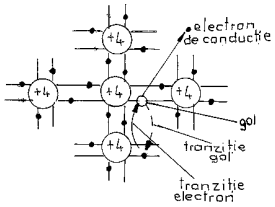
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică** elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat: (formarea benzilor de energie, ocuparea lor cu	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

[15] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[16] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

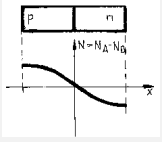
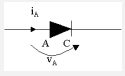
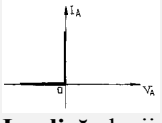
electroni, tranziţiile electronilor, comportarea diferită în privinţa conducţiei a celor trei tipuri principale de solide, utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): caracterizarea generală a semiconductorilor; semiconductori intrinseci (puri) şi extrinseci (cu impurităţi: de tip n şi de tip p);    **Implică** elevii în **examinarea** efectului impurificării unui semiconductor;	• **Observă** că majoritatea materialelor sunt semiconductori; • **Menţionează** reprezentanţii tipici ai semiconductorilor: germaniul şi siliciul; • **Evocă** legătura covalentă;   • **Formulează observaţii** şi **comunică răspunsurile** solicitate de profesor; • **Examinează** efectul impurificării unui semiconductor şi **distinge** două tipuri de impurităţi: donoare şi acceptoare.
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (calculatoare şi softuri educaţionale pentru *experiment virtual*);	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **Observă** fenomenele care au loc într-un semiconductor, *simulate cu ajutorul animaţiei*;
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind tranziţiile electronilor, mişcarea de drift a electronilor într-un câmp electric, formarea golurilor şi deplasarea lor în sens opus deplasării electronilor; **disting** proprietăţile semiconductorilor intrinseci (puri) şi extrinseci (cu impurităţi), respectiv, ale semiconductorilor de tip n (cu purtători majoritari electroni) şi de tip p (cu purtători majoritari goluri); • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să se informeze şi să prezinte modul în care depinde conductivitatea semiconductorilor de temperatură.	• **Efectuează tema pentru acasă** asumându-şi sarcini de informare şi de formulare a unor răspunsuri justificate.

Lecţia 3

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică** elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat: descrierea semiconductorilor intrinseci şi extrinseci (de tip n şi de tip p); (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Prezintă** în clasă temele efectuate, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv*	

(scopul şi obiectivele lecţiei): verificarea experimentală a modului în care depinde rezistivitatea semiconductorilor de temperatură ;	
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (termistor, pahar Berzelius cu apă fierbinte, termometru, ohmmetru şi **cere** elevilor **să efectueze experimentul** indicat în fişa de lucru;	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: **observă** fenomenul studiat, **măsoară şi înregistrează**: temperatura şi valoarea corespunzătoare a rezistenţei termistorului; **trasează** grafice;
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind: variaţia rezistivităţii semiconductorilor cu temperatura, eventuale dificultăţi întâmpinate pe parcursul efectuării experimentului etc.; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite să alcătuiască un inventar cât mai complet al proprietăţilor fizice şi chimice ale semiconductorilor.	• **Efectuează tema pentru acasă**, căutând surse de informare diverse pentru efectuarea sarcinii primite.

Lecţia 4

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică** elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat: descrierea proprietăţilor fizice şi chimice ale semiconductorilor; (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Prezintă** în clasă temele efectuate, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): joncţiunea p-n; dioda semiconductoare; rolul de redresare a curentului alternativ; Model unidimensional al joncţiunii p-n. Simbolul diodei redresoare   Caracteristica statica a diodei ideale  **Implică** elevii în identificarea fenomenelor care au loc la suprafaţa de contact dintre doi semiconductori diferiţi;	• **Formulează** idei şi **comunică** răspunsurile;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare (diode redresoare cu Ge şi cu Si, miliampermetru, microampermetru, voltmetru, potenţiometru, conductori de legătură, sursă de tensiune continuă, variabilă 0-24 V), osciloscop şi **cere** elevilor **să efectueze experimentele** indicate în	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **realizează montajele** experimentale**;** - **observă** fenomenul studiat: dependenţa intensităţii curentului de tensiunea aplicată unor joncţiuni; - **măsoară şi înregistrează**: intensitatea curentului în funcţie de tensiunea aplicată ;

fişa de lucru;	- **alcătuiesc tabele** cu datele înregistrate; - **vizualizează** pe osciloscop curba caracteristică a unei diode redresoare;
• **Cere elevilor** să comunice observaţiile**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observaţiile** privind: polarizarea directă şi inversă a diodei, modul în care depinde intensitatea curentului de tensiune în cele două situaţii, eventuale dificultăţi întâmpinate pe parcursul efectuării experimentului, etc; • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor **să traseze** curba caracteristică statică pe hârtie milimetrică folosind unităţi adecvate.	• **Efectuează tema pentru acasă**, trasând curbele solicitate.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

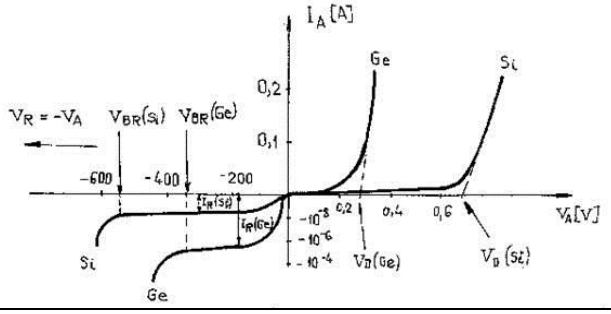
Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

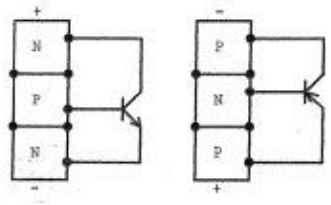
Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă graficele realizate, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; Caracteristicile diodelor redresoare reale cu Si şi Ge: 
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă)** care să explice fenomenele care au loc în joncţiunea p-n, **să analizeze** datele experimentale, **să prelucreze** şi **să interpreteze** informaţiile cantitative colectate pe cale experimentală;	• **Formulează ipoteze** privind modelul solicitat; • **Prelucrează datele** experimentale, **determină** tensiunea de deschidere a diodei, U_D şi rezistenţa dinamică, R_d; • **Utilizează** corect unităţile de măsură; • **Compară** cele două curbe (Ge, Si) şi curbele trasate cu cea vizualizată pe osciloscop;
• **Cere elevilor să extindă analiza** asupra unei situaţii mai complexe, obţinute prin adăugarea unui al treilea semiconductor, adică, o dublă joncţiune, de tip n-p-n sau p-n-p; • **Prezintă** modelul unidimensional idealizat al	• **Analizează** situaţia prezentată; • **Formulează explicaţii** folosind analogia cu modelul studiat anterior: joncţiunea p-n sau n-p; • **Explică procesele fizice** care au loc în joncţiunile de tip n-p-n sau p-n-p;

tranzistorului;  	
• **Precizează** elevilor că, pentru exprimarea cantitativă a proprietăţilor şi proceselor specifice semiconductoarelor, **se definesc** următoarele mărimi fizice: - concentraţia de electroni/goluri (n, p) - viteza de drift a electronilor/golurilor (v_e, v_g) - mobilitatea electronilor/golurilor (μ_n, μ_p)	• **Formulează enunţuri** pentru definiţiile mărimilor fizice; • **Stabilesc relaţii** între mărimile fizice;
• **Cere elevilor** să revină la întrebarea de investigat:): *„Ce tip de conducţie se realizează în semiconductori, materiale folosite în componentele circuitelor electronice?” „ Care sunt proprietăţile (avantajele) pe care le prezintă semiconductorii?”* şi cere elevilor să **formuleze răspunsuri** argumentate;	• **Formulează răspunsuri**: - Semiconductoarele se situează între conductoare şi izolatoare; - Conducţia are un caracter diferit faţă de cea a metalelor; - Conductivitatea semiconductoarelor este influenţată de temperatură; - Purtătorii de sarcină în semiconductoare sunt perechile „electron-gol”; - Suprafaţa de contact dintre două semiconductoare diferite are proprietăţi utile pentru circuitele electronice; - Dimensiunile mici ale dispozitivelor semiconductoare permit miniaturizarea aparatelor electronice; - Consumul de energie este redus etc.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi **cere elevilor** să explice efectul de tranzistor (TRANSFER REZISTOR).	• **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

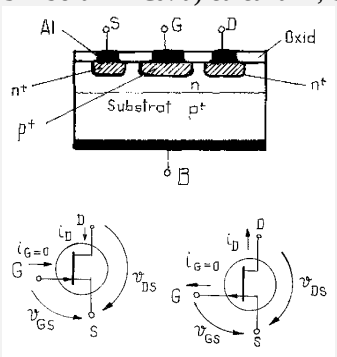
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 6

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): dioda semiconductoare în montaje de redresare;	

• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni etc.: sursă de tensiune alternativă (0-18V), ampermetru de c.a. (0-1A), voltmetru de c.a. (0-30V), patru diode, rezistenţă de sarcină, osciloscop catodic; **Cere** elevilor să efectueze sarcinile conform fişei de lucru pentru studiul redresorului în punte;	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - **evocă** efectul de redresare al diodei; - **efectuează calculele** indicate pentru alegerea diodelor; - **construiesc montajul** cu elementele alese; - **vizualizează** pe osciloscop tensiunea pulsatorie redresată; - **măsoară** amplitudinea tensiunii pe ecranul osciloscopului; - **calculează valoarea medie** a tensiunii redresate; - **compară** valoarea medie cu valoarea efectivă măsurată cu voltmetrul la intrarea în redresor; - **identifică sursele de erori;**
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să rezolve problemele indicate din manual.	• **Efectuează tema pentru acasă,** rezolvând problemele indicate pe caiete.

Lecţia 7

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Tranzistoarele cu efect de câmp cu joncţiune Simbolul TECJ: a) cu canal n; b) cu canal p  Rolul de amplificare a unui semnal electric; Construcţie. Simboluri. Principii de polarizare;	• **Descriu** construcţia tranzistoarelor cu efect de câmp cu joncţiune; • **Identifică** şi **definesc** părţile componente ale TEC: sursă, drenă, poartă, canal; • **Explică** principiile de polarizare şi funcţionarea TEC; • **Identifică** rolul tranzistorului în circuitul electronic;
• **Implică** elevii în explicarea construcţiei şi funcţionării unor tipuri de tranzistori şi a unor circuite cu tranzistori;	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - **Observă** caracteristicile tipurilor de tranzistori prezentaţi; - **Explică** rolul tranzistorilor în circuitele electronice prezentate; - **Calculează** parametrii specifici ai circuitelor electronice cu tranzistori; - **Exersează** simbolurile dispozitivelor electronice în reprezentările grafice ale circuitelor studiate; - **Rezolvă** exerciţii aplicative;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să realizeze un montaj simplu cu dispozitive semiconductoare, diode şi tranzistori (de exemplu o sonerie electronică) sau un referat privind utilizarea semiconductoarelor în diverse dispozitive/circuite electronice, consultând site-ul **www.electronica-azi.ro** .	• **Efectuează tema pentru acasă**, ca montaje electronice simple sau referate având ca temă utilizarea semiconductoarelor în diverse dispozitive/circuite electronice.

Secvenţa a V-a. Transfer
Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 8

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte montajele sau referatele realizate; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): folosindu-se de mijloacele didactice (filme, articole ştiinţifice etc.) sunt prezentate scopul şi obiectivele lecţiei, circuite integrate-prezentare generală;	
• **Implică** elevii şi îi **ghidează** în studiul circuitelor integrate, oferindu-le materiale informative; **orientează** atenţia elevilor pentru a înţelege rolul şi importanţa acestora în apariţia şi dezvoltarea microelectronicii; prezintă tehnologii de elaborare a circuitelor integrate; **stimulează** curiozitatea elevilor pentru cunoaşterea tehnologiilor moderne şi a impactului acestora asupra mediului; 	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - **consultă** materialele informative; - **formulează idei** şi le **comunică** în clasă; - **definesc** circuitele integrate ca o unitate constructivă inseparabilă de microelemente interconectate electric, plasate cu mare densitate în volumul, sau pe suprafaţa unei baze comune; - **identifică** criterii de clasificare şi **alcătuiesc clasificări** ale CI; - **identifică** funcţiile îndeplinite de CI; - **caracterizează** complexitatea şi parametrii care definesc capacitatea CI - **descriu** circuitele integrate monolitice, peliculare şi hibride, analogice şi numerice;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii.	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi

	filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Lecţia 9

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte montajele sau referatele realizate; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): folosindu-se de mijloacele didactice (filme, videoclipuri, articole ştiinţifice etc.) sunt prezentate scopul şi obiectivele lecţiei, aplicaţii ale circuitelor integrate;	
• **Implică** elevii şi îi **ghidează** în studiul aplicaţiilor circuitelor integrate, oferindu-le materiale informative; **orientează** atenţia elevilor pentru a înţelege rolul şi importanţa acestora într-o mare varietate de domenii, de la cel casnic până la domenii ca: cercetarea, tehnica spaţială, aparatura de măsură şi control, controlul automat al proceselor industriale, construcţia sistemelor automate din telecomunicaţii, construcţia de calculatoare electronice, realizarea de traductori şi senzori cu aplicaţii în medicină şi în industrie; **prezintă** cele mai importante categorii de circuite integrate: amplificatoarele operaţionale, filtrele active, amplificatoarele de semnal continuu cu modulare-demodulare, stabilizatoarele de tensiune continuă; **stimulează** curiozitatea elevilor pentru cunoaşterea tehnologiilor moderne şi a avantajelor pe care le prezintă folosirea circuitelor integrate (aparate electronice miniaturale, cu performanţe îmbunătăţite, preţuri de cost scăzute);	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: - **consultă** materialele informative; - **formulează idei** şi le **comunică** în clasă; - **evocă** exemple din experienţa personală; - **identifică** domenii de aplicare a circuitelor integrate; - **caracterizează** cele mai importante aplicaţii sub îndrumarea profesorului; - **descriu** alcătuirea şi funcţionarea acestora; - **selectează informaţii** pentru îmbogăţirea portofoliului de evaluare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii.	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia,

	filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Lecţia 10

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (susţinerea prezentărilor, utilizarea calculatorului, a aparatului de proiecţie video, verificarea/ demonstrarea funcţionării montajelor electronice construite, utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi evaluarea **raportului final**;	
• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[17];	• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• ***Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele*.

Bibliografie

- Cerghit I., Metode de învăţământ, 2006
- Schlett Z., Hoffman I., Câmpeanu A., Semiconductoare şi aplicaţii, 1981
- Fizica – Manual clasa aXII-a; R. Ionescu-Andrei, C. Onea, I. Toma; Ed. Art; Bucuresti – 2008
- http://mritsec.blogspot.com/2009/01/electronic-device-animations.html

[17] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

17. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
18. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
19. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
20. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

- http://www.ibiblio.org/kuphaldt/socratic/output/animation_bridge_rectifier_nonideal_fast.gif
- http://www.kjanssen.de/Studium/Forschungen/Diplomarbeit/da/weTEiS/weteis/diode1.htm
- http://www-g.eng.cam.ac.uk/mmg/teaching/linearcircuits/diode.ht
- http://www.electronica-azi.ro

Unitatea de învăţare: XII.6
Fizica nucleară. Proprietăţile generale ale nucleului.
sau
„Cum s-ar putea dovedi existenţa neutronului?”

Ion Cazacu-Davidescu (Iaşi)

Clasa: a XII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: **4**
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Proprietăţi generale ale nucleului. Energia de legătură a nucleului. Stabilitatea nucleului. (Programa de fizică pentru clasa a XII-a).
Modelul de învăţare asociat: **EXERCIŢIUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: „*Ştiind că neutronul are sarcina electrică nulă, cum ar trebui să arate un detector de neutroni?”.* Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea că „*Protonul şi neutronul au masele aproape egale şi pentru detectarea neutronilor se poate folosi ciocnirea acestora cu protonii”.* Ei îşi completează imaginea despre constituenţii nucleului atomic şi stabilitatea acestuia.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): prezintă câteva informaţii despre experimentul lui Becquerel prin care acesta pune în evidenţă radioactivitatea	• **Evocă** observaţii proprii, **comunică răspunsurile** în clasă;

uraniului. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (constituenţii atomului, sistemul periodic al elementelor, numărul atomic Z şi numărul de masă A, izotopi, izobari, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Comunică scopul prelegerii**: descoperirea neutronului, determinarea masei şi razei nucleului atomic şi **cere elevilor să identifice** metodele prin care se pot măsura mărimile precizate.	• **Evocă** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă); prezintă imagini sau animaţii ale atomului sau ale experimentelor şi aparatelor necesare determinării masei sau razei nucleului: *- experimentul lui Chadwick pentru demonstrarea existenţei neutronului;* *- spectrometrul de masă pentru măsurarea masei nucleului;* *- principiul experimentului lui Rutherford pentru determinarea razei nucleului.*
• **Defineşte (operaţional)** noţiunile de izotopi, izobari, izotoni şi izomeri şi **cere elevilor** : - să observe valorile numărului atomic Z şi a numărului de masă A pentru speciile menţionate; - să identifice asemănări şi deosebiri între speciile menţionate.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - izotopii sunt nuclee cu acelaşi Z; - izobarii sunt nuclee cu acelaşi A; - izotonii sunt nuclee cu acelaşi număr de neutroni N; - izomerii sunt nuclee care au aceleaşi numere Z, A, şi N dar energii diferite.
• **Cere elevilor** să precizeze valoarea sarcinii electrice a protonului şi legătura cu sarcina electrică a electronului;	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă: *protonul are sarcina pozitivă egală cu sarcina electrică elementară iar electronul are sarcina negativă egală în valoare absolută cu sarcina elementară.*
• **Discută cu elevii** metoda lui Chadwick de evidenţiere a existenţei neutronilor şi **cere elevilor să identifice** principiul metodei de detectarea a unei particule neutre din punct de vedere electric.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *- detectorul de neutroni se bazează pe detectarea protonilor* *- protonii detectaţi rezultă din ciocnirea neutronilor cu protonii unei substanţe.*
• **Prezintă elevilor** o simulare a spectrografului de masă, şi **cere elevilor să identifice** principiul de funcţionare al acestuia.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *- ionii obţinuţi de la o sursă sunt deviaţi în ansamblul de câmpuri electric şi magnetic perpendiculare între ele şi pe direcţia vitezei ionilor, obţinându-se ioni de aceeaşi viteză;* *- ionii de aceeaşi viteză intră într-un câmp magnetic ce curbează traiectoria acestora;* *- raza traiectoriei ionilor depinde de raportul q/M.*
• **Prezintă elevilor** tabelul cu masele particulelor constituente ale atomului, defineşte noţiunile de unitate atomică de masă şi de electron-volt şi **cere elevilor să compare** masele neutronului şi protonului.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *- neutronul şi protonul au mase apropiate;* *- exprimă masele particulelor în unităţi atomice de masă* *- exprimă energia de repaus a particulelor în Joule şi în electron-volt.*
• **Prezintă elevilor** o imagine a experimentului lui Rutherford de determinare a razei nucleului, şi **cere elevilor să aplice** conservarea energiei pentru a găsi formula corespunzătoare.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *- energia cinetică a particulei α este egală cu energia potenţială de interacţiune electrostatică particulă-nucleu;* *- raza nucleului este de ordinul 10^{-14}m.*
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare,	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[18]	• **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [19];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile şi constatările de până acum; 2. să evalueze concentraţia nucleonilor (protoni şi neutroni) din nucleu folosind relaţia dintre raza nucleului şi numărul de masă etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv*	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în

[18] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[19] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

(scopul şi obiectivele lecţiei): energia de legătură a nucleului; norme de protecţia muncii în laborator;	clasă (notate pe caiete);
• **Prezintă elevilor** diagrama de variaţie a energiei specifice de legătură în funcţie de numărul de masă.	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Cere elevilor** să evalueze masa totală a constituenţilor nucleului şi **precizează** că experimentele au dovedit că masa nucleului este mai mică această valoare.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *Masa totală a nucleonilor este: $Z\, m_p + (A\text{-}Z)\, m_n$;* - *$M < Z\, m_p + (A\text{-}Z)\, m_n$*
• **Defineşte** energia de legătură a nucleului ca diferenţa dintre energia de repaus a nucleonilor şi energia de repaus a nucleului şi **cere elevilor** să scrie formula energiei de legătură.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *$W_{leg} = [Z\, m_p + (A\text{-}Z)\, m_n]\, c^2 - M\, c^2$*
• **Defineşte** energia specifică de legătură a nucleului şi **cere elevilor** să formuleze observaţii asupra acestei mărimi pe baza diagramei prezentate anterior.	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - *$B = W_{leg} / A$* - *B creşte rapid pentru A între 1 şi 16, are un maxim pentru A=60 şi scade treptat până la ultimul element din sistemul periodic* - *forţele nucleare sunt de atracţie* - *din $W_{leg} \sim A$ rezultă proprietatea de saturaţie a forţelor nucleare*
• **Defineşte** proprietatea de saturaţie a forţelor nucleare ce rezultă din $W_{leg} \sim A$	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să evalueze energia media a unor particule obţinute la o dezintegrare radioactivă etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: imagini, desene, demonstraţii etc.).

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Metoda de organizare a activităţii de învăţare: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; **• Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv*	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în

(scopul şi obiectivele lecţiei): stabilitatea nucleului atomic; norme de protecţia muncii în laborator; • **Prezintă** elevilor diagrama variaţiei cu distanţa a energiei de interacţiune dintre doi nucleoni.	clasă (notate pe caiete);
• ***Cere elevilor*** să observe asemănările şi diferenţele dintre diagrama pentru energia potenţială de interacţiune electrostatică dintre doi protoni şi cea pentru energia potenţială de interacţiune dintre doi nucleoni.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *- la distanţe mari, forţele de interacţiune dintre doi protoni sunt de respingere electrostatică;* *- la distanţe de ordinul 10^{-15}m apar forţe de atracţie* *- la interacţiunea proton-neutron, forţele de atracţie se manifestă la distanţe de ordinul10^{-15}m* *- la distanţe mult mai mici de 10^{-15}m se manifestă forţe de respingere între nucleoni.*
• **Precizează** că prin experimente indirecte s-a demonstrat că şi în cazul neutronilor forţele de atracţie se manifestă la distanţe de ordinul 10^{-15}m.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Cere elevilor** să formuleze concluziile cu privire la forţele de interacţiune dintre particulele nucleare.	• ***Formulează*** *constatările/ ipotezele lor şi* ***comunică răspunsurile*** *în clasă (notate pe caiete):* *- interacţiunea dintre nucleoni se realizează prin forţe aproximativ egale;* *- tăria interacţiunii dintre nucleoni nu depinde de sarcina electrică a acestora;* *- forţele nucleare sunt forţe cu rază scurtă de acţiune (pe distanţe de ordinul razei nucleului).*
• **Prezintă** elevilor diagrama stabilităţii nucleelor atomice şi **cere elevilor** să formuleze observaţii asupra domeniilor de stabilitate nucleară.	• ***Formulează*** *constatările/ ipotezele lor şi* ***comunică răspunsurile*** *în clasă (notate pe caiete):* *- domeniul de stabilitate este liniar pentru nuclee cu Z<20;* *- pentru nucleele uşoare, sunt mai stabile cele cu număr egal de protoni şi neutroni;* *- pentru nucleele grele, sunt mai stabile cele cu număr mai mare de neutroni decât numărul de protoni.*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să identifice în bibliografia indicată şi alte criterii de stabilitate a nucleelor atomice precum şi informaţii despre modelele nucleare (modelul picătură şi modelul în pături).	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să**	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în

evalueze informaţiile colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): nucleul atomic; forţele nucleare.	efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor concepte legate de nucleu, nucleoni, energie de legătură, forţe nucleare, stabilitate nucleară, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• ***Propune elevilor** să analizeze, în cadrul unei probleme, descompunerea unui nucleu într-un număr de particule α şi un alt nucleu şi **cere elevilor** să determine energia necesară acestei descompuneri cunoscând energiile medii de legătură pe nucleon pentru particula α şi pentru nucleele date.	• ***Aplică cunoştinţele dobândite în rezolvarea problemei şi formulează concluzii asupra:*** - *energiei de legătură a nucleului iniţial;* - *energiei de legătură a particulelor finale* - *energiei necesare descompunerii nucleului iniţial.*
• ****Implică elevii** în studiul unui proces de ciocnire elastică neutron – deuteriu şi cere elevilor determinarea fracţiunii din energia iniţială pierdută la ciocnire.*	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• ***Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: să calculeze energia totală de legătură şi energia specifică de legătură a unor nuclee şi să formuleze concluzii asupra stabilităţii acestora.	•* **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): modele nucleare.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică** răspunsurile în clasă;
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite

rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[20];	în protocolul de evaluare;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• **Îşi propun să prezinte materialele/studiile realizate, în cadrul unor sesiuni de comunicări şcolare/ locale etc.*

Bibliografie:

5. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
6. Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
7. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
8. Crocnan, D. O., *Fizică, Manual pentru clasa a XII-a*, Ed. Sigma, Bucureşti 2007;

[20] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

21. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
22. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
23. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
24. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: XII.7.1
Fizică nucleară. Radioactivitatea
sau
„Materiale radioactive efectele şi aplicaţii ”

Daniela Drăgan

Clasa: a XII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 9
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: 5.3. Radioactivitatea. Legile dezintegrării radioactive (Programa de fizică pentru clasa a XII-a).
Modelul de învăţare asociat: INVESTIGAŢIA
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele investigaţiei ştiinţifice** (definind competenţe specifice), ca un grup de lecţii lansate de o întrebare deschisă, învăţarea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigaţiei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoştinţe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie neaşteptată, şi anume: *„Un trunchi de copac pluteşte pe apă, în timp ce o pietricică se scufundă!”*. Pe parcursul unităţii de învăţare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Un corp mic poate avea totuşi o densitate mare!”*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul investigaţiei): 1. Formularea întrebării şi avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare şi proiectarea investigaţiei.

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un organizator cognitiv** (prelegere introductivă): identifică sursele de poluare, acţiunea fiziologică a radiaţiilor, tipurile de radiaţii nucleare, necesitatea dezintegrării nucleelor pentru a ajunge la o stare stabilă energetic (radiaţii α, β, γ, legile de conservarea a numărului de masă şi a numărului atomic Z etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe privind existenţa radiaţiilor în mediul înconjurător, identificarea surselor de radiaţii, precum şi efectele acestora asupra oamenilor, animalelor, mediului înconjurător (pe baza unei prezentări Power Point);
• **Evocă întrebarea de investigat** din „Jurnalul de observaţii ştiinţifice” (la dispoziţia elevilor în clasă): *„Ce nuclee se pot dezintegra şi de ce?”* **„De ce este necesar studiul radioactivităţii?”**	• **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebare, întrebări, de exemplu: „de ce nucleele se dezintegrează?”; „cum poate un nucleu să ajungă într-o stare stabilă din punct de vedere energetic? probabil că

Ce surse de poluare radioactivă cunoaşteţi?” şi **cere elevilor** să găsească explicaţii/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului;	prin emiterea unor particule nucleul poate ajunge într-o stare stabilă energetic”; „identifică sursele de poluare radioactivă” ; „formulează premise privind necesitatea cunoaşterii surselor de radiere şi a efectelor biologice ale acestora şi altele;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (acţiunea fiziologică a radiaţiilor etc.);	• **Evocă** efectele nocive ale iradierii, exemplificând cu exemple concrete în urma accidentelor nucleare de la Cernobîl şi Fukushima;
• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; **Orientează gândirea elevilor către identificarea** unor de conservare valabile în orice proces de dezintegrare radioactivă (conservarea numărului de nucleoni, a sarcinii electrice) care disting ipotezele formulate, **identifică** *explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere*;	• **Disting** tipurile de radiaţii, reacţiile nucleare specifice, identifică legi de conservare (conservarea numărului de nucleoni, a numărului de masă, a sarcinii electrice); **Menţionează** conservarea numărului de nucleoni, a sarcinii electrice scriu reacţiile nucleare corespunzătoare proceselor de dezintegrare radioactivă şi **reformulează** ipotezele formulate anterior şi identifică „nucleele care au stabilitate”; „înţelegerea studiului cauzelor şi efectelor radioactivităţii”;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse.[21]	• **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcţie de variantele de răspuns sau de preferinţe; • **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare);[22]	• **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.); • **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informaţii de tipul „Ce este un lucru?”.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecţie de formare a priceperilor şi deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze,

[21] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[22] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă şi cere elevilor să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): identificarea a mărimilor specifice unor surse radioactive (activitatea unei surse radioactive, timpul de înjumătăţire, legea dezintegrării radioactive) ;	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** ipotezele propuse, modalităţile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru calculul timpilor de înjumătăţire ai diferitelor substanţe radioactive; • **Implică** elevii în identificarea seriilor de dezintegrare radioactivă (prin vizualizarea acestora http://www.walter-fendt.de/ph14ro/decayseries_ro.htm)	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **Observă** mărimile specifice surselor de iradiere; - **definesc**:activitatea unei surse radioactive, timpul de înjumătăţire al materialelor radioactive - **compară** timpii de înjumătăţire pentru diferite materiale radioactive şi consecinţele ce decurg de aici**;** - calculează timpii de înjumătăţire a unor preparate; - **observă** modul în care se formează o serie radioactivă şi **compară** familiile radioactive şi **identifică** relaţia după care se generează o asemenea familie radioactivă**;** - face simularea prin calculator, programe educaţionale, cum ar fi: http://www.walter-fendt.de/ph14ro/decayseries_ro.htm
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să calculeze** timpii de înjumătăţire a unor preparate; **să realizeze** proiecte legate de radioactivitatea naturală, seriile radioactive în natură şi efectele lor asupra mediului înconjurător;	• **Efectuează tema pentru acasă**, prin rezolvări de probleme şi realizare de proiecte.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative şi propunerea unei explicaţii;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate**	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de*

acasă şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat;	*autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; •
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **să distingă un patern (model, regulă)** pentru reacţiile nucleare prin analogie cu reacţiile chimice; • **Oferă elevilor materiale** pentru identificarea legilor de conservare care sunt verificate în toate reacţiile nucleare: legea conservării sarcinii electrice, legea conservării masei, legea conservării energiei şi legea conservării impulsului; • **Oferă elevilor materiale** pentru calculul distingerea tipurilor de reacţii nucleare în funcţie de natura particulei incidente; • **Precizează** elevilor că distincţia dintre radioactivitatea naturală şi cea artificială; • **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse:[23] aplicaţiile practice ale izotopilor radioactivi în cercetarea ştiinţifică, în industrie, în medicină, în agricultură, în paleontologie, geologie	• **Formulează ipoteze** privind mărimile fizice care sunt implicate într-o reacţie nucleară; • **Constată** că: - Analogia reacţie chimică-reacţie nucleară oferă posibilitatea stabilirii: legea conservării sarcinii electrice, legea conservării masei, legea conservării energiei şi legea conservării impulsului; - reacţie nucleară este influenţată de tipul şi energia particulei incidente; - clasifică reacţiile nucleare având drept criteriu de clasificare tipul particulei incidente; - definesc radioactivitatea artificială; - identifică necesitatea şi efectele utilizării radioactivităţii artificiale;
	• **Reformulează constatările**, efectele redescoperii radioactivităţii artificiale constau în obţinerea de izotopi radiativi cu aplicaţii diverse în mai multe domenii de activitate; • **Efectuează tema pentru acasă**.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Includerea altor cazuri particulare şi comunicarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 4

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate**	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de*

[23] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor:** 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

acasă şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): stabilirea relaţiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	*autoevaluare*, **evocă** dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluţiilor adoptate	• Organizaţi în grupuri de lucru, elevii: a) **rezolvă** probleme şi **identifică** tipurile de reacţii nucleare; b) **identifică** reacţiile nucleare care au loc în stele, Soare, reactor nuclear, etc.; c) **prezintă şi argumentează** aplicaţiile izotopilor radioactivi;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), **implicându-i** în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un **scurt raport scris** privind rezultatele investigaţiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. *Preambul/*; 2. *Teoria lucrării* (definiţii ale mărimilor fizice utilizate, enunţuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 3. *Aplicaţii; 4*. *Concluzii* (enunţuri generale, validarea unui enunţ).	• **Asumă roluri** în grupul de lucru, **tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii de dispozitive, lucrări de laborator, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice şi literare etc.), convin **modul de prezentare** (planşe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme şi filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura şi conţinutul raportului; • **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** raportului final, convin **modalitatea de prezentare** (construcţii, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Întocmesc un scurt raport** (oral, scris) privind rezultatele investigaţiilor proprii, consecinţe ale explicaţiilor găsite.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): prezentarea şi	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;

evaluarea **raportului final**;

• **Cere elevilor să distingă/ clasifice** reacţiile nucleare şi legile de conservare, radioactivitatea naturală şi cea artificială, legile dezintegrării radioactive;

• **Implică elevii** în prezentarea şi autoevaluarea *raportului final (portofoliului)* pentru *evaluarea rezultatelor finale*, vizând **competenţele cheie**[24];

• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.

• **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în *protocolul de evaluare*;

• ***Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele*.

Bibliografie

(1) ** **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;

(2) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;

(3) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;

(4) Leahu, I., Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;

(5) Anthony Cody, http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html;

(6) David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;

(7) Marilyn Martello, http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html;

(8) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;

(9) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;

(10) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

(11) Cristea, Gh., Ardelean, I, *Elemente fundamentale de fizică,* Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1985;

(12) *** *Fizică, manual pentru clasa a XII-a*, Editura All, 2007;

(13) Halliday, D., Resnick, R., *Fizică Vol.II,* Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti 1975.

(14) http://www.walter-fendt.de/ph14ro/decayseries_ro.htm

[24] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

25. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
26. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
27. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
28. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

Unitatea de învăţare: XII.7.2
Nucleul atomic
sau
Micul univers interior! sau Lumea celor mai mici particule

Clasa: a XII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 10
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: 1.1 Proprietăţile generale ale nucleului. 1.1.1Proprietăţile generale ale nucleului. **1.2 Energia de legătură a nucleului.** 1.2.1 Energia de legătură a nucleului. 1.2.2 Stabilitatea nucleului. 1.2.3 Forţele nucleare. 1.2.4 Probleme. 1.2.5 **Radioactivitatea.** 1.2.6 Tipurile de reacţii nucleare. Legile de conservare. 1.2.7 Radioactivitatea naturală şi radioactivitatea artificială. 1.2.8 Legea dezintegrării radioactive (programa de fizică clasa a XII-a)
Modelul de învăţare asociat: **PROIECTUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecţie - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produsului (de învăţare).

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele proiectului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune lecţii focalizate pe conceperea şi realizarea unor produse („cu finalitate reală”, Cerghit, I. ş.a., 2001), însuşirea noţiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este *planificarea sau anticiparea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe pe baza îndeplinirii unui plan).
Interesul elevilor pentru noţiunile temei este declanşat de o observaţie incitantă, de exemplu . Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *„Nucleul este un mic univers guvernat de legi fizice bine stabilite”, Nucleul – sursă infinită de energie*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Planul operaţional (motivarea proiectului şi analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului şi a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor şi expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Activitatea profesorului	Activităţi de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Prezintă elevilor un *organizator cognitiv*** (prelegere introductivă): focalizarea prezentării pe încadrarea *temei unităţii de învăţare* într-un concept mai general (structura atomului), pe aspecte istorice etc., prin intermediul unor poante, poveşti, imagini captivante, grafice, întrebări	• **Evocă** observaţii, cunoştinţe anterioare referitoare la structura atomului, nucleului, proprietăţilor particulelor constituente

incitante, probleme, studiu de caz, produse tehnologice, norme de protecţia muncii etc. ilustrând *tema*;	
• **Oferă elevilor** un ***portofoliu de teme*** propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca: (1) **construcţii:** macheta unui atom, a unui nucleu; (2) **referate ştiinţifice** explicând**:** dovezi ale existenţei nucleului; proprietăţi ale particulelor constituente; tipuri de dezintegrări; etc. (3) **postere, desene, eseuri literare etc.**, evocând noile cunoştinţe etc.[25];	• **Se orientează** asupra realizării unor proiecte, **alcătuiesc grupuri de lucru**, **evaluează tema** pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • **Asumă roluri** în grupul de lucru, **negociază tipul de produs** care va fi prezentat (construcţii, demonstraţii/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu ştiinţific, eseu plastic sau literar etc.);
• **Cere elevilor să evoce** *cunoştinţele proprii* legate de proiectele propuse (ceea ce elevii ştiu), să distingă *noţiunile relevante* (masă atomică, sarcină electrică, proton, electron, neutron); • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat	• **Evocă aspecte interesante, curiozităţi, dificultăţi** legate de proiectul ales, experienţe personale, observaţii în mediul înconjurător
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare)[26];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele.
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă din diferite surse informaţii de tipul „Ce este un proton?”, Ce este energia nucleară?, Care pot fi aplicaţiile energiei nucleare?.	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie
cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea şi interpretarea informaţiilor, reprezentarea şi realizarea preliminară a produsului („proiectului”);

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2-7

Activitatea profesorului	Activităţi de învăţare

[25] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii” (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[26] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

	Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **evocă proiectele pentru care elevii au optat** şi stimulează elevii să prezinte informaţiile colectate/ produsele realizate; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de parcurs etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): **structura nucleului(2)**; **energia de legătură(3), stabilitatea nucleului, forțele nucleare(4); radioactivitatea naturală(5); legi de conservare(6), tipuri de dezintegrări(7)**	• **Formulează ipoteze** privind *relaţiile studiate*;
• **Oferă elevilor materiale** (reviste de specialitate, cărți, diferite documente și documentare, site-uri) din care să extragă informații utile, scheme, reprezentări graficeprivind structura nucleului(2); energia de legătură(3), stabilitatea nucleului, forțele nucleare(4); radioactivitatea naturală(5); legi de conservare(6); tipuri de dezintegrări(7)	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **observă/reorganizează** noțiunile necesare fiecărei teme în parte
• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obţinute**;**	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind tema: • **Dacă şi-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigaţii sunt în curs de desfăşurare;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor, organizaţi în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă** modalităţi atractive şi eficiente de prezentare a materialului selectat	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, evaluarea şi revizuirea etapelor parcurse;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 8

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate în lecţia anterioară şi prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile*	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;

de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	
• **Invită elevii să distingă** informaţiile credibile din materialul ales (tipurile de dezintegrări)	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii **analizează datele credibile** de la celelalte grupe(ce date păstrăm, ce date eliminăm?) şi **raportează concluziile/ explicaţiile** pe care le înregistrează grupa vizată • Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: - **reformulează constatările** din etapa de explorare-experimentare - **propun explicaţii** (sub forma unor *generalizări/ inducţii* **formulează enunţul (legea):** Legea dezintegrării radioactive
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: 1. ce este defectul de masă? 2. Ce este activitatea sursei radioactive? 3. Ce este timpul de înjumătățire? 4. Care este energia de legătură a nucleului de deuteriu? 5. Cum se poate determina vârsta unui obiect folosind izotopul C-14?	• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *deductiv*. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 9

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Oferă elevilor materiale** pentru evaluarea propriilor produse finale, implicându-i în evaluarea a produselor realizate, a procedurilor/ soluţiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este acest model potrivit pentru tema aleasă? Este această explicaţie/ soluţie mai bună decât alta?; Ce explicaţii/ soluţii nu sunt încă susţinute de probe?	• Organizaţi în grupurile de lucru stabilite, elevii: d) **particularizează** legile învăţate pentru diferite nuclee; e) **descoperă** aplicaţii ale fenomenelor învăţate**;** f) **imaginează** propriile aplicaţii ale fenomenelor descoperite; g) **optimizează** organizarea materialului şi experienţei acumulate pentru o prezentare eficientă;

Ce soluţie mai bună am putea adopta? Etc.	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), implicând elevii în conceperea *raportului final*: **cere elevilor** să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigaţiilor proprii; avansează idei privind structura şi conţinutul raportului prezentat de elevi.	• **Negociază** în grup **conţinutul şi structura** produsului final, convin **modalitatea de prezentare** (poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcţii, demonstraţii etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea produselor de învăţare obţinute.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 10

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să sintetizeze şi să evalueze informaţiile colectate prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obţinute; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.); • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; **evaluează** informaţiile colectate etc.;
• **Implică elevii** în prezentarea şi evaluarea proiectului/ **raportului final**, vizând **competenţele cheie**[27];	• **Expun** produsele realizate şi prezintă în faţa clasei, a consiliului profesoral al clasei, al comisiei metodice □Ştiinţe□ rapoartele de lucru;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, **reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competenţele specifice înscrise în programele şcolare*, vizând	

[27] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

29. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
30. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
31. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
32. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): acţiuni colective în afara clasei, legături cu teme/ proiecte viitoare etc.	• **Îşi propun să expună produsele realizate** în expoziţii şcolare, întâlniri cu responsabili ai administraţiei locale şi altele.

Bibliografie

(1) Programa de fizică pentru clasa a XII-a
(2) Cerghit, I. ş.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iaşi 2001;
(3) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
(4) Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
(5) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
(6) http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html;
(7) http://teachers.net/lessons/posts/1.html;
(8) http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
(9) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

Unitatea de învăţare: XII.8
Fizica nucleară. Radiaţii nucleare.
sau
„Pericole şi beneficii ale radiaţiilor nucleare.”

Ion Cazacu-Davidescu

Clasa: a XII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 5
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Interacţiunea radiaţiei nucleare cu substanţa. Detecţia radiaţiilor nucleare. Dozimetrie. (Programa de fizică pentru clasa a XII-a).
Modelul de învăţare asociat: **EXERCIŢIUL**
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: „*Ştiind că radiaţiile nucleare sunt constituite din diverse tipuri de particule, care este mecanismul de interacţiune al acestora cu substanţa?”.* Pe parcurs, imaginea elevilor asupra radiaţiilor nucleare este *întregită de metodele de detecţie a acestora şi de aspectele nocive / beneficiile radiaţiilor nucleare.*

Secvenţa I. Evocare-anticipare
Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;
Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Activitatea profesorului	Activităţi de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): prezintă câteva informaţii despre radioactivitatea naturală sau indusă şi despre radiaţiile nucleare. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor,	• **Evocă** observaţii proprii, **comunică răspunsurile** în clasă;

preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere cu privire la sarcinile de efectuat (energie de legătură, reacţii nucleare, intensitate a radiaţiei nucleare, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	
• **Comunică scopul prelegerii**: interacţiunea radiaţiei nucleare cu substanţa şi **cere elevilor pentru început să identifice** tipurile de radiaţii nucleare.	• **Evocă** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - particule grele purtătoare de sarcină electrică (protoni, nuclee, ioni); - particule uşoare purtătoare de sarcină electrică (electroni, pozitroni); - particule neutre (neutroni); - radiaţie electromagnetică (radiaţie X, radiaţie γ).
• **Prezintă şi discută cu elevii** aspecte ale interacţiunii cu substanţa a particulelor grele purtătoare de sarcină electrică, **cerându-le** elevilor să denumească natura interacţiunii;	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă: - interacţiunea este de natură coulombiană; - ciocniri particule-electroni, ce pot duce la ionizarea atomilor; - ciocniri particule-nuclee, ce duc la împrăştieri mari ale particulelor proiectil.
• **Prezintă şi discută cu elevii** aspecte ale interacţiunii cu substanţa a particulelor uşoare purtătoare de sarcină electrică, **cerându-le** elevilor să denumească natura interacţiunii;	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă: - interacţiunea este de natură coulombiană; - parcursul în mediu al particulelor este mai mare datorită vitezei mai mari; - interacţiunea cu electronii conduce la împrăştieri mai mar; - radiaţia de frânare produsă determină frânarea particulelor uşoare cu sarcină electrică.
• **Prezintă şi discută cu elevii** aspecte ale interacţiunii cu substanţa a radiaţiei electromagnetice, **cerându-le** elevilor să enumere mecanisme de interacţiune învăţate anterior; prezintă suplimentar mecanismul de generare de perechi electron-pozitron.	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă: - efectul fotoelectric extern; - efectul Compton
• **Prezintă şi discută cu elevii** aspecte ale interacţiunii cu substanţa a particulelor neutre, **cerându-le** elevilor să enumere câteva caracteristici ale neutronului; prezintă aspecte ale interacţiunii la energii mari, respectiv energii mici ale neutronilor.	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă: - sarcină electrică nulă; - masa apropiată de a protonului.
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale,** alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[28]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [29];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele

[28] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[29] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele

	de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile şi constatările de până acum; 2. să realizeze un referat despre camera cu ceaţă; 3. să găsească informaţii despre interacţiunea radiaţiilor nucleare cu substanţa pe care să le includă în portofoliile personale etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi să evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): detecţia radiaţiilor nucleare; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Prezintă elevilor** principiul care stă la baza detecţiei radiaţiilor nucleare – interacţiunea cu atomii ţintei.	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Prezintă elevilor** o schiţă a detectorului cu gaz şi un tabel privind funcţionarea acestuia pentru diverse tensiuni aplicate; **cere elevilor** să formuleze observaţii proprii privind utilizarea acestui detector.	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Prezintă elevilor** o schiţă a detectorului cu scintilaţie şi **cere elevilor** să formuleze observaţii proprii privind funcţionarea şi utilizarea acestui detector.	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Prezintă elevilor** o schiţă a detectorului cu semiconductori şi **cere elevilor** să formuleze observaţii proprii privind funcţionarea şi utilizarea acestui detector.	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să realizeze prezentări,	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: imagini, desene,

specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

referate, simulări ale detectoarelor de radiaţii nucleare etc.	demonstraţii etc.).

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;
Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.
Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): dozimetrie; norme de protecţia muncii în laborator; • **Prezintă** elevilor principiile dozimetriei şi domeniile de utilizare ale celor două sisteme dozimetrice: rontgenologic şi radiobiologic.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Defineşte** în cadru sistemului rontgenologic *doza de ioni* şi *debitul dozei* şi **cere elevilor** să facă observaţii asupra utilizării acestor mărimi.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Defineşte** în cadru sistemului radiobiologic *doza absorbită, eficacitatea biologică relativă* si *doza biologică* şi **cere elevilor** să facă observaţii asupra utilizării acestor mărimi.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Prezintă elevilor** comparativ valori ale dozei biologice în cazul expunerii naturale, medicale sau accidentale şi **cere acestora** să formuleze observaţii pe baza materialelor bibliografice asupra acestor expuneri.	• ***Formulează*** *constatările/ ipotezele lor şi* ***comunică răspunsurile*** *în clasă (notate pe caiete);*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să identifice în bibliografie informaţii despre doza biologică pentru diferite situaţii de iradiere şi efectele acesteia asupra diferitelor organe ale omului etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): interacţiunea radiaţiilor nucleare cu substanţa; elemente de dozimetrie.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor concepte legate de interacţiunea cu substanţa a radiaţiilor electromagnetice şi a particulelor uşoare cu sarcină electrică, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Defineşte** noţiunea de *atenuare a unui fascicul de radiaţii într-un material, coeficientul de atenuare şi grosimea de înjumătăţire* şi **cere elevilor** să deducă expresia acesteia plecând de la formula de variaţie a intensităţii radiaţiei cu distanţa parcursă în material.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• ***Propune elevilor** să analizeze o problemă de interacţiune a radiaţiei gama cu substanţa şi **cere elevilor** să determine coeficientul de atenuare cunoscând grosimea materialului şi raportul intensităţilor radiaţiei.	• ****Aplică cunoştinţele dobândite în rezolvarea problemei şi formulează concluzii;***
• ***Propune elevilor** să analizeze probleme de iradiere a diferitelor materiale cu diferite tipuri de radiaţii nucleare şi **cere elevilor** să determine doza absorbită sau doza biologică.	• ****Aplică cunoştinţele dobândite în rezolvarea problemei şi formulează concluzii;***
• ***Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: 1. să prezinte sub formă de referat diferite detectoare de radiaţii nucleare; 2. să prezinte comparativ sistemul rontgenologic şi cel radiobiologic 3. să prezinte efecte nocive şi efecte pozitive ale radiaţiilor.	•* **Efectuează tema pentru acasă.**

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 5

Activitatea profesorului	**Activităţi de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Interacţiunea radiaţiilor nucleare cu substanţa. Detecţia radiaţiilor nucleare. Dozimetrie.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică** răspunsurile în clasă;
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[30];	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ****Îşi propun să prezinte*** *materialele/studiile realizate, în cadrul unor sesiuni de comunicări şcolare/ locale etc.*

Bibliografie:

9. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;

[30] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

33. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
34. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
35. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
36. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.

10. Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
11. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
12. Crocnan, D. O., *Fizică, Manual pentru clasa a XII-a*, Ed. Sigma, Bucureşti 2007;

Unitatea de învăţare: XII.9
Fizica nucleară. Aplicaţiile ultimilor 70 de ani.
sau
„Cum s-ar putea rezolva problema resurselor energetice?”

Ion Cazacu-Davidescu

Clasa: a XII-a
Numărul orelor/ lecţiilor repartizate: 6
Conţinuturi repartizate unităţii de învăţare: Fisiunea nucleară. Reactorul nuclear. Fuziunea nucleară. Acceleratoare de particule. Particule elementare. (Programa de fizică pentru clasa a XII-a).
Modelul de învăţare asociat: EXERCIŢIUL
Competenţe specifice: derivate din modelul de învăţare asociat, conform tabelului următor:

Secvenţele unităţii de învăţare	Competenţe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;
III. Reflecţie - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învăţare construită pe **secvenţele exerciţiului** (definind competenţe specifice), ca o succesiune de lecţii determinate de „cerinţa formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ş.a., 2001), învăţarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însuşit şi progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducţia* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoştinţe, prin studiul consecinţelor modelului de însuşit).

Interesul elevilor pentru noţiunile temei poate fi declanşat de o situaţie-problemă: „*Ştiind că energia de legătură pe nucleon scade pentru elementele grele, ar putea fi acestea transformate în alte elemente, eliberând energie?”*. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea că „*Neutronul poate juca un rol în această reacţie”*. Ei îşi completează imaginea *despre posibilitatea obţinerii de energie şi prin unirea nucleelor uşoare*.

Secvenţa I. Evocare-anticipare

Generic: Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 1. Prezentarea modelului (conceptual, material, procedural) de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de evaluare iniţială a situaţiei de învăţare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecţie introductivă); lecţie de învăţare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *planificare sau anticipare*. Elevul face încercări diferite de însuşire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerinţelor, planificarea mijloacelor şi etapelor şi ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 1

Rolul profesorului	Sarcini de învăţare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	

• **Prezintă elevilor** un organizator cognitiv (prelegere introductivă): prezintă câteva informaţii despre producerea izotopilor radioactivi şi prima reacţie de fisiune nucleară. • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (energie de legătură pe nucleon, stabilitate nucleară, reacţii nucleare, radioactivitate naturală, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii proprii, **comunică răspunsurile** în clasă;
• **Comunică scopul prelegerii**: fisiunea nucleară şi **cere elevilor pentru început să identifice** metodele de obţinere a radioactivităţii artificiale.	• **Evocă** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă); prezintă imagini sau animaţii ale experimentelor lui Irene şi Frederic Joliot-Curie de obţinere a radioactivităţii artificiale prin iradierea aluminiului.
• **Defineşte** reacţia de fisiune nucleară şi **cere elevilor** : - să observe ecuaţia de fisiune a uraniului; - să identifice legile de conservare în variantele acestei reacţii; - să observe rolul neutronilor în reacţie; - să identifice principiul de obţinere a energiei în urma reacţiei de fisiune nucleară.	• **Formulează** (în perechi) aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - în reacţie se conservă numărul atomic şi numărul de masă; - neutronii iniţiază reacţia şi sunt printre produşii finali ai reacţiei; - energia se obţine de la fragmentele de fisiune (de la produşii de fisiune nucleară).
• **Prezintă şi discută cu elevii** bilanţul energetic al reacţiei de fisiune nucleară;	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă;
• **Defineşte** reacţia în lanţ şi precizează condiţiile în care aceasta se poate produce, după valoarea factorului de multiplicare;	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă;
• **Justifică** necesitatea masei critice pentru obţinerea reacţiei de fisiune în lanţ;	• **Formulează** aprecierile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă;
• **Implică** elevii în conceperea **portofoliului propriu**, util **evaluării finale**, alcătuit după preferinţe (profiluri cognitive, stiluri de învăţare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă şi acasă şi produse diverse;[31]	• **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze şi **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri şi sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • **Negociază** cu profesorul conţinutul şi structura portofoliului, **convin** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);
• **Consultă elevii** (eventual, părinţii/ colegii de catedră) pentru a stabili ***un protocol* de *evaluare a rezultatelor finale ale elevilor*** (la sfârşitul parcurgerii unităţii de învăţare) [32];	• **Evocă** semnificaţiile, accesibilitatea, relevanţa *criteriilor de evaluare* a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele de lucru prin conexiuni/ analogii cu experienţele proprii şi altele;
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile şi constatările de până acum; 2. să evalueze energia eliberată prin fisiune de o cantitate dată de uraniu; 3. să găsească cantitatea echivalentă de combustibil fosil care eliberează aceeaşi cantitate de energie	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

[31] **Tipuri de produse ale activităţii elevilor**: 1. Referate ştiinţifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecţii de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observaţii" (observaţii proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziţia elevilor în clasă); 4. Demonstraţii experimentale; 5. Construcţii de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvenţe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

[32] **Protocolul de evaluare** priveşte: a) ***tipul instrumentelor de evaluare şi modul de aplicare***: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notiţe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) ***criteriile evaluării sumative*** (derivate din competenţele specifice ale programei şcolare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învăţare).

etc.	

Secvenţa a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potriveşte această informaţie
cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvenţelor modelului de exersat;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de explorare, experimentare; de învăţare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea efectului*. Elevul repereză o anumită dificultate a unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) şi verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 2

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi să evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): reactoare nucleare şi armament nuclear; norme de protecţia muncii în laborator;	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Prezintă elevilor** o schiţă a unui reactor nuclear şi **cere** acestora să identifice părţile componente şi modul de funcţionare.	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Cere elevilor** să evalueze condiţiile în care reacţia de fisiune nucleară devine necontrolată.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - factorul de multiplicare k>1
• **Explică** modul de realizare a condiţiilor de reacţie nucleară explozivă în cazul armamentului nuclear.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Defineşte accidentul** nuclear şi **cere elevilor** să enumere pe baza surselor bibliografice efectele pe care le au armele sau accidentele nucleare asupra organismului si mediului.	• **Formulează** ipoteze şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să realizeze prezentări ale efectelor unor accidente nucleare asupra oamenilor şi mediului etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: imagini, desene, demonstraţii etc.).

Secvenţa a III-a. Reflecţie-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Compararea cu modelul original;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului inductiv; de formare a priceperilor şi deprinderilor: comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *inductiv*. Elevul distinge exemple ale conceptului de învăţat/ problemei de rezolvat/ produsului de realizat, elaborează definiţii/ reguli de rezolvare/ instrucţiuni de producere pe care le ameliorează treptat, observând exemple şi contraexemple (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţia 3

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă** şi **cere elevilor** să prezinte rezultatele obţinute; **stimulează elevii să sintetizeze** şi **să** evalueze informaţiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare*, **evocă** informaţiile culese, dificultăţi, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): fuziunea nucleară; norme de protecţia muncii în laborator; • **Prezintă** elevilor diagrama energiei de legătură pe nucleon funcţie de numărul de nucleoni şi discută cazul elementelor uşoare.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Defineşte** reacţia de fuziune nucleară şi **cere elevilor** să observe ecuaţia acesteia.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): *- observă condiţia de producere a reacţiei nucleare de fuziune;* *- determină energia eliberată de reacţia de fuziune.*
• **Prezintă** variante ale reacţiei de fuziune deuteriu-tritiu, precizând energiile obţinute în urma fiecăreia.	• **Formulează** constatările/ ipotezele lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Prezintă elevilor** principiile unui reactor de fuziune nucleară şi **cere acestora** să formuleze observaţii.	• ***Formulează*** *constatările/ ipotezele lor şi* ***comunică răspunsurile*** *în clasă (notate pe caiete);*
• **Prezintă elevilor** comparativ energia de legătură pe nucleon la câteva nuclee grele şi nuclee uşoare şi **cere acestora** să formuleze observaţii asupra eficienţei reacţiilor de fisiune şi fuziune nucleară. Cere elevilor să găsească şi alte argumente pentru avantajul prezentat de fuziunea nucleară.	• ***Formulează*** *constatările/ ipotezele lor şi* ***comunică răspunsurile*** *în clasă (notate pe caiete);*
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerându-le să identifice în bibliografia indicată informaţii despre stele, reacţiile de fuziune din acestea, evoluţia şi viaţa stelelor, efecte posibile ale utilizării armamentului de fuziune etc.	• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstraţii etc.).

Secvenţa a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obţinut şi raportarea rezultatelor;

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţilor de comparare, analiză, sinteză etc.; de învăţare a procesului deductiv; de formare a abilităţilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: deductiv. Elevul observă o definiţie a conceptului de însuşit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucţiuni de producţie, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiţia/ regula/ instrucţiunile.

Lecţia 4

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Metoda de organizare a activităţii de învăţare**: prelegere intensificată. **1. Activitatea pregătitoare**: comunicarea scopului, evocare/ anticipare de către elevi, listarea punctelor lor de vedere; **2. Partea I a prelegerii**; **3. Confruntarea cu răspunsurile elevilor**: *La ce v-aţi gândit? Ce aţi constat? Ce noutăţi aţi aflat?*; 4. Prelegerea continuă, sub aceleaşi secvenţe, partea a II-a, a III-a etc.	
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să sintetizeze** şi **să evalueze informaţiile** colectate, să distingă **reguli/ patern-uri** în informaţiile obţinute prin efectuarea temei pentru acasă, **să prezinte** rezultatele; • **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): acceleratoare de particule.	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice, nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor concepte legate de nucleu, nucleoni, interacţiune electrică, interacţiune magnetică, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete);
• **Defineşte** acceleratorul de particule şi **cere elevilor** să facă observaţii asupra posibilităţilor de accelerare a sarcinilor electrice.	• **Formulează** ideile lor şi **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete): - accelerarea sarcinilor electrice se poate face în câmpuri electrice; - particula poate fi menţinută pe o traiectorie circulară în câmp magnetic. - traiectoria particulei pe durata accelerării poate fi liniară sau curbă;
• ***Propune elevilor** să analizeze diverse acceleratoare de particule şi **cere elevilor** să formuleze observaţii asupra principiilor constructive şi modului de funcţionare.	• ****Aplică cunoştinţele dobândite în rezolvarea problemei şi formulează concluzii;***
• ***Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) şi cere elevilor: 1. să prezinte sub formă de referat sau animaţie diferite tipuri de acceleratoare de particule; 2. să prezinte descoperirea particulelor elementare; 3. să prezinte şi să caracterizeze forţele fundamentale din natură; 4. să clasifice particulele elementare.	•*** Efectuează tema pentru acasă.**

Secvenţa a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Competenţe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) şi valorificarea modelului.

Tipul lecţiei: Lecţie de formare/ dezvoltare a capacităţii de transfer, de percepţie a valorilor etc. Lecţie de învăţare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecţie de sistematizare şi consolidare a noilor cunoştinţe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecţiei: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecţiile 5 şi 6

Rolul profesorului	**Sarcini de învăţare** Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• **Implică elevii** în verificarea *temelor efectuate acasă* şi cere elevilor **să prezinte** rezultatele obţinute şi valorificarea rezultatelor; • **Vizează** *cunoştinţele anterioare* ale elevilor, *preconcepţiile/ explicaţiile neştiinţifice*, *nevoile de cunoaştere* cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecţia muncii în laborator etc.);	• Organizaţi în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de autoevaluare* şi **evocă** dificultăţi/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoştinţe etc.;
• **Prezintă elevilor** un *organizator cognitiv* (scopul şi obiectivele lecţiei): Fisiunea şi fuziunea nucleară; acceleratoare de particule; particule elementare.	• **Evocă** observaţii, experienţe şi **comunică** răspunsurile în clasă;
• **Implică elevii în prezentarea şi autoevaluarea portofoliului**, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând **competenţele cheie**[33];	• **Prezintă portofoliile**, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;
• **Anunţă verificarea orală/ testul scris** pentru lecţia următoare, reaminteşte elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competenţele specifice înscrise în programele şcolare, vizând noţiunile însuşite şi abilităţile de operare cu acestea corespunzătoare competenţei cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă)**, vizând acţiuni colective în afara clasei, legătura noţiunilor însuşite în cadrul unităţii de învăţare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• ****Îşi propun să prezinte*** *materialele/studiile realizate, în cadrul unor sesiuni de comunicări şcolare/ locale etc.*

Bibliografie:

13. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2005;
14. Păcurari, O. (coord.), *Învăţarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
15. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., Bucureşti 2006;
16. Crocnan, D. O., *Fizică, Manual pentru clasa a XII-a*, Ed. Sigma, Bucureşti 2007;
17. http://phet.colorado.edu/en/simulation/nuclear-fission

[33] **Criteriile evaluării finale bazate pe competenţe** vor fi expuse în ***anexele*** unităţilor de învăţare. Alături de criteriile **competenţei cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competenţele specifice înscrise în programele şcolare** vizând, componentele „cunoştinţe" şi „abilităţi" (de operare cu cunoştinţele însuşite) corespunzătoare acestei competenţe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere şi celelalte **competenţele-cheie** (după Gardner, 1993):

37. **competenţe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alţi elevi, profesori, experţi, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
38. **abilităţi cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
39. **competenţa antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovaţie, execuţie, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
40. **competenţe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanţa faţă de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut şi de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoştinţe (valori şi limite) etc.