



GHID METODOLOGIC PENTRU PREDAREA FIZICII

Clasa a X-a

Octombrie 2011

Ghidul a fost realizat în cadrul proiectului *Reforma curriculară a științelor exacte*, derulat de Societatea Academică din România în parteneriat cu Societatea Română de Fizică și Romanian-American Foundation. La redactarea unităților de învățare au lucrat profesori fizică din 6 județe – Arad, Caraș-Severin, Constanța, Hunedoara, Iași și Timiș.

Proiectul a fost finanțat de Romanian-American Foundation

**Planificarea unităților de învățare/
repartizarea conținuturilor pe unități de învățare la clasa a X-a**

Nr. crt.	Titlul unității de învățare	Conținuturi	Nr. ore	Autori
1.	Fenomene termice	1.ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ Noțiuni legate de structura discontinuă a substanței. Formula fundamentală a T.C.M, ecuația termică și calorică de stare, viteza termică. <i>Transformări simple ale gazului ideal</i>	5 ?	Alexandrina Avram (Școala cu cls. I-VIII C. Brâncuși Medgidia)
		Evaluare	1	
2.	Noțiuni termodinamice de bază	Sistem termodinamic, parametri de stare, procese termodinamice. Temperatura empirică. Căldura, lucrul mecanic și energia internă în termodinamică.	5	Petre Doina (Grup Școlar „Lazăr Edeleanu” Năvodari), Rășleanu Daniela (Grup Școlar „Lazăr Edeleanu” Năvodari), Lenu Tuța (Colegiul Național „Mihai Eminescu” Constanța)
		Evaluare	1	
3.	Principiile termodinamice și Principiul I	Enunțul principiului I, coeficienți calorici. Aplicații pentru transformările gazului ideal.	7	Petre Doina (Grup Școlar „Lazăr Edeleanu” Năvodari)
		Evaluare	1	
4.	Principiul II	Enunțuri ale principiului. Ciclul Carnot, motoarele Otto și Diesel.	5	Petre Doina (Grup Școlar „Lazăr Edeleanu” Năvodari)
		Evaluare	2	
5.	Transformări de faza	Lichefiere, vaporizare, fierbere, sublimare, topire, solidificare, condensare, desublimare	6	Petre Doina (Grup Școlar „Lazăr Edeleanu” Năvodari)
		Evaluare	1	
6.	Calorimetria	Principiile calorimetriei. Măsurări calorimetrice	5	Petre Doina (Grup Școlar „Lazăr Edeleanu” Năvodari)
		Evaluare	1	
7.	Electrostatica	<i>Electrizarea corpurilor, sarcina electrică, legea Coulomb, Câmpul electrostatic, intensitate, potențial, energia potențială în câmp electrostatic.</i>	7	Elisabeta Stan , (Liceul Teoretic „Decebal” Constanța)
		Evaluare	1	
8.	Electrocinetic a	Curentul electric, intensitatea curentului electric, tensiunea, rezistența electrică, variația R cu temperatura legea lui Ohm	7	Sorina Maria Leu (Liceul Teoretic „Ovidius”, Constanța)
		Evaluare	1	
9.	Rețele electrice	Elementele unei rețele, legile lui Kirchhoff conexiuni serie și paralel; măsurători electrice	6	Sorina Maria Leu (Liceul Teoretic „Ovidius”, Constanța)
		Evaluare	2	
10.	Energia și puterea electrică	Energia și puterea, efect Joule; teorema transferului maxim de putere, randamentul unui circuit	8	Sorina Maria Leu (Liceul Teoretic „Ovidius”, Constanța)
		Evaluare	2	
11.	Efectele curentului electric. Câmpul magnetic	<i>Efectele curentului electric. Electromagnetism Câmpul magnetic al unor curenți staționari, interacțiuni electromagnetice, aplicații.</i>	8	Sorina Maria Leu (Liceul Teoretic „Ovidius”, Constanța)
		Evaluare	1	
12.	Inducția electromagnet ică	<i>Experimentele Faraday. Legea inducției electromagnetice, regula lui Lentz</i>	5	Doina Turcu (Gr. Sc. Ind. de El și Telecomunicații Constanța)
		Evaluare	1	

13.	Producerea curentului alternativ. Transformato rul	Alternatorul, valori efective ale intensității și tensiunii alternative. Principiul de funcționare, părți componente, aplicații	5	Nasurla Ilhan (Colegiul Național Pedagogic “Constantin Brătescu” Constanța)
		Evaluare	1	
Total			98?	

Unitatea de învățare: X.1
Teoria cineticomoleculară

sau

„ Ce se întâmplă în lumea moleculelor și atomilor ?

Alexandrina Avram

Clasa: a X-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 5

Conținuturi repartizate unității de învățare: Structura discontinuă a substanței, modelul gazului ideal, ecuațiile termică și calorică de stare, transformările simple ale gazului ideal.

Modelul de învățare asociat: EXERCITIUL

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvențelor modelului de exersat;
III. Reflecție - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obținut și raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele exercițiului** (definind competențe specifice), ca o succesiune de lecții determinate de „cerința formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ș.a., 2001), învățarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însușit și progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducția* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoștințe, prin studiul consecințelor modelului de însușit).

Interesul elevilor pentru noțiunile temei poate fi declanșat de o situație-problemă: „Cum am putea să studiem ceea ce nu vedem în detaliu? sau, Cum este lumea atomilor și moleculelor?

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?

Competențe 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 și etapelor și ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 1

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Metoda de organizare a activității de învățare: <i>prelegere intensificată</i>. 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: <i>La ce v-ați gândit? Ce ați constatat? Ce noutăți ați aflat?</i>; 4. Prelegerea continuă, sub aceleași secvențe, partea a II-a, a III-a etc.	• Evocă observații proprii, comunică răspunsurile în clasă: - Identifică și definesc atomul și molecula, - Exemplifica substanțe atomice și moleculare aflate în diferite stări de agregare; -
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): Prezintă informații legate de structura substanței. • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la atomi și molecule, stări de agregare, forțe intermoleculare/ interatomice (definirea	

mărimilor și unităților legate de structura discontinuă a substanței) norme de protecția muncii în laborator);	
• Comunică scopul prelegerii: identificarea și definirea mărimilor și unităților specifice structurii discontinuă a substanței, cere elevilor să justifice utilitatea acestora	• Evocă (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, și pe tablă); • Definesc unitatea atomică de masă, masa atomică/moleculară relativă, molul, volumul molar. • Stabilesc relația dintre numărul de kilomoli, masa de substanță, masa molară. • Precizează semnificația numărului lui Avogadro.
• Prezintă elevilor un Power Point care ilustrează mișcarea termică la lichide și gaze și mișcarea browniană • Extinde conceptul de mișcare termică la solide; • Definește (operațional) mișcarea termică • Cere elevilor să distingă între mișcarea termică și mișcarea browniană;	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen); • Identifică forma traiectoriei particulelor de gaz si lichid; • Disting deosebirile între proprietățile solidelor, lichidelor și gazelor și, ordonează, în funcție de tărie, forțele de interacțiune între particulele acestora; • Caracterizează mișcarea particulelor de solid și justifică tipul acesteia; • Identifică rolul forței Arhimede în cazul mișcării browniene.
• Definește (operațional) forța de interacțiune moleculară și cere elevilor să interpreteze graficul ce ilustrează dependența forței de distanță dintre molecule/atomii;	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și 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 evidențiază mișcarea termică • Orientează gândirea elevilor spre a găsi exemple din care să reiasă că intervalul de timp necesar difuziei depinde de tăria forțelor intermoleculare/interatomice și de temperatura.	• Identifică fenomenul de difuziune; • Organizați pe grupe, elevii Realizează experimental difuzia la gaze și lichide. • Comunica observațiile și descriu condițiile în care ar putea avea loc difuzia la solide;
• 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;¹	• 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) ²;	• Evocă semnificațiile, accesibilitatea, relevanța <i>criteriilor de evaluare</i> 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: să realizeze experimente care să evidențieze	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații etc.):

¹ **Tipuri de produse ale activității elevilor:** 1. Referate științifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecții de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observații” (observații proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziția elevilor în clasă); 4. Demonstrații experimentale; 5. Construcții de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

² **Protocolul de evaluare** privește: a) **tipul instrumentelor de evaluare și modul de aplicare:** verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notițe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) **criteriile evaluării sumative** (derivate din competențele specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

dependența vitezei de difuzie de temperatură. - Recomandă rezolvarea unor probleme în care se cere calculul maselor molare și a numărului de kilomoli.	• Rezolvă problemele recomandate.
---	-----------------------------------

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știi sau cred eu despre ea?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvențelor modelului de exersat;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Lecția 2

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): Teoria Cineticomoleculară - metodele de studiu ale fenomenelor termice – metoda teoretică și cea experimentală, condiția de acreditare a unei teorii, modelul gazului ideal.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Revine la modelul gazului ideal și cere elevilor să definească presiunea și să formuleze o ipoteză care să lege presiunea de mișcare termică: a) efectul ciocnirilor elastice ale particulelor de pereții incintei; b) repartitia numărului de particule pe cele trei direcții în spațiu .	• Formulează ipoteze (în perechi) și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - Ciocnirile elastice de pereți determină o forță , care se concretizează cu exercitarea unei presiuni. - în condiții de echilibru, presiunea este aceeași pe toate direcțiile.
• Prezintă elevilor Formula fundamentală a T.C.M. $p = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$ • Cere elevilor să identifice mărimile fizice implicate și să stabilească unitățile de măsură. Evidențiază caracterul statistic al vitezei pătratic medii.	• Analizează formula și identifică mărimile fizice și unitățile de măsură . • Identifică mărimi statistice întâlnite în mod curent; • Prelucreză formula folosind noțiunea de densitate;
• Cere elevilor să determine formula energiei cinetice medii a unei particule..	• Deduc formula folosind noțiunile însușite în clasa a IX-a • Compară semnificația termenilor echivalenți la nivel macroscopic și microscopic.

$\frac{m_0 \overline{v^2}}{2} = \overline{\epsilon_t}$	
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le să deducă (opțional) formula fundamentală a T.C.M. - să rezolve probleme pentru fixarea expresiei matematice a formulei fundamentale . -Să identifice situații în care presiunea exercitată de un gaz pe pereții incintei determină fenomene vizibile.	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: materiale filmate, desene, demonstrații).

Secvența a III-a. Reflecție-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competențe 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 contraexempluri (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 3

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Metoda de organizare a activității de învățare: <u>prelegere intensificată</u>. 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: <i>La ce v-ați gândit? Ce ați constatat? Ce noutăți ați aflat?</i>; 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 <i>rapoarte de autoevaluare</i>, 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): Grade de libertate la gaze monoatomice, biatomice și triatomice, teorema echipartiției energiei pe grade de libertate, ecuația termică și calorică de stare. Precizează valoarea constantei lui Boltzmann.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete); • Modelează grafic, evidențiind gradele de libertate la gaze mono, bi și triatomice • Deduc, pe baza teoremei echipartiției, $\overline{\epsilon} = i \frac{kT}{2}$ energia cinetică medie pentru un atom/ molecula bi și triatomică.
• Cer elevilor să deducă ecuația termică de stare folosind formula fundamentală a T.C.M. și $\overline{\epsilon_t} = \frac{3}{2} kT$	• Deduc ecuația $p=nkT$ și deduc echivalența cu ecuația Clapeyron Mendeleev, utilizată la chimie/ precizată de profesor.

• Prezintă elevilor noțiunea de viteză termică și cere elevilor să identifice relațiile cu ajutorul cărora să deducă o formulă a acesteia. • Cere elevilor să definească temperatura în conexiune cu mișcarea termică.	• Formulează (în perechi) constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): • Deduc : $v_T = \sqrt{v^2} \Rightarrow v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ • Evidențiază că temperatura este o măsura a mișcării termice.
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le 1- să deducă (opțional) formula energiei interne a unui sistem ce conține N particule de gaz ideal mono/ biatomic, cu precizarea că U este suma energiei cinetice medii a unei molecule, cere elevilor: să distingă între energia mecanică totală a unui sistem și energia internă. Cere elevilor să compare energia internă a unui gaz ideal cu energia internă a gazului real. 2-recomandă probleme de rezolvat pentru fixarea noțiunilor predate.	• 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?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obținut și raportarea rezultatelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului deductiv; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: deductiv. Elevul observă o definiție a conceptului de înșușit/ 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.

Lecția 4

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Metoda de organizare a activității de învățare: <i>prelegere intensificată</i>. 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: <i>La ce v-ați gândit? Ce ați constatat? Ce noutăți ați aflat?</i>; 4. Prelegerea continuă, sub aceleași secvențe, partea a II-a, a III-a etc.	
• Implică elevii în verificarea <i>temelor efectuate acasă</i> și cere elevilor să sintetizeze și să evalueze informațiile colectate, să distingă reguli/ patern-uri în informațiile obținute prin efectuarea temei pentru acasă, să prezinte rezultatele; • Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): parametrii de stare, transformări simple ale gazului ideal.	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, eseuri, referate, machete și evocă aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe etc.;

• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor machete, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): <i>presiunea, volumul, temperatura, numărul de kilomoli, parametri caracteristici , transformări simple - izotermă, izobară, izocoră.</i>
• Oferă elevilor : baloane de cauciuc, baloane de sticlă cu dop perforat și 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 ecuația termică de stare , punând condițiile specifice transformărilor. • Verificare calitativă a legilor și 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 micșorării 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 și închis cu un indice de ulei. - Grupa III: transformarea izocoră; -verifică dependența presiunii aerului în corpur seringii de temperatură.	Grupa I: - Deduc relația $pV=ct.$ - 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 pereții balonului este funcție de volumul ocupat de aer . - Reprezintă grafic, în cele trei sisteme de coordonate legea transformării izoterme. Grupa II: $\frac{V}{T} = ct$ - Deduc relația - 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 relația : $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$ - Observă deformarea membranei elastice atașată corpului seringii și identifică acest fenomen cu modificarea presiunii aerului din corpur seringii. - Reprezintă grafic, în cele trei sisteme de coordonate legea transformării izocore. - Analizează rezultatele obținute și fac observații referitoare la factorii care au influențat desfășurarea experimentelor.
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor: -Să deducă expresia matematică a legii transformării generale. -Să rezolve probleme în care sunt implicate transformări simple și succesive ale gazului ideal. - Recomanda (Opțional) rezolvarea unor probleme cu grad ridicat de dificultate.	• Efectuează tema pentru acasă.

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea modelului.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: analogie cu anticiparea mijloacelor. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de înșușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 5

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea <i>temelor efectuate acasă</i> și cere elevilor să prezinte rezultatele obținute și valorificarea rezultatelor; • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, <i>norme de protecția muncii în laborator</i> etc.);	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i> și evocă dificultăți/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe etc.;
• Prezintă elevilor un <i>organizator cognitiv</i> (scopul și obiectivele lecției): relația dintre echilibrul mecanic și energia potențială;	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă;
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea portofoliului, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competențele cheie³;	• Prezintă portofoliile, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;
• Anunță verificarea orală/ testul scris pentru lecția următoare, reamintește elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competențele specifice înscrise în programele școlare, vizând noțiunile înșușite și abilitățile de operare cu acestea corespunzătoare competenței 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 înșușite în cadrul unității de învățare parcurse cu temele/ proiectele viitoare etc.	• *Își propun să expună produsele realizate în <i>expoziții școlare, să prezinte rezultatele activităților experimentale în cadrul unor sesiuni de comunicare</i>

¹ **Criteriile evaluării finale bazate pe competențe** vor fi expuse în **anexele** unităților de învățare. Alături de criteriile **competenței cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competențele specifice înscrise în programele școlare** vizând, componentele „cunoștințe” și „abilități” (de operare cu cunoștințele înșușite) corespunzătoare acestei competențe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere și celelalte **competențele-cheie** (după Gardner, 1993):

1. **competențe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alți elevi, profesori, experți, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
2. **abilități cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
3. **competența antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovație, execuție, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);

competențe metacognitive (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanța față de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut și de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoștințe (valori și 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., București 200
3. Crețu, T., *Fizică Curs Universitar*, Editura Tehnică, București 1996.
4. D. Borșan -Manual de fizica, Editura Didactica si pedagogica, București 1997

Unitate de învățare:X.2.1
„Noțiuni termodinamice de bază”

sau

„Fie un corp metalic și unul de lemn cu aceeași temperatură.

De ce atunci când le atingem metalul pare mai rece decât lemnul?"

Doina Petre, Rășleanu Daniela, Lenu Tuța

Clasa: a X-a

Număr orelor / lecțiilor repartizate: 5

Conținuturile conceptuale repartizate lecției: 1.1. *Noțiuni termodinamice de bază:* Sistem termodinamic. Stare termodinamică. Parametrii de stare. Proces termodinamic. Lucrul mecanic în termodinamică. Energia internă. Căldura. Transferul căldurii prin conducție, convecție și radiație termică. Incintă adiabatică. *Echilibru termic. Temperatura.* Temperatura empirică. Măsurarea temperaturii. Scară de temperatură (Programa de fizică pentru clasa a X-a).

Model de învățare asociat unității de învățare: INVESTIGAȚIA

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea și interpretarea informațiilor;
III. Reflecție - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare și comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele investigației științifice** (definind competențe specifice), ca un grup de lecții lansate de o întrebare deschisă, învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigației. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului* (dezvoltarea noilor cunoștințe prin descoperirea mijloacelor/ variabilelor a căror manevrare/ control conduce la efectul/ rezultatul dorit).

Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de o observație incitantă, de exemplu: *senzația de cald sau rece depinde de căldura pe care corpurile o cedează sau o primește în unitatea de timp, deci termoconductibilitatea metalului este mai mare decât a lemnului.*

Pe parcursul unității de învățare, 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 și mai rece în al doilea caz.*

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației.

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); 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 și etapelor și ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 1

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
--------------------	--

• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): încadrează noțiunile de cald și rece ca noțiuni termodinamice de bază, precizând că tema face referire la căldură și transferul acesteia;	• Evocă observații, experiențe și întâmplări personale privind fenomenele termice, prea cald, prea rece, izolare termică, încălzire globală, necesitatea căldurii în viața de zi cu zi etc.;
• Evocă o întrebare de investigat din această unitate de învățare: „<i>Fie un corp metalic și unul de lemn cu aceeași temperatură. De ce atunci când le atingem metalul pare mai rece decât lemnul? cere elevilor să găsească explicații/ răspunsuri/ ipoteze alternative</i> la întrebare;	• Formulează ipoteze (răspunsuri) la întrebare, întrebări, de exemplu: „senzația de cald sau rece depinde de căldura pe care corpurile o cedează sau o primește în unitatea de timp”, sau „senzația de cald sau rece depinde de temperatura organismului nostru”;
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Evocă/ exersează măsurarea temperaturii, și transmiterea căldurii (utilizând corpuri din materiale diverse, solide și lichide, ceară, sursă de căldură, termometru, cronometru etc.);
• Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor formulate de ei; orientează gândirea elevilor către identificarea: sistem termodinamic, stare termodinamică, parametri de stare, proces termodinamic, lucrul mecanic în termodinamică, energia internă, căldura, transferul căldurii prin conducție, convecție și radiație termică, echilibru termic, temperatura, măsurarea temperaturii;	• Disting: mărimi fizice care sunt necesare explicării fenomenelor fizice ce apar în imaginile desenate; modalități de măsurare a temperaturii; modurile de transmitere diferite a căldurii prin conducție, convecție și radiație; • Menționează: noțiuni termodinamice de baza: sistem termodinamic, proces, transformare, căldură, lucrul mecanic, energie internă, temperatura, temperatură, echilibru termic; • Reformulează ipotezele: <i>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 și mai rece în al doilea caz.</i> • Alcătuiesc grupuri de lucru în funcție de variantele de răspuns sau de preferințe;
• 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;⁴	• 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);⁵	• Evocă semnificațiile, accesibilitatea, relevanța <i>criteriilor de evaluare</i> 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;

⁴ **Tipuri de produse ale activității elevilor:** 1. Referate științifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecții de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observații” (observații proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziția elevilor în clasă); 4. Demonstrații experimentale; 5. Construcții de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

⁵ **Protocolul de evaluare** privește: a) **tipul instrumentelor de evaluare și modul de aplicare:** verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notițe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) **criteriile evaluării sumative** (derivate din competențele specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

• 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.) și cere elevilor să răspundă la sarcini de informare/ documentare din surse cât mai diverse (de tipul „Ce este ...?”). - să realizeze conexiuni între rezultatele învățării la clasă și aplicațiile acestora în viața reală: izolarea termică a casei în care locuiesc; • <i>Cum știe un termometru temperatura corpului nostru?</i>	• Posibil răspuns: <i>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 aceeași temperatură (adică până se ajunge la echilibru termic). Atunci când ne măsurăm temperatura corpului folosind un termometru, corpul se răcește foarte puțin, iar termometrul preia această energie, încălzindu-se până la temperatura corpului nostru; Astfel că indicația termometrului dezvăluie temperatura corpului nostru, din moment ce aceste două valori sunt egale.</i>
--	--

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: *Cum se potrivește această informație cu ceea ce știi sau cred eu despre ea?*

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 2. Colectarea probelor, analizarea și interpretarea informațiilor. - 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 lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecție de formare a priceperilor și deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecției: experimental.** Elevii: 1. reperează o explicație posibilă la întrebare (pe care decid s-o verifice); 2. caută mijloace (cognitive și materiale) care vor permite verificarea; 3. analizează cu atenție rezultatele experimentale; 4. experimentează un nou mijloc, dacă precedentul nu a fost eficient, etc.

Lecția 2

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.); • Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției);	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; valuează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• Oferă elevilor materiale pentru experimentare și fișe de lucru pentru cele trei grupe: - <i>grupa 1:</i> tije din materiale diferite (lemn, aluminiu), ceară, clește, sursă de căldură, vas cu apă, tije din materiale diferite (lemn, sticlă, aluminiu, cupru) ; - <i>grupa 2:</i> spirală de hârtie, suport, lumânare, spirală de hârtie, suport, lumânare, rumeguș; - <i>grupa 3:</i> două foi de tablă, dintre care una colorată în negru, ceară, sursă de căldură, două termometre (fiecare având lipită de rezervor câte o plăcuță metalică – una argintată și cealaltă	• Organizați în grupurile de lucru stabilite(3 grupe), elevii experimentează: - <i>grupa 1:</i> modul de transmitere căldurii prin conducție, să identifice conductoarele și a izolatoarele; - <i>grupa 2:</i> modul de transmitere căldurii prin convecție; - <i>grupa 3:</i> modul de transmitere căldurii prin radiație termică; compară temperaturile pentru o plăcuță metalică, una argintată și cealaltă neagră; Fișă de activitate experimentală teste - fișe de lucru/fișă exp. transmit caldurii.doc;

neagră), suport și cere elevilor să experimenteze: - grupa 1: transmiterea căldurii prin conducție, să identifice conductoarele și a izolatoarele; - grupa 2: transmiterea căldurii prin convecție; - grupa 3: transmiterea căldurii prin radiație termică;	
• Cere elevilor să comunice observațiile;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile: - grupa 1. Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tije de aluminiu; În cazul tije de lemn, picăturile de ceară nu se topesc; - grupa 2. În interiorul lichidului se formează curenți și are loc transmiterea căldurii prin convecție; - 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) și cere elevilor, organizați în grupurile de lucru stabilite, să conceapă experimente pentru a răspunde la un set de întrebări; - Să exemplifice alte modalități, cunoscute, de transmitere a căldurii și explicați fenomenele ce apar; - Corpuri care nu conduc căldura și aplicațiile acestora; - Imaginați un dispozitiv pentru studiul conductibilității termice.	• Efectuează tema pentru acasă , ca răspunsuri la întrebări: - realizează un dispozitiv pentru studiul conductibilității termice.

Secvența a III-a. Reflecție-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației: 3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv: inducție. **Scenariul lecției: inductiv**. Elevii: 1. sintetizează probele colectate; 2. elaborează o primă explicație (o primă regulă de producere a fenomenului); 3. observă exemple și contraexemple ale explicației; 4. a doua elaborare a regulii (ca ea să convină exemplelor și să nu contravină contraexemplilor).

Lecția 3

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 <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • Analizează datele credibile, argumentează alegerile și reunesc într-un tabel comun masele și temperaturile măsurate pentru substanțele puse la dispoziție;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): 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 relația așteptată;
• Cere elevilor să reprezinte grafic (utilizând	• Constată că:

din tabel temperaturile măsurate) variația temperaturii în funcție de timp, pentru corpurile utilizate;	- pentru corpurile prin care se transmite căldura variația temperaturii depinde de natura acestora, iar pentru izolatori temperatura nu se modifică, căldura se transmite în moduri diferite în funcție de natura substanței; schimbul de căldură se realizează întotdeauna de la zona corpului cu temperatură mai ridicată către cea cu temperatura mai mică;
• Precizează elevilor că substanțele/ corpurile observate diferă prin modul de transmitere a căldurii; denumeste corpurile conductoare, izolatoare termice și o definește această proprietate, conducție termică, convecție, radiație; apoi cere elevilor să transpună observațiile anterioare <i>în termeni de transfer de căldură</i>;	• Reformulează constatările, în termeni de conducție termică, convecție, radiație; • Constată că un corp poate transmite căldura în diferite moduri în funcție de condiții, natură, etc.; • Reformulează observațiile din etapa de explorare-experimentare și propun explicații sub forma unor <i>generalizări (inducții)</i>: Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tije de aluminiu, iar în cazul tije de lemn, picăturile de ceară nu se topesc, în interiorul lichidului se formează curenți și are loc transmiterea căldurii prin convecție, corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, corpurile de culoare deschisă reflectă lumina; • Formulează enunțul (relația, legea): conducția termică depinde de natura corpurilor;
• Cere elevilor să revină la întrebarea de investigat: <i>Ce este conducția, convecția și radiația??</i> și cere elevilor să formuleze o explicație a fenomenului observat;	• Formulează o explicație a fenomenului analizat : corpurile se clasifică în conductoare termice și izolatoare termice, conducția, convecția și radiația sunt fenomenele de transmisie a căldurii prin corpuri!”;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și 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 și, 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: <i>Mânerul n-a putut deveni mai fierbinte ci, poate, mai rece. Dar senzația de „fierbinte” depinde nu numai de temperatură ci și de presiunea mâinii asupra corpului. Crescând presiunea crește aria microscopică de contact dintre corp și mână și transferul de căldură este mai mare.</i>

Secvența a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 4. Includerea altor cazuri particulare și comunicarea rezultatelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului deductiv; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: *deductiv*. Elevul observă o definiție a conceptului de înșușit/ 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 4

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, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;

(utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecția muncii în laborator etc.);	
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției) : stabilirea relațiilor cautate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• 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 altor condiții de transmitere a căldurii: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicație/ soluție mai bună decât alta?; Ce explicații/ soluții nu sunt încă susținute de probe? Ce soluție mai bună am putea adopta? etc.; • Revine la întrebarea cheie și cere elevilor: “Gândiți-vă când lemnul și metalul par a fi la fel de calde.”	• Organizați în grupuri de lucru, elevii: a) observă și optimizează condițiile de condițiile noi de transmitere a căldurii; b) extind condiția de transmitere a căldurii vara, iarna, la munte la mare, pe diverse planete, în univers, modelând/ explicând ascensiunea curenților calzi în atmosferă, brizele de seară și de dimineață, etc.; • Revine la întrebarea cheie și formulează răspunsuri: <i>Senzația de cald sau rece depinde de căldura pe care corpurile o cedează sau o primește în unitatea de timp. Termoeconductibilitatea metalului este mai mare decât a lemnului;</i>
• 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 investigațiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. <i>Preambul/ Teoria lucrării</i> (definiții ale mărimilor fizice utilizate, enunțuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. <i>Materiale necesare</i>; 3. <i>Modul de lucru</i> (operații de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. <i>Date experimentale</i> (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. <i>Concluzii</i> (enunțuri generale, validarea unui enunț).	• Asumă roluri în grupul de lucru, tipul de produs care va fi prezentat (construcții de dispozitive, lucrări de laborator, demonstrații/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice și literare etc.), convin modul de prezentare (planșe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme și filmări proprii montate pe calculator etc.); • Negociază în grup conținutul și structura raportului final, convin modalitatea de prezentare (construcții, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • Întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigațiilor proprii, consecințe ale explicațiilor găsite.

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: analogie cu anticiparea mijloacelor. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de înșușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 5

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea <i>temelor efectuate acasă</i> și cere elevilor să prezinte rezultatele obținute și valorificarea rezultatelor; • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i> și evocă dificultăți/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe etc.;

• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției); prezentarea și evaluarea raportului final;	
• Cere elevilor să determine experimental proprietățile de transmitere a căldurii prin corpuri solide, lichide (să verifice dacă corpurile sunt izolatoare!), să realizeze previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza condiției de transmitere a căldurii, să distingă/ clasifice substanțele/ corpurile în funcție de conductibilitatea termică, să aplice noțiunile însușite la aliaje, amestecuri de substanțe gazoase și lichide, etc.;	• Organizați în grupurile de lucru, elevii: - măsoară temperaturile corpurilor ce conduc căldura și timpii cât durează fenomenele <i>dar și pentru corpurile izolatoare</i>; - determină experimental temperaturile la transmiterea căldurii prin amestecuri de substanțe gazoase și lichide etc.; - demonstrează/ aplică pe baza experimentelor efectuate că nu există izolatoare termice perfecte;
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea raportului final, vizând competențele cheie;⁶	• Prezintă portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în <i>protocolul de evaluare</i>;
• Anunță verificarea orală/ testul scris pentru lecția următoare, reamintește elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe <i>competențele specifice înscrise în programele școlare</i>, vizând noțiunile însușite și abilitățile de operare cu acestea corespunzătoare competenței cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă, acțiuni colective în afara clasei, legături cu teme/ proiectele viitoare etc.); <i>Cum se transmite căldura prin corpul vostru?</i>	• *Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele; Studiază transmiterea căldurii prin corpul uman, etc.

Bibliografie:

1. Programa școlară
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://iw2.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 competențe** vor fi expuse în **anexele** unităților de învățare. Alături de criteriile **competenței cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competențele specifice înscrise în programele școlare** vizând, componentele „cunoștințe” și „abilități” (de operare cu cunoștințele însușite) corespunzătoare acestei competențe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere și celelalte **competențele-cheie** (după Gardner, 1993):

1. **competențe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alți elevi, profesori, experți, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
2. **abilități cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
3. **competența antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovație, execuție, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
4. **competențe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanța față de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut și de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoștințe (valori și limite) etc.

Unitatea de învățare:X.2.2
„Noțiuni termodinamice de bază”

sau

**„Fie un corp metalic și unul de lemn cu aceeași temperatură.
De ce atunci când le atingem metalul pare mai rece decât lemnul?”**

Doina Petre, Rășleanu Daniela, Lenu Tuța

Clasa: a X-a

Număr orelor / lecțiilor repartizate: 5

Conținuturile conceptuale repartizate lecției: 1.1. Noțiuni termodinamice de bază. Sistem termodinamic. Stare termodinamică. Parametrii de stare. Proces termodinamic. Lucrul mecanic în termodinamică. Energia internă. Căldura. Transferul căldurii. *Transferul căldurii* prin conducție, convecție și radiație termică. Incintă adiabatică. **Echilibru termic, Temperatura,** Temperatura empirică. Măsurarea temperaturii. Scară de temperatură (Programa de fizică pentru clasa a X-a).

Model de învățare asociat unității de învățare: PROIECTUL

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operațional (motivarea proiectului și analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului și a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea și interpretarea informațiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecție - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) și raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea produsului (de învățare).

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele proiectului** (definind competențe specifice), ca o succesiune lecții focalizate pe conceperea și realizarea unor produse („cu finalitate reală”, Cerghit, I. ș.a., 2001), însușirea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare și eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de o observație incitantă, de exemplu: *senzația de cald sau rece depinde de căldura pe care corpurile o cedează sau o primește în unitatea de timp, deci termoconductibilitatea metalului este mai mare decât a lemnului.*

Pe parcursul unității de învățare, 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 și mai rece în al doilea caz.*

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?

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

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor și expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); de învățare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: *planificare sau anticipare.* Elevii fac încercări diferite de însușire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerințelor, planificarea mijloacelor și etapelor și ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 1

Rolul profesorului	Sarcini de învățare
--------------------	---------------------

	Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): încadrează corpurile din lemn și metal în categoria sistemelor termodinamice iar senzația de cald și rece în cadrul fenomenelor termice întâlnite în natură: încălzire, răcire precizând că tema face referire la căldură și transferul acesteia etc.;	• Evocă observații, experiențe și întâmplări personale privind fenomenele termice etc.;
• Oferă elevilor un portofoliu de teme propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unității de învățare, sub forme ca: (1) demonstrații/ modelări experimentale: studiul transmiterii căldurii în solide, lichide, și altele; (2) construcții: dispozitiv de studiu pentru studiul conducției, convecției și radiației; (3) referate științifice explicând: transmiterea căldurii, fenomene meteo natură produse vara în zilele caniculare, studiul echilibrului termic, măsurarea temperaturii, termometre, principiul I al termodinamicii și aplicațiile acestuia, etc. ; (4) postere, desene, eseuri literare etc., evocând noile cunoștințe, 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 (construcții, demonstrații/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu științific, eseu plastic sau literar, etc.);
• Cere elevilor să evoce cunoștințele proprii legate de proiectele propuse (ceea ce elevii știu), să distingă noțiunile relevante (fenomene termice, procese termice, lucrul mecanic, energie internă, căldură, transmiterea căldurii, temperatură, etc.); • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură pentru transmiterea căldurii prin metodele folosite);	• Evocă aspecte interesante, curiozități, dificultăți legate de proiectul ales, experiențe personale, observații 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, și transmiterea căldurii (utilizând corpuri din materiale diverse, solide și lichide, ceară, sursă de căldură, termometru, cronometru 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)⁸;	• Evocă semnificația, accesibilitatea, relevanța 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 informații de tipul „Ce este?”. <i>Ce este conducția, convecția și radiația?; Ce este încălzirea globală? și altele.</i> • <i>Cum știe un termometru temperatura corpului nostru?</i>	• Efectuează tema pentru acasă.

Secvența a II-a. Explorare-experimentare
Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știi sau cred eu despre ea?

⁷ **Tipuri de produse ale activității elevilor:** 1. Referate științifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecții de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observații” (observații proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziția elevilor în clasă); 4. Demonstrații experimentale; 5. Construcții de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet); 8. Esu literar/ plastic pe temele studiate etc.

⁸ **Protocolul de evaluare** privește: a) **tipul instrumentelor de evaluare și modul de aplicare:** verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notițe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) **criteriile evaluării sumative** (derivate din competențele specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea și interpretarea informațiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Lecția 2

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; evocă proiectele pentru care elevii au optat și stimulează elevii să prezinte informațiile colectate/ produsele realizate; • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.); • Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): ipoteze privind plutirea corpurilor; norme de protecția muncii în laborator;	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, 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 resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de parcurs etc.;
• Oferă elevilor materiale pentru experimentare: - <i>grupa 1:</i> tije din materiale diferite (lemn, aluminiu), ceară, clește, sursă de căldură, vas cu apă, tije din materiale diferite (lemn, sticlă, aluminiu, cupru) ; - <i>grupa 2:</i> spirală de hârtie, suport, lumânare, spirală de hârtie, suport, lumânare, rumeguș; - <i>grupa 3:</i> două foi de tablă, dintre care una colorată în negru, ceară, sursă de căldură două termometre (fiecare având lipită de rezervor câte o plăcuță metalică – una argintată și cealaltă neagră), suport;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite(3 grupe), elevii: - <i>grupa 1</i> observă că picăturile de ceară se înmoaie succesiv în funcție de natura tijelor, măsoară și înregistrează: care picături se topesc primele; - <i>grupa 2</i> observă că prin lichide și gaze, căldura se transmite prin convecție; - <i>grupa 3</i> observă că prin radiație, căldura se propagă și în lipsa unui mediu între sursă și receptor, corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, măsoară și înregistrează cu termometrul temperatura plăcuțelor, termometrul aflat în contact cu plăcuța metalică neagră indică o temperatură mai mare; - compară temperaturile pentru o plăcuță metalică – una argintată și cealaltă neagră;
• Cere elevilor să experimenteze: - <i>grupa 1:</i> transmiterea căldurii prin conducție, să identifice conductoarele și a izolatoarele; - <i>grupa 2:</i> transmiterea căldurii prin convecție; - <i>grupa 3:</i> transmiterea căldurii prin radiație termică și să comunice rezultatele obținute;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile: - <i>grupa 1</i> Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tijei de aluminiu; - În cazul tijei de lemn, picăturile de ceară nu se topesc; - <i>grupa 2</i> În interiorul lichidului se formează curenți și are loc transmiterea căldurii prin convecție; - <i>grupa 3</i> Corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, corpurile de culoare deschisă reflectă lumina; • Dacă și-au încheiat activitatea, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigații sunt în curs de desfășurare;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor,	• Efectuează tema pentru acasă, ca răspunsuri la întrebări:

organizați în grupurile de lucru stabilite, să conceapă experimente pentru a răspunde la un set de întrebări; - Să exemplifice alte modalități, cunoscute, de transmitere a căldurii și explicați fenomenele ce apar; - Corpuri care nu conduc căldura și aplicațiile acestora; - Imaginați un dispozitiv pentru studiul conductibilității termice.	- realizează un dispozitiv pentru studiul conductibilității termice.
--	---

Secvența a III-a. Reflecție-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

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

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 contraexemplu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 3

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 în lecția anterioară și 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 <i>rapoarte de autoevaluare</i>, 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.;
• Invită elevii să distingă un patern care să explice de ce unele corpuri conduc căldura, iar altele nu;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii analizează datele credibile (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) și raportează concluziile/ explicațiile pe care le înregistrează întreaga clasă: - Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tije de aluminiu; în cazul tije de lemn, picăturile de ceară nu se topesc; - În interiorul lichidului se formează curenți și are loc transmiterea căldurii prin convecție; - 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, clește, sursă de căldură, vas cu apă, tije din materiale diferite (lemn, sticlă, aluminiu, cupru); spirală de hârtie, suport, lumânare, rumeguș; 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 (substanțele) puse la dispoziție, incluzând măsurători pentru diferite cantități; • Reprezintă grafic prin puncte temperaturile (pe ordonată) și materialul (pe abscisă); pentru materialele utilizate;

rezervor câte o plăcuță metalică – una argintată și cealaltă neagră), suport; și cere elevilor să experimenteze: transmiterea căldurii prin conducție, prin convecție, prin radiație termică; și cere elevilor: a) să înregistreze temperatura pentru plăcuța lucioasă și pentru cea neagră b) să identifice conductoarele și a izolatoarele; c) să reprezinte grafic temperaturile (pe ordonată) și 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 substanțele/ corpurile observate diferă prin modul de transmitere a căldurii; denumeste corpurile conductoare, izolatoare termice și o definește această proprietate, conducție termică, convecție, radiație; apoi cere elevilor să transpună observațiile anterioare <i>în termeni de transfer căldură</i>;	• Reformulează constatările, în termeni de conducție termică, convecție, radiație; • Constată că un corp poate transmite căldura în diferite moduri în funcție de condiții, natură, etc.; • Reformulează observațiile din etapa de explorare - experimentare și propun explicații sub forma unor <i>generalizări (inducții)</i>: Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tije de aluminiu, iar în cazul tije de lemn, picăturile de ceară nu se topesc, în interiorul lichidului se formează curenți și are loc transmiterea căldurii prin convecție, corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, corpurile de culoare deschisă reflectă lumina; • Formulează enunțul (relația, legea) conducția termică depinde de natura corpurilor;
• Cere elevilor să revină la întrebarea de investigat: <i>Ce este conducția, convecția și radiația??</i> și cere elevilor să formuleze o explicație a fenomenului observat;	• Formulează o explicație a fenomenului analizat : corpurile se clasifică în conductoare termice și izolatoare termice, conducția, convecția și radiația sunt fenomenele de transmisie a căldurii prin corpuri!”;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și 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 și, 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: <i>Mânerul n-a putut deveni mai fierbinte ci, poate, mai rece. Dar senzația de „fierbinte” depinde nu numai de temperatură ci și de presiunea mâinii asupra corpului. Crescând presiunea crește aria microscopică de contact dintre corp și mână și transferul de căldură este mai mare.</i>

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 înșușit/ 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 4

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 experimentare, implicându-i în evaluarea a produselor realizate, a procedurilor/ soluțiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este acest model potrivit pentru tema aleasă? Este această explicație/ soluție mai bună decât alta?; Ce explicații/ soluții nu sunt încă susținute de probe? Ce soluție mai bună am putea adopta? etc.;	• Organizați în grupuri de lucru, elevii: c) observă și optimizează condițiile de condițiile noi de transmitere a căldurii; d) extind condiția de transmitere a căldurii vara, iarna, la munte la mare, pe diverse planete, în univers, modelând/ explicând ascensiunea curenților calzi în atmosferă, brizele de seară și de dimineață, etc.;
• Cere elevilor să determine experimental proprietățile de transmitere a căldurii prin corpuri solide, lichide (<i>să verifice dacă corpurile sunt izolatoare!</i>), să realizeze previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza condiției de transmitere a căldurii, să distingă/ clasifice substanțele/ corpurile în funcție de conductibilitatea termică, să aplice noțiunile însușite la aliaje, amestecuri de substanțe gazoase și lichide, etc.;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: - determină experimental temperaturile la transmiterea căldurii prin amestecuri de substanțe gazoase și 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 <i>raportului final cere și elevilor să întocmească un scurt raport</i> scris privind rezultatele investigațiilor proprii; avansează idei privind structura și conținutul raportului prezentat de elevi.	• Negociază în grup conținutul și structura raportului final, convin modalitatea de prezentare (construcții, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • Întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigațiilor proprii, consecințe ale explicațiilor găsite.

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea produselor de învățare obținute.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (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.;
• Implică elevii în prezentarea și evaluarea proiectului/ raportului final, vizând competențele cheie⁹;	• Expun produsele realizate și prezintă în fața clasei rapoartele de lucru;
• Anunță verificarea orală/ testul scris pentru lecția următoare, reamintește elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competențele specifice înscrise în programele școlare, vizând noțiunile însușite și abilitățile de operare cu acestea corespunzătoare competenței cognitive/ de rezolvare de probleme;	teste - fișe de lucru\rebus termadin.exe;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), acțiuni colective în afara clasei, legături cu teme/ proiectele viitoare etc.); <i>Cum se transmite căldura prin corpul vostru?</i>	• Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele; • <i>Studiază transmiterea căldurii prin corpul uman, etc.</i>

Bibliografie:

14. Programa școlară;
15. Fizica –Manual pentru clasa a X-a, Constantin Mantea, Mihaela Garabet
16. Lewis Carroll Epstein – Gândiți Fizica – Editura All Educational, 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=related><http://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 învățare:X.2.3

⁹ **Criteriile evaluării finale bazate pe competențe** vor fi expuse în **anexele** unităților de învățare. Alături de criteriile **competenței cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competențele specifice înscrise în programele școlare** vizând, componentele „cunoștințe” și „abilități” (de operare cu cunoștințele însușite) corespunzătoare acestei competențe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere și celelalte **competențele-cheie** (după Gardner, 1993):

5. **competențe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alți elevi, profesori, experți, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
6. **abilități cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
7. **competența antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovație, execuție, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
8. **competențe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanța față de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut și de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoștințe (valori și limite) etc.

Noțiuni termodinamice de bază

Căldura este un agent invizibil. Desigur, invizibil nu înseamnă nedetectabil. Căldura poate fi „văzută”? „Cum ar fi viața fără căldură?”

Doina Petre, Rășleanu Daniela, Lenu Tuța

Clasa: a X-a

Număr ore / lecțiilor repartizate: 5

Conținuturile conceptuale repartizate lecției: Noțiuni termodinamice de bază: Sistem termodinamic. Stare termodinamică. Parametri de stare. Proces termodinamic. **Principiul I al termodinamicii:** Lucrul mecanic în termodinamică. Energia internă. Căldura. Transferul căldurii. *Transferul căldurii* prin conducție, convecție și radiație termică. Incintă adiabatică. **Echilibru termic – Temperatura:** Temperatura empirică. Măsurarea temperaturii. Scară de temperatură;

Model de învățare asociat unității de învățare: Investigația științifică

Competențe specifice (Modelul de predare)

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea și interpretarea informațiilor;
III. Reflecție - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare și comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele investigației științifice** (reprezentând competențe specifice), ca un grup de lecții focalizat pe o **întrebare deschisă: „Căldura este un agent invizibil. Desigur, invizibil nu înseamnă nedetectabil. Căldura poate fi „văzută”? „Cum ar fi viața fără căldură?”** (cu soluții multiple), învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigației. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului:** prin „încercare și eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de o discrepanță, și anume: „*Atâta timp cât este soarele pe cer există căldură, iar viața fără schimb de energie nu e posibilă.*”.

Secvența I. Evocare-anticipare

*Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?
„Cum ar fi viața pe Pământ fără Soare?”*

Lecția 1

Competențe specifice: 1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației: Clasificarea transformărilor termodinamice, a parametrilor de stare și 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 lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); de învățare a procesului de planificare (anticipare).

Procesul cognitiv: Anticipare . **Scenariul lecției: 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 echivalența celor două formulări al principiului al II-lea); Elevilor li se prezintă materialul cu imagini desenate intitulat: “Căldură mare, monșeri”: <http://www.hotcity.ro/social/rubrica/aventuri-urbane/caldura-mare-monser>

Animăluțelor urbane li se pare că în ultimele zile a fost cam cald. Corecție: li se pare că a fost chiar insuportabil de cald. Unde o să ajungem dacă o sa continue tot așa? Ce se va întâmpla cu noi toți?

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 comparație cu oamenii, emit ipoteze despre încălzirea locuințelor, izolare termică, încălzirea globală, utilizarea de aeroterme, evantaie, , etc.

Rolul profesorului	Sarcini de învățare 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 și transferul acesteia, (în Anexă); http://www.hotcity.ro/social/rubrica/aventuri-urbane/caldura-mare-monser	- elevii privesc pe ecran materialul și după zâmbete vor emit primele ipoteze; - analizează din nou cu mare atenție imaginile; - citesc și analizează cu atenție citatul prezentat de profesor; - încearcă să își amintească despre căldură și transferul acesteia studiate în cl. a VIII-a;
• Evocă o întrebare din materialul prezentat: <i>Unde o să ajungem dacă o să continue tot așa? Ce se va întâmpla cu noi toți ?</i> ;	- recitesc cu atenție întrebările; - analizează afirmațiile din imagini și mai ales de ipotezele emise de: 1. optimiști: „Ei o să fie bine. Doar nu ne-om topi cu totul” ; 2. pesimiști: „O să leșinăm, o să murim!” ;
• Cere elevilor să găsească explicații/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebările de mai sus. - de ce leșinăm 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 și 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 explicații pentru aceste situații; - consideră ca au primit o căldură prea mare;
• Orientează gândirea elevilor către identificarea proprietăților 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 și mărimile caracteristice structurii discrete a substanței; - Ce este temperatura și unitatea sa de măsură; - să cunoască metode de determinare a temperaturii unui corp cu ajutorul termometrului - să definească căldura și unitatea de măsură; - să cunoască modalități de propagare pentru căldură și energie în general; - să stabilească relațiile între schimbul de căldură și variația de temperatură a unui corp; - să înțeleagă relațiile dintre transformările fizice și transferul de căldură; - să aplice legea conservării energiei în procesele termodinamice și la rezolvarea de probleme; - să realizeze conexiuni între rezultatele învățării la clasă și aplicațiile acestora în viața reală;	- definesc mărimi fizice care sunt necesare explicării fenomenelor fizice ce apar în imaginile desenate; - identifică și noțiuni termodinamice de baza și mărimile caracteristice structurii discrete a substanței; - definesc temperatura; - descriu diferite termometre si principiul de funcționare; echilibru termic; - definesc căldura si unitatea de măsură; - analizează imaginile si descriu schimbul de căldură între corpuri- prezintă modalități cunoscute de propagare a căldurii; - explică legătura schimbului de căldură cu variația temperaturii; - dau exemple de transmitere a căldurii prin conducție, convecție și radiație; - cunoașterea măsurilor de protecție solară și a de bronzare: când, cum și cât stăm la plajă, efectele bronzării; - dau exemple de fenomene asemănătoare și de aplicații ale acestora întâlnite în viața de zi cu zi; - elevii explică funcționarea aparatelor de aer condiționat sau a altor dispozitive pe baza transferului de căldură, a transformării căldurii, etc. ; - explică de ce ne arde soarele la prânz și când e bine să ne expunem pentru bronzare - motivează pe baza absorbției căldurii de ce vara trebuie să ne îmbrăcăm în haine subțiri de bumbac, în și de culoare

	deschisă iar iarna cu haine groase și de culoare închisă - prezintă metode de protecție 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 și 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 știți pentru izolarea termică?; V-ați aflat în situația personajelor desenate?, dacă da, ce ați făcut să nu vă „să nu vă topiți?;	Elevii notează temele de studiu individual: - elevii dau exemple de surse naturale de căldură și cele utilizate de ei, menționând modul de transformare a energiei utilizate în căldură; - Explică fenomenele pe baza transferului de căldură;
• Prezintă elevilor un portofoliu de teme (prezentat în secvența a IV-a a unității de învățare) care vor fi realizate și prezentate de elevi și evaluate în finalul unității de învățare;	- zugrăvirea casei - film: Încălzirea globală - eseu: Depind omul și societatea de căldura Soarelui? Cum și de ce?
• Comunică elevilor criteriile evaluării sumative finale, vizând următoarele competențe specifice ale programei școlare (cu precizări legate de tema studiată): <i>1.1 diferențierea fenomenelor fizice identificate în viața de zi cu zi, a instrumentelor și mărimilor fizice din domeniul studiat;</i> - să distingă între sursele naturale de căldură și cele utilizate de ei; <i>1.3 definirea și explicarea fenomenelor fizice folosind termeni specifici;</i> - să explice principiile de funcționare ale surselor de căldură utilizate pe baza transferului de căldură; <i>2.1 observarea fenomenelor, culegerea și înregistrarea observațiilor referitoare la acestea;</i> - observarea transmiterii căldurii în aceeași zi dar în locuri diferite; <i>2.4 organizarea, utilizarea și interpretarea datelor experimentale culese;</i> <i>3.2 rezolvarea unor probleme cu caracter teoretic sau aplicativ;</i> - rezolvarea unor probleme din manual; <i>4.2 formularea observațiilor proprii asupra fenomenelor studiate.</i> - unde ar prefera să locuiască? ; - ce preferă anotimpurile calde sau cele reci? ; <i>5.2 argumentarea rolului unor tehnologii în diferite ramuri de activitate.</i> - ce rol au aparatele de aer condiționat? Și dacă cunosc și riscurile utilizării lor;	- Explică fenomenele pe baza transferului de căldură; - interpretează temperaturile diferite pentru locuri diferite transmise la știrile meteo; - vor rezolva aplicațiile din manual sau din culegeri; - motivează de ce preferă un anumit anotimp; - explică de ce vrea să locuiască la munte, mare, etc. ; - cum, când și pentru ce utilizează aparate de aer condiționat,... ;

• 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.) și cere elevilor să răspundă la sarcini de informare/ documentare din surse cât mai diverse (de tipul „Ce este ...?”). - să realizeze conexiuni între rezultatele învățării la clasă și aplicațiile acestora în viața reală: izolarea termică a casei în care locuiesc; - care sunt cele mai eficiente metode de izolare termică? Cum știe 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 locuințe; - elevii notează temele propuse și sursele de informare privind activitatea individuală; - putere; soarelui; Possibil 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 aceeași temperatură (adică până se ajunge la echilibru termic). Atunci când ne măsurăm temperatura corpului folosind un termometru, corpul se răcește foarte puțin, iar termometrul preia această energie, încălzindu-se până la temperatura corpului nostru; Astfel că indicația termometrului dezvăluie temperatura corpului nostru, din moment ce aceste două valori sunt egale;
---	--

Secvența a II-a. Explorare-experimentare
Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știi sau cred eu despre ea?

Lecția 2

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): **2. Colectarea probelor, analizarea și interpretarea informațiilor.** - 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 lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecție de formare a priceperilor și deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea efectului. **Scenariul lecției: experimental.** Elevii: 1. reperează o explicație posibilă la întrebare (pe care decid s-o verifice); 2. caută mijloace (cognitive și materiale) care vor permite verificarea; 3. analizează cu atenție rezultatele experimentale; 4. experimentează un nou mijloc, dacă precedentul nu a fost eficient, etc.

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Stimulează elevii să evalueze informațiile colectate acasă, la întrebările „Ce este?”. <i>Ce este conducția, convecția și radiația?</i>	• Evaluează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• Oferă elevilor materiale pentru experimentare și fise de lucru pentru cele trei grupe: - <i>grupa 1:</i> tije din materiale diferite (lemn, aluminiu), ceară, clește, sursă de căldură, vas cu apă, tije din materiale diferite (lemn, sticlă, aluminiu, cupru) ; - <i>grupa 2:</i> spirală de hârtie, suport, lumânare, spirală de hârtie, suport, lumânare, rumeguș; - <i>grupa 3:</i> două foi de tablă, dintre care una colorată în negru, ceară, sursă de căldură două termometre (fiecare având lipită de rezervor câte o plăcuță metalică – una argintată și cealaltă	• Organizați în grupurile de lucru stabilite(3 grupe), elevii experimentează: - <i>grupa 1:</i> transmiterea căldurii prin conducție, să identifice conductoarele și a izolatoarele; - <i>grupa 2:</i> transmiterea căldurii prin convecție; - <i>grupa 3:</i> transmiterea căldurii prin radiație termică; compară temperaturile pentru o plăcuță metalică – una argintată și cealaltă neagră; Fișă de activitate experimentală (Anexa 2). restructurare curricula\Anexe\Anexe fen termice\fise conducție.doc;

neagră), suport; și cere elevilor să experimenteze: - <i>grupa 1</i> : transmiterea căldurii prin conducție, să identifice conductoarele și a izolatoarele; - <i>grupa 2</i> : transmiterea căldurii prin convecție; - <i>grupa 3</i> : transmiterea căldurii prin radiație termică;	
• Cere elevilor să comunice observațiile;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile: - <i>grupa 1</i> . Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tije de aluminiu; În cazul tije de lemn, picăturile de ceară nu se topesc; - <i>grupa 2</i> . În interiorul lichidului se formează curenți și are loc transmiterea căldurii prin convecție; - <i>grupa 3</i> . 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) și cere elevilor, organizați în grupurile de lucru stabilite, să conceapă experimente pentru a răspunde la un set de întrebări; Dați și alte exemple de transmitere a căldurii cunoscute și explicați fenomenele ce apar; Corpuri care nu conduc căldura și aplicațiile acestora; Imaginați un dispozitiv pentru analiza conductibilității termice.	• Efectuează tema pentru acasă , ca răspunsuri la întrebări: Dau exemple de transmitere a căldurii cunoscute și explică fenomenele ce apar; Dau exemple de corpuri care nu conduc căldura și aplicațiile acestora (izolatori termici) ;

Secvența a III-a. Reflecție-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecția 3

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): **3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;**

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv: inducție. **Scenariul lecției: inductiv**. Elevii: 1. sintetizează probele colectate; 2. elaborează o primă explicație (o primă regulă de producere a fenomenului); 3. observă exemple și contraexemple ale explicației; 4. a doua elaborare a regulii (ca ea să convină exemplelor și să nu contravină contraexemplurilor).

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Invită elevii să sintetizeze observațiile etapei de explorare și cere elevilor să treacă în tabel temperaturile măsurate pentru corpurile utilizate;	• Analizează datele credibile , argumentează alegerile și reunesc într-un tabel comun timpii și temperaturile măsurate pentru corpurile puse la dispoziție;
• 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 variația temperaturii temperatura depinde de natura acestora, iar pentru izolatori temperatura nu se modifică, etc.;
• Precizează elevilor că substanțele/ corpurile observate diferă prin modul de transmitere a căldurii; denumeste corpurile conductoare, izolatoare termice și o definește această proprietate, conducție termică, convecție, radiație; apoi cere elevilor să transpună observațiile anterioare <i>în termeni de căldură</i> ;	• Reformulează constatările , în termeni de conducție termică, convecție, radiație; • Constată că un corp poate transmite căldura în diferite moduri în funcție de condiții, natură, etc.; • Reformulează observațiile din etapa de explorare-experimentare și propun explicații sub forma unor <i>generalizări (inducții)</i> : Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tije de aluminiu, iar în cazul tije de lemn, picăturile de ceară nu se topesc, în interiorul

	lichidului se formează curenți și are loc transmiterea căldurii prin convecție, corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, corpurile de culoare deschisă reflectă lumina; • Formulează enunțul (relația, legea) conducția termică depinde de natura corpurilor;
• Cere elevilor să revină la întrebarea de investigat: <i>Ce este conducția, convecția și radiația??</i> și cere elevilor să formuleze o explicație a fenomenului observat;	• Formulează o explicație a fenomenului analizat : corpurile se clasifică în conductoare termice și izolatoare termice, conducția, convecția și radiația sunt fenomenele de transmisie a căldurii prin corpuri!";
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să răspundă la întrebări , cum sunt: Analizați 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.

Secvența a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

Lecția 4

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): **4. Includerea altor cazuri particulare și comunicarea rezultatelor;**

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului deductiv; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv: deducție. **Scenariul lecției: deductiv.** Elevii: 1. observă o regulă/ o explicație a conceptului sau produsului de realizat; 2. creează exemple particulare care convin acestei reguli și explicitează caracteristici ale exemplurilor care sunt sau nu sunt conforme cu regula;

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• 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 altor condiții de transmitere a căldurii: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicație/ soluție mai bună decât alta?; Ce explicații/ soluții nu sunt încă susținute de probe? Ce soluție mai bună am putea adopta? etc.;	• Organizați în grupuri de lucru, elevii: e) observă și optimizează condițiile de condițiile noi de transmitere a căldurii; f) extind condiția de transmitere a căldurii vara, iarna, la munte la mare, pe diverse planete, în univers, modelând/ explicând ascensiunea curenților calzi în atmosferă, brizele de seară și de dimineață, etc.;
• Implică elevii în conceperea raportului final și extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigațiilor proprii; avansează idei privind structura și conținutul raportului prezentat de elevi.	• Asumă roluri în grupul de lucru, tipul de produs care va fi prezentat (construcții de dispozitive, lucrări de laborator, demonstrații/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice și literare etc.), convin modul de prezentare (planșe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme și filmări proprii montate pe calculator etc.); • Negociază în grup conținutul și structura raportului final, convin modalitatea de prezentare (construcții, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • Întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigațiilor proprii, consecințe ale explicațiilor găsite.

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Lecția 5

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): **5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor;**

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecției: empiric.** Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Cere elevilor să determine experimental proprietățile de transmitere a căldurii prin corpuri solide, lichide (<i>să verifiți dacă corpurile sunt izolatoare!</i>), să realizeze previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza condiției de transmitere a căldurii, să distingă/ clasifice substanțele/ corpurile în funcție de conductibilitatea termică, să aplice noțiunile însușite la aliaje, amestecuri de substanțe gazoase și lichide, etc.;	• Organizați în grupurile de lucru, elevii: - măsoară temperaturile corpurilor ce conduc căldura și timpii cât durează fenomenele <i>dar și pentru corpurile izolatoare</i>; - determină experimental temperaturile la transmiterea căldurii prin amestecuri de substanțe gazoase și lichide etc.; - demonstrează/ aplică pe baza experimentelor efectuate că nu există izolatoare termice perfecte;
• Implică elevii în prezentarea și evaluarea raportului final, vizând competențe: cognitive (operarea cu noțiunile însușite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovația, execuția și realizarea); sociale (cooperarea cu alți elevi, profesori, experți); de comunicare (folosirea judicioasă a informațiilor); metacognitive (distanțare critică față de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară) etc.;	• Expun produsele realizate și prezintă în fața clasei rapoartele de lucru; • Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, sesiuni de comunicări științifice, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele;
• Evaluare sumativă finală, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) și criteriile de evaluare formulate pe baza competențelor specifice selectate din programa școlară;	Test sumativ, (Anexa 1)..restructurare curricula\Anexe\Anexe fen termice\test.doc;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă, acțiuni colective în afara clasei, legături cu teme/ proiectele viitoare etc.); <i>Cum se transmite căldura prin corpul vostru? ;</i>	Studiază transmiterea căldurii prin corpul uman, etc.

Bibliografie:

25. Programa școlară
26. Fizica –Manual pentru clasa a X-a, Constantin Mantea/Mihaela Garabet
27. Lewis Carroll Epstein – Gândiți 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=related><http://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 învățare: X.2.4

Titlul : „Noțiuni termodinamice de bază”

Subtitlu: „Căldura este un agent invizibil. Desigur, invizibil nu înseamnă nedetectabil. Căldura poate fi „văzută?”

“Cum ar fi viața fără căldură?”

Doina Petre, Rășleanu Daniela, Lenu Tuța

: **Clasa: a X-a**

Număr orelor / lecțiilor repartizate: 5

Conținuturile conceptuale repartizate lecției: *Noțiuni 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 conducție, convecție și radiație termică. Incintă adiabatică. **Echilibru termic, Temperatura,** Temperatura empirică. Măsurarea temperaturii. Scară de temperatură;

Model de învățare asociat unității de învățare: Proiectul

Competențe specifice (Modelul de predare)

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare – Anticipare	1. Planul operațional (motivarea proiectului și analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului și a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea și interpretarea informațiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecție – Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare – Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) și raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea produsului (de învățare).

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele investigației științifice** (reprezentând competențe specifice), ca un grup de lecții focalizat pe o **întrebare deschisă: Căldura poate fi „văzută? Cum ar fi viața fără căldură** (cu soluții multiple), învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigației. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului:** prin „încercare și eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de o discrepanță, și anume: „*Atâta timp cât este soarele pe cer există căldură, iar viața fără schimb de energie nu e posibilă*”.

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?

Lecția 1

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

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor și expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); de învățare a procesului de planificare (anticipare);

Procesul cognitiv: planificare sau anticipare. Scenariul lecției: tehnologic. Elevii fac încercări diferite de însușire a unui concept/ rezolvare a unei probleme/ realizare a unui produs, prin anticiparea cerințelor, planificarea mijloacelor și etapelor și ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): încadrează fenomenele	• Evocă observații, experiențe și întâmplări personale privind fenomenele termice, prea cald, prea rece, izolare

termice în contextul general al fenomenelor din natură: încălzire, răcire, încălzire globală, analiza știrilor meteo, etc. ;	termică, încălzire globală, etc.;
• Oferă elevilor un <i>portofoliu de teme</i> propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unității de învățare, sub forme ca: (1) demonstrații/ modelări experimentale: studiul transmiterii căldurii în solide, lichide, și altele; (2) construcții: <i>dispozitiv de studiu pentru studiul conducției, convecție și radiației;</i> (3) referate științifice explicând: <i>transmiterea căldurii, fenomene meteo natură produse vara în zilele caniculare, studiul echilibrului termic, măsurarea temperaturii, termometre, principiul I al termodinamicii și aplicațiile acestuia, etc. ;</i> (4) postere, desene, eseuri literare etc., evocând noile cunoștințe, 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 (construcții, demonstrații/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu științific, eseu plastic sau literar etc.);
• Cere elevilor să evoce cunoștințele proprii legate de proiectele propuse (ceea ce elevii știu), să distingă <i>noțiunile relevante</i> (fenomene termice, procese termice, lucrul mecanic, energie internă, căldură, transmiterea căldurii, temperatură, principiul I, etc.); cu acest prilej, identifică explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere (utilizarea unor instrumente de măsură pentru transmiterea căldurii prin metodele folosite);	• Evocă aspecte interesante, curiozități, dificultăți legate de proiectul ales, experiențe personale, observații 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, și transmiterea căldurii (utilizând corpuri din materiale diverse, solide și lichide, ceară, sursă de căldură, etc.);
• Comunică elevilor criteriile evaluării finale (sumative), particularizând competențele programei școlare în raport cu tema de studiat;	• Evocă semnificația, accesibilitatea, relevanța 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 informații de tipul „Ce este?”. <i>Ce este conducția, convecția și radiația?; Ce este încălzirea globală? și altele.</i>	• Efectuează tema pentru acasă.

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știu sau cred eu despre ea?

Lecția 2

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): **2. Colectarea materialelor, analizarea și interpretarea informațiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);**

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Evocă proiectele pentru care elevii au optat și stimulează elevii să prezinte informațiile colectate/ produsele realizate;	• Evocă informațiile culese cu privire la proiectul ales, evaluează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• Oferă elevilor materiale pentru experimentare: - <i>grupa 1:</i> tije din materiale diferite (lemn,	• Organizați în grupurile de lucru stabilite(3 grupe), elevii: - <i>grupa 1 observă</i> că picăturile de ceară se înmoaie

aluminii), ceară, clește, sursă de căldură, vas cu apă, tije din materiale diferite (lemn, sticlă, aluminii, cupru) ; - <i>grupa 2</i>: spirală de hârtie, suport, lumânare, spirală de hârtie, suport, lumânare, rumeguș; - <i>grupa 3</i>: două foi de tablă, dintre care una colorată în negru, ceară, sursă de căldură două termometre (fiecare având lipită de rezervor câte o plăcuță metalică – una argintată și cealaltă neagră), suport;	succesiv în funcție de natura tijelor, măsoară și înregistrează: care picături se topesc primele; - <i>grupa 2 observă</i> că prin lichide și gaze, căldura se transmite prin convecție; - <i>grupa 3 observă</i> că prin radiație, căldura se propagă și în lipsa unui mediu între sursă și receptor, corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, măsoară și înregistrează cu termometrul temperatura plăcuțelor, termometrul aflat în contact cu plăcuța metalică neagră indică o temperatură mai mare; - compară temperaturile pentru o plăcuță metalică – una argintată și cealaltă neagră;
• Cere elevilor să comunice rezultatele obținute;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile: - <i>grupa 1</i> Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tijei de aluminii; În cazul tijei de lemn, picăturile de ceară nu se topesc; - <i>grupa 2</i> În interiorul lichidului se formează curenți și are loc transmiterea căldurii prin convecție; - <i>grupa 3</i> 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) și cere elevilor, organizați în grupurile de lucru stabilite, să conceapă experimente pentru a răspunde la un set de întrebări; - Dați și alte exemple de transmitere a căldurii cunoscute și explicați fenomenele ce apar; - Corpuri care nu conduc căldura și aplicațiile acestora; - Imaginați un dispozitiv pentru studiul conductibilității termice.	• Efectuează tema pentru acasă, ca răspunsuri la întrebări: - Dau exemple de transmitere a căldurii cunoscute și explică fenomenele ce apar; - Dau exemple de corpuri care nu conduc căldura și aplicațiile acestora (izolatori termici) ; - realizează un dispozitiv pentru studiul conductibilității termice.

Secvența a III-a. Reflecție-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecția 3

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

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: inducție. **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 contraexemplu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
--------------------	--

• Invită elevii să sintetizeze și să evalueze informațiile colectate în lecția anterioară și prin tema efectuată acasă și să distingă un patern care să explice de ce unele corpuri conduc căldura , iar altele nu;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii analizează datele credibile (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) și raportează concluziile/ explicațiile pe care le înregistrează întreaga clasă: - Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tije de aluminiu; în cazul tije de lemn, picăturile de ceară nu se topesc, - În interiorul lichidului se formează curenți și are loc transmiterea căldurii prin convecție; - 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, clește, sursă de căldură, vas cu apă, tije din materiale diferite (lemn, sticlă, aluminiu, cupru) ; spirală de hârtie, suport, lumânare, rumeguș; două foi de tablă, dintre care una colorată în negru, ceară, sursă de căldură două termometre (fiecare având lipită de rezervor câte o plăcuță metalică – una argintată și cealaltă neagră), suport; și cere elevilor să experimenteze: transmiterea căldurii prin conducție, prin convecție, prin radiație termică; și cere elevilor: a) să înregistreze temperatura pentru plăcuța lucioasă și pentru cea neagră b) să identifice conductoarele și a izolatoarele; c) să reprezinte grafic temperaturile (pe ordonată) și materialul (pe abscisă);	• Înregistrează într-un tabel comun temperatura pentru corpurile (substanțele) puse la dispoziție, incluzând măsurători pentru diferite cantități; • Reprezintă grafic prin puncte temperaturile (pe ordonată) și 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 substanțele/ corpurile observate diferă prin modul de transmitere a căldurii; denumeste corpurile conductoare, izolatoare termice și o definește această proprietate, conducție termică, convecție, radiație; apoi cere elevilor să transpună observațiile anterioare <i>în termeni de căldură</i>;	• Reformulează constatările, în termeni de conducție termică, convecție, radiație; • Constată că un corp poate transmite căldura în diferite moduri în funcție de condiții, natură, etc.; • Reformulează observațiile din etapa de explorare-experimentare și propun explicații sub forma unor <i>generalizări (inducții)</i>: Picăturile de ceară se înmoaie mai repede în cazul tije de aluminiu, iar în cazul tije de lemn, picăturile de ceară nu se topesc, în interiorul lichidului se formează curenți și are loc transmiterea căldurii prin convecție, corpurile de culoare închisă absorb mai bine căldura decât cele de culoare deschisă, corpurile de culoare deschisă reflectă lumina; • Formulează enunțul (relația, legea) conducția termică depinde de natura corpurilor;
• Cere elevilor să revină la întrebarea de investigat: <i>Ce este conducția, convecția și radiația??</i> și cere elevilor să formuleze o explicație a fenomenului observat;	• Formulează o explicație a fenomenului analizat : corpurile se clasifică în conductoare termice și izolatoare termice, conducția, convecția și radiația sunt fenomenele de transmisie a căldurii prin corpuri!";
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și 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? Defișește încălzirea globală, efectele acestea, măsuri de diminuare a efectelor produse de aceasta, etc.

Ce este încălzirea globală?	
-----------------------------	--

Secvența a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

Lecția 4

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: deducție. **Scenariul lecției:** deductiv. Elevul observă o definiție a conceptului de înșușit/ 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).

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Oferă elevilor materiale pentru experimentare, implicându-i în evaluarea a produselor realizate, a procedurilor/ soluțiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este acest model potrivit pentru tema aleasă? Este această explicație/ soluție mai bună decât alta?; Ce explicații/ soluții nu sunt încă susținute de probe? Ce soluție mai bună am putea adopta? etc.;	• Organizați în grupuri de lucru, elevii: g) observă și optimizează condițiile de condițiile noi de transmitere a căldurii; h) extind condiția de transmitere a căldurii vara, iarna, la munte la mare, pe diverse planete, în univers, modelând/ explicând ascensiunea curenților calzi în atmosferă, brizele de seară și de dimineață, etc.;
• Implică elevii în conceperea raportului final și extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigațiilor proprii; avansează idei privind structura și conținutul raportului prezentat de elevi.	• Negociază în grup conținutul și structura raportului final, convin modalitatea de prezentare (construcții, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • Întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigațiilor proprii, consecințe ale explicațiilor găsite.

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Lecția 5

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea produselor de învățare obținute.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecției:** empiric. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de înșușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Cere elevilor să determine experimental proprietățile de transmitere a căldurii prin corpuri solide, lichide (<i>să verifice dacă corpurile sunt izolatoare!</i>), să realizeze previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza condiției de transmitere a căldurii, să distingă/ clasifice substanțele/	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: - determină experimental temperaturile la transmiterea căldurii prin amestecuri de substanțe gazoase și lichide etc.; - demonstrează/ aplică pe baza experimentelor efectuate că nu există izolatoare termice perfecte;

corpurile în funcție de conductibilitatea termică, să aplice noțiunile însușite la aliaje, amestecuri de substanțe gazoase și lichide, etc.;	
• Implică elevii în prezentarea și evaluarea raportului final, vizând competențe: cognitive (operarea cu noțiunile însușite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovația, execuția și realizarea); sociale (cooperarea cu alți elevi, profesori, experți); de comunicare (folosirea judicioasă a informațiilor); metacognitive (distanțare critică față de propria lucrare, urmărirea obiectivelor propuse, autoevaluarea progresului, rectificarea necesară), etc.;	• Expun produsele realizate și prezintă în fața clasei rapoartele de lucru; • Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, sesiuni de comunicări științifice, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele;
• Evaluare sumativă finală, precizând instrumentele (testare scrisă sau verificare orală, proiecte, portofoliul - teme efectuate acasă/ în clasă etc.) și criteriile de evaluare formulate pe baza competențelor specifice selectate din programa școlară;	Test sumativ, Fișă de activitate experimentală ..\vacanta restr. curricula\Anexe\Anexe fen termice\fișă transformarisimple.doc (Anexa)
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă, acțiuni colective în afara clasei, legături cu teme/ proiectele viitoare etc.); <i>Cum se transmite căldura prin corpul vostru?.</i>	Studiază transmiterea căldurii prin corpul uman; etc.

Bibliografie:

37. Programa școlară;
38. Fizica –Manual pentru clasa a X-a, Constantin Mantea/Mihaela Garabet
39. Lewis Carroll Epstein – Gândiți 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=related><http://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 învățare: X.3 Principiul I al termodinamicii

sau

„Cum putem explica de ce în orașele de pe malul mării clima nu are variații mari de temperatură?”

Doina Petre

Clasa: a X-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 5

Conținuturi repartizate unității de învățare: Principiul I al termodinamicii. Lucrul mecanic. Energia internă. Căldura. Consecințe ale principiului I al termodinamicii: Coeficienții calorici ai gazelor ideale. Relația Robert Mayer. (Programa de fizică pentru clasa a X-a).

Modelul de învățare asociat: EXERCITIUL

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvențelor modelului de exersat;
III. Reflecție - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obținut și raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele exercițiului** (definind competențe specifice), ca o succesiune de lecții determinate de „cerința formării unei deprinderi complexe” (Cerghit, I. ș.a., 2001), învățarea plecând de la predarea conceptului/ modelului de însușit și progresând odată cu etapele formării unui „model real” al deprinderii. Procesul cognitiv central este *deducția* sau *particularizarea* (dezvoltarea noilor cunoștințe, prin studiul consecințelor modelului de însușit).

Interesul elevilor pentru noțiunile temei poate fi declanșat de o situație-problemă: „De ce în orașele de pe malul mării clima nu are variații mari de temperatură?”

Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către modalitățile de modificare a temperaturii unui sistem termodinamic atunci când acesta schimbă căldură cu mediul exterior și determinarea cantitativă a acesteia cunoscând căldurile specifice. Elevii devin capabili de a arăta că verile sunt mai puțin toride iar iernile mai blânde și de a verifica experimental aceste variații lente ale temperaturii.

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?

Competențe 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 și etapelor și ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 1

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.	

• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): Prezintă exemple din viața cotidiană de fenomene termice, evidențiind schimbul de energie dintre acestea și mediul exterior pornind de la întrebarea cheie: „Cum putem explica de ce în orașele de pe malul mării clima nu are variații mari de temperatură?” • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (definirea elementelor caracteristice mișcării termice și sistemului) etc., precum și norme de protecția muncii în laborator);	• Evocă observații proprii, comunică răspunsurile în clasă: - Recunosc mișcările termice în exemplele prezentate; - Identifică și definesc caracteristicile mișcării termice; - Identifică și definesc sistem termodinamic, parametrii de stare; stări termodinamice; procese termodinamice, lucrul mecanic, căldura, energia internă;
• Comunică scopul prelegerii: identificarea și definirea schimbului de energie dintre sistemul termodinamic și mediul exterior; cere elevilor să realizeze o analogie pentru energia mecanică;	• Evocă (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, și pe tablă); Definesc și deosebesc între: sisteme închise - deschise; izolate - neizolate și lucrul mecanic în termodinamică și mecanică; ca urmare a interacțiunii dintre sistemul termodinamic și mediul exterior poate avea loc un transfer de energie, cu excepția sistemelor izolate;
• Solicită elevilor să descrie și să reprezinte printr-un desen schimbul de energie în timpul unui proces al sistemului termodinamic; să identifice transformarea și conservarea energiei în timpul procesului termodinamic; • Definește (operațional) expresia matematică generală a primului principiu al termodinamicii; • Extinde cerința pentru cazuri particulare; • Cere elevilor să deducă din expresia primului principiu al termodinamicii lucrul mecanic, energia internă și căldura pentru cazurile particulare;	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen); • Determină formulele, modelează, utilizând cunoștințele despre lucrul mecanic și căldura care deși au dimensiunile unei energii, ele nu sunt <i>forme de energie</i>, ci <i>forme de schimb de energie</i> și nu sunt echivalente. <i>Lucrul mecanic</i> este o formă macrofizică (ordonată) de transmitere a energiei de la un sistem la altul, în timp ce <i>căldura</i> este o formă microfizică (neordonată) de transmitere a energiei. <i>Energia internă a unui sistem este o mărime de stare, dar cantitatea de căldură și lucrul mecanic sunt mărimi de proces</i>; • Analizează enunțul principiului I al termodinamicii; $Q = \Delta U + L$ și arată că reprezintă schimbul de energie în timpul unui proces oarecare a sistemului termodinamic și extind reprezentările pentru sistemele izolate mecanic, termic și ciclic; 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 speța I ($Q = L$));
• Definește (operațional) că principiul I al termodinamicii este o lege de variație și de conservare a energiei unui sistem termodinamic;	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe grafic): $\Delta U = Q - L$ din această ecuația primului principiu rezultă că variația energiei interne a sistemului este egală cu diferența dintre cantitatea de căldură schimbată de sistem cu mediul înconjurător și 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) și comunică concluzii (notate pe caiete): <i>transformări ale lucrului mecanic în căldură se întâlnesc în toate fenomenele de frecare între corpuri, la transformarea lucrului mecanic în energie electrică și apoi în căldură prin efect Joule etc.;</i>
• Propune elevilor să găsească o analogie între principiul I al termodinamicii ca o lege de variație și de conservare a energiei unui sistem termodinamic și variația și conservarea energiei la comprimarea și dilatarea gazelor; • Orientează gândirea elevilor spre a găsi <i>insuficiențele primului principiu al termodinamicii: $Q=L!!!!$, nu se poate aplica la transformări reversibile, etc.;</i>	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): <i>explică de ce gazele și lichidele lăsate libere tind întotdeauna să se amestece, nu să se separe; sarea se dizolvă în apă, dar o soluție de sare în apă nu se separă de la sine în sare pură și apă pură, din punctul de vedere al primului principiu al termodinamicii, este posibilă în transformarea energiei mecanice în energie internă cât și a energiei interne (integral) în energie mecanică, cu condiția ca suma dintre energiile mecanice și internă să rămână constantă, căldura se transformă integral în lucrul mecanic etc. fenomene ce nu sunt verificate experimental etc.;</i>
• 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;¹⁰	• 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)¹¹;	• 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 să explice insuficiențele primului principiu al termodinamicii din exemple: 1. să presupunem că într-un vas avem două rânduri de bile identice ca masă și dimensiuni, dar având culori diferite, ce observați după ce agitați vasul?, explicați fenomenul; 2. Energia electrică se poate transforma în energie internă prin crearea de căldură, dar invers?	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații 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 și nu căldură deoarece căldura care apare constituie variație de energie internă a corpurilor care se ciocnesc și 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 activității elevilor:** 1. Referate științifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecții de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observații” (observații proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziția elevilor în clasă); 4. Demonstrații experimentale; 5. Construcții de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet); 8. Esau literar/ plastic pe temele studiate etc.

¹¹ **Protocolul de evaluare** privește: a) **tipul instrumentelor de evaluare și modul de aplicare:** verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notițe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) **criteriile evaluării sumative** (derivate din competențele specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

	starea cu probabilitate mai mare; are loc trecerea de la o mișcare dirijată a particulelor la o mișcare dezordonată, haotică a acestora. din punctul de vedere al primului principiu al termodinamicii, este posibilă atât transformarea energiei mecanice în energie internă cât și a energiei interne (integral) în energie mecanică, cu condiția ca suma dintre energiile mecanice și internă să rămână constantă. 2. Energia electrică se poate transforma în energie internă prin crearea de căldură, dar transformarea inversă nu poate avea loc integral.
--	--

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știu sau cred eu despre ea?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Identificarea componentelor/ secvențelor modelului de exersat;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Lecția 2

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): ipoteze privind transferul de căldură, caracterizarea cantitativă a acestuia se face folosind mărimi fizice numite coeficienți calorici;	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete); Schimbul de căldură se face pentru toate corpurile fizice neizolate și mediul exterior de la corpul rece la cel cald;
• Revine la întrebarea inițială „Cum putem explica de ce în orașele de pe malul mării clima nu are variații mari de temperatură?” la căldura transferată, definește coeficienții calorici și cere elevilor să deducă formulele acestora;	• Definesc: Coeficienții calorici sunt mărimi fizice scalare care arată cum se modifică temperatura unui sistem termodinamic atunci când acesta schimbă căldura cu mediul exterior și scriu formulele: - Capacitatea calorică $C = \frac{Q}{\Delta T} \quad \langle C \rangle_{SI} = \frac{J}{K}$ - Căldura specifică $c = \frac{Q}{m\Delta T} \quad \langle c \rangle_{SI} = \frac{J}{kg \cdot K}$

	- Căldura molară $C = \frac{Q}{\nu \Delta T} \quad \langle C \rangle_{sr} = \frac{J}{kmol \cdot K}$ • Formulează ideile lor și comunică răspunsurile la întrebarea inițială: apa are căldură specifică mai mare decât a aerului, deci apa se încălzește – răcește mai greu ca aerul;
• Cere elevilor să definească coeficienții calorici pentru transformări la volum și presiune constante; să distingă deosebirile dintre aceștia;	• Definesc: C_v, C_p și c_v și c_p; • Formulează ipoteze (în perechi) și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - la gaze $C_p > C_v$ - la solide și lichide $C_p \approx C_v$ - valorile coeficienților calorici depind de procesul prin care are loc schimbul de căldură cu exteriorul;
• Prezintă relația Robert Mayer ca relație de legătură dintre căldurile molare pentru procesele la volum și presiune constantă și cere elevilor să deducă relația Robert Mayer cu călduri specifice;	• Deduc formula Robert Mayer folosind: $C_p - C_v = R$, $Q = \Delta U + L$ și $C = \mu \cdot R$, deduc: $c_v - c_p = R/\mu$
• Cere elevilor să scrie ecuația calorică de stare și să definească căldura molară pentru procese la volum și presiune constantă; să deducă formulele variația energiei pentru transformările studiate în cazul gazelor monoatomice și biatomice; să determine valorile pentru căldura molară în procese la volum și presiune constantă;	• Definesc: ecuația termică de stare: $U=U(V,T)$ sau $U=U(p,V)$ sau $U=U(p,T)$; ecuația calorică de stare pentru gazul ideal: $U = \frac{3}{2} \nu RT$ • Formulează concluzii: energia internă nu depinde de presiune și volum; ecuația calorică de stare valabilă pentru gazele monoatomice este; $U=3/2 \cdot \nu \cdot R \cdot T$; • Deduc formula căldurii molare pentru gaze biatomice pornind de la ecuația calorică de stare: - transformare izocoră: $C_v = 1/\nu \cdot \Delta U / \Delta T$, $U = \frac{3}{2} \nu RT$ $C_v = 3/2 \cdot R$; - transformare izobară: analog se găsește: $C_p = 5/2 \cdot R$ • 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, variația energiei și căldura pentru procesele transformările studiate pentru gazele poliatomic; să definească raportul dintre C_v și C_p, să prezinte și alte aplicații ale primului principiu al termodinamicii;	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: machete, materiale filmate, desene, demonstrații). Deduc: $C_v = i/2 \cdot R$; $C_p = (i+2)/2 \cdot R$ Definesc: C_v / C_p ca fiind este o constantă caracteristică gazului: - monoatomic: $C_p / C_v = 5/3 = 1.667$ - biatomic: $C_p / C_v = 7/5 = 1,4$

Secvența a III-a. Reflecție-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competențe 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 contraexemplu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 3

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Metoda de organizare a activității de învățare: <u>prelegere intensificată</u>. 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: <i>La ce v-ați gândit? Ce ați constatat? Ce noutăți ați aflat?</i>; 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 <i>rapoarte de autoevaluare</i>, 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): definiții operaționale ale ecuației calorice de stare, coeficienți calorici pentru procese diferite; norme de protecția muncii în laborator;	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
Cere elevilor să definească ecuația calorică de stare și căldura molară pentru procese la volum și presiune constantă; să deducă formulele variației energiei pentru transformările studiate în cazul gazelor monoatomice și biatomice; să determine valorile pentru căldura molară în procese la volum și presiune constantă;	• Definesc: ecuația termică de stare: $U=U(V,T)$ sau $U=U(p,V)$ sau $U=U(p,T)$; ecuația calorică de stare pentru gazul ideal monoatomic: $U=3/2 \cdot \nu \cdot R \cdot T$ • Formulează concluzii: energia internă nu depinde de presiune și volum; ecuația calorică de stare valabilă pentru gazele monoatomice este; $U=3/2 \cdot \nu \cdot R \cdot T$; • Deduc formula căldurii molare pentru gaze biatomice pornind de la ecuația calorică de stare: - transformare izocoră: $C_V=1/\nu \cdot \Delta U/\Delta T$, $U = \frac{3}{2} \nu RT$ $C_V=3/2 \cdot R$; - transformare izobară: $C_p= 5/2 \cdot R$ Compară formulele pentru ce două tipuri de gaze;
• Favorizează deducerea coeficienților pentru gazele politrope, și cere elevilor: - să definească gradele de libertate și numărul acestora pentru gazele monoatomice, biatomice; - să deducă energia internă și coeficienții calorici pentru gazul politrop; - să observe cum se modifică valorile acestora pentru gazele monoatomice, biatomice și poliatomice; - să generalizeze deducțiile pentru gazele poliatomice;	• Formulează (în perechi) constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - definește <i>gradele de libertate (i)</i> ale unei particule oricare: parametru care caracterizează poziția particulei și care se poate modifica independent în timp, $i=3, 5, 7$, pentru gazul monoatomic, biatomic, poliatomic etc.; - scrie <i>ecuația termică de stare</i> pentru i grade de libertate: $U = i/2 \cdot \nu \cdot R \cdot T$, unde $i=3, 5, 7$ pentru gazul monoatomic, biatomic, poliatomic; - generalizând, au coeficienții calorici pentru gazul cu i grade de libertate au expresiile: - $C_V=i/2 \cdot R$; $C_p= (i+2)/2 \cdot R$ - $C_p > C_V$ - $C_p/C_V=(i+2) /i$
• Cere elevilor: - să explice de ce se construiesc sobele din fontă și nu din aluminiu? - de ce la începutul verii apa mării e mai rece decât aerul, iar la sfârșitul verii e mai caldă ca aerul?	*Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - <i>fonta are căldură specifică mai mare deci se răcește mai încet decât aluminiu;</i> - <i>apa are căldura specifică mai mare ca aerul, deci se răcește mai greu decât aerul;</i>

• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le să descrie, de exemplu a) cere elevilor: să analizeze <i>energetic</i> ce se întâmplă cu temperatura a două corpuri de aceeași greutate dacă primesc aceeași căldură?; b) să identifice corpuri din natură care au călduri specifice foarte mari și respectiv foarte mici;	• 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?

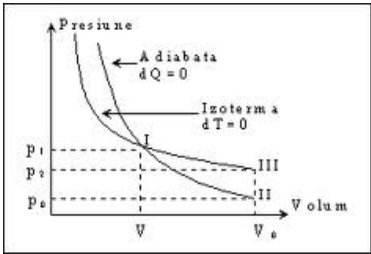
Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea modelului obținut și raportarea rezultatelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului deductiv; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: deductiv. Elevul observă o definiție a conceptului de înșușit/ 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.

Lecția 4

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Metoda de organizare a activității de învățare: <i>prelegere intensificată</i>. 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: <i>La ce v-ați gândit? Ce ați constatat? Ce noutăți ați aflat?</i>; 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 sintetizeze și să evalueze informațiile colectate, să distingă reguli/ patern-uri în informațiile obținute prin efectuarea temei pentru acasă, să prezinte rezultatele; • Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): definirea transformării adiabatică, aplicarea primului principiu al termodinamicii pentru deducerea formulelor pentru lucrul mecanic, căldura și energia internă pentru procesele izocor, izobar, izoterm și adiabatic;	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, eseuri, referate, machete și evocă aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe etc.;
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat;	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): <i>privind aplicarea primului principiu al termodinamicii pentru procesele izocor, izobar, izoterm și adiabatic;</i>
• Definește transformarea adiabatică, modul de variație a presiunii cu temperatura și cere elevilor să deducă legea acesteia;	• Elevii deduc legea lui Poisson: $PV^\gamma = \text{const.}$
• Implică elevii, organizați pe grupe, în deducerea pentru: : - Grupa I: lucrul mecanic, căldura și energia internă în procesul izocor; - Grupa II: lucrul mecanic, căldura și energia internă în procesul izobar; - Grupa III: lucrul mecanic, căldura și energia internă în procesul izoterm;	• Organizați în grupe, prezintă în clasă, pe tablă, <i>formulele pentru lucrul mecanic, căldura și energia internă pentru procesele izocor, izobar, izoterm și adiabatic etc.;</i> - 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 și energia internă în procesul adiabatic;	- Grupa III: $L = Q = \nu RT \ln V_2 / V_1$ $\Delta U = 0$ - 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) și cere elevilor: - să reprezinte grafic legea transformării adiabatică și izoterme și să explice diferența dintre cele două pante?;	• Efectuează tema pentru acasă. 

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea modelului.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: analogie cu anticiparea mijloacelor. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (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 prezinte rezultatele obținute și valorificarea rezultatelor; • 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, impactul noilor cunoștințe etc.;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): relația dintre echilibrul mecanic și energia potențială; și 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 observații, experiențe și prezintă tabelul realizat în clasă;
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea portofoliului, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competențele cheie¹²;	• Prezintă portofoliile, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;

¹² Criteriile evaluării finale bazate pe competențe vor fi expuse în **anexele** unităților de învățare. Alături de criteriile **competenței cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competențele specifice înscrise în programele școlare** vizând, componentele „cunoștințe” și „abilități” (de operare cu cunoștințele însușite)

• Anunță verificarea orală/ testul scris pentru lecția următoare, reamintește elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competențele specifice înscrise în programele școlare, vizând noțiunile însușite și abilitățile de operare cu acestea corespunzătoare competenței cognitive/ de rezolvare de probleme;	<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>$\Delta U=Q$ -L</td><td>$Q=\nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$</td><td>$L= \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$</td></tr><tr><td>2</td><td>Izocoră</td><td>$\Delta U=Q$ -L</td><td>$Q_v=\nu C_v \Delta T$</td><td>$L=0$</td></tr><tr><td>3</td><td>Izobară</td><td>$\Delta U=Q$ -L</td><td>$Q_p=\nu C_p \Delta T$</td><td>$L= \nu R \Delta T$</td></tr><tr><td>4</td><td>Adiabatică</td><td>$\Delta U=Q$ -L</td><td>$Q=0$</td><td>$L= \nu C_v \Delta T$</td></tr></table>	Nr. crt.	Tipul transf.	ΔU	Q	L	1	Izotermă	$\Delta U=Q$ -L	$Q=\nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$	$L= \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$	2	Izocoră	$\Delta U=Q$ -L	$Q_v=\nu C_v \Delta T$	$L=0$	3	Izobară	$\Delta U=Q$ -L	$Q_p=\nu C_p \Delta T$	$L= \nu R \Delta T$	4	Adiabatică	$\Delta U=Q$ -L	$Q=0$	$L= \nu C_v \Delta T$
Nr. crt.	Tipul transf.	ΔU	Q	L																						
1	Izotermă	$\Delta U=Q$ -L	$Q=\nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$	$L= \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$																						
2	Izocoră	$\Delta U=Q$ -L	$Q_v=\nu C_v \Delta T$	$L=0$																						
3	Izobară	$\Delta U=Q$ -L	$Q_p=\nu C_p \Delta T$	$L= \nu R \Delta T$																						
4	Adiabatică	$\Delta U=Q$ -L	$Q=0$	$L= \nu C_v \Delta T$																						
• 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.	• <i>*Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, să prezinte rezultatele activităților experimentale în cadrul unor sesiuni de comunicare</i>																									

Bibliografie:

- Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2005;
- Păcurari, O. (coord.), *Învățarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
- Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2006;
- www.physicsclassroom.com
- <http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/>;
- Hristev, A., *Mecanică și Acustică*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982;
- Crețu, T., *Fizică Curs Universitar*, Editura Tehnică, București 1996.
- <http://surendranath.tripod.com/Apps.html>;
- <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html>;
- <http://iwp2.ncssm.edu/pps/problemList.php>;
- <http://www.youtube.com/watch?v=quVf-oKkTtM&NR=1>.

corespunzătoare acestei competențe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere și celelalte **competențele-cheie** (după Gardner, 1993):

- competențe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alți elevi, profesori, experți, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
- abilități cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
- competența antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovație, execuție, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
- competențe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanța față de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut și de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoștințe (valori și limite) etc.

Unitatea de învățare: X.4.1

Principiul al II-lea al termodinamicii - Motoare termice

sau

„Presupunem că se poate atinge temperatura 0° K. În aceste condiții putem construi un perpetuum mobile de speța a doua?”

Doina Petre

Clasa: a X-a

Număr orelor / lecțiilor repartizate: 5

Conținuturile conceptuale repartizate lecției: 1.6. Motoare termice. Randament: Motorul Carnot, Motorul Otto, Motorul Diesel, Motorul cu reacție. **1.7. Principiul al II-lea al termodinamicii:** Transformare ciclică monotermă, Transformare ciclică bitermă, Randamentul mașinilor termice, Formularea Thomson a principiului al II-lea, Formularea Clausius a principiului al II-lea.

Model de învățare asociat unității de învățare: INVESTIGAȚIA

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației; „Călătorind prin lume cumașina ” sau “Cu motorul...uman”
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea și interpretarea informațiilor
III. Reflecție - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare și comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea Rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele rezolvării de probleme** (definind competențe specifice), ca o succesiune lecții declanșate de „sesizarea unei probleme autentice, din viața reală” (Cerghit, I. ș.a., 2001), învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor rezolvării problemei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea mijloacelor* (elevii dezvoltă noile cunoștințe, analizând reușitele parțiale ale acțiunilor lor, prin analogie cu modele deja exersate).

Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de întrebarea cheie a temei: **„Presupunem că se poate atinge temperatura 0°K. În aceste condiții putem construi un perpetuum mobile de speța a doua?”!**

Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către *identificarea modalităților de atingere a temperaturii de 0°K și către distincția dintre motorul real și un perpetuum mobile de speța a doua (ca un motor ideal) precum și ideea de construcție a acestuia utilizând un ciclu Carnot cu $T_2 = 0$* ;

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știi sau cred eu despre asta?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației.

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); 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 și etapelor și ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 1

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): încadrează motoarele termice într-un concept mai cuprinzător (fenomene termice,	• Evocă observații, experiențe și întâmplări personale privind: - fenomene termice observate în natură, principiul I al

principiul I al termodinamicii: enunț, consecințe, surse de căldură, echilibrul termic, transferul căldurii);	termodinamicii: enunț, consecințe, surse de căldură, echilibrul termic, transferul căldurii; - motoare termice utilizate personal sau folosite în familie, necesitatea condiției de echilibru termic în activitatea zilnică etc.;
• Evocă întrebarea de investigat: „Presupunem că se poate atinge temperatura 0°K. În aceste condiții putem construi un perpetuum mobile de speța a doua?”! - „Ce consecință a principiului I nu se verifică în practică și nici experimental? !” - cere elevilor să găsească explicații/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebarea, privind, aplicarea principiului I termodinamicii la transformările ciclice, transformarea căldurii, etc., în natură și în practică nu există transformări ciclice monoterme (perpetuum mobile de speța I);	• Formulează ipoteze (răspunsuri) la: - „probabil” că există și alte formulări ale principiului al II-lea”; - mersul cu mașina e mai comod, dar mersul pe jos e mai sănătos, caută și noi aplicații ale principiului I; - nu există perpetuum mobile, existența diferitelor transformări ciclice în natură și altele;
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură: termometru, cilindru gradat pentru măsurarea volumului etc., norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Evocă/ exersează modul de transfer al căldurii de la corpul rece la corpul cald (utilizând materiale de care dispun și metodele cunoscute);
• Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor formulate de ei; orientează gândirea elevilor către identificarea proprietăților fizice: - L, ΔU, Q schimb de energie, conservarea energiei, transformare ciclică) care disting ipotezele formulate, identifică <i>explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> (utilizarea unor metode și mijloace rudimentare de transfer ai căldurii, izolare termică, de formularea principiilor termodinamicii, a transformărilor gazelor, etc.);	• Disting situații care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica: consecințele și aplicarea principiului I ($Q=L=0$, $Q=L>0$, $Q=L<0$); 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 funcție de variantele de răspuns sau de preferințe; • Menționează că: L, ΔU, Q schimb de energie, conservarea energiei, transformare ciclică și reformulează ipotezele formulate anterior: despre formulări ale principiului al II-lea, perpetuum mobile, transformări ciclice, transformări ciclice din natură, etc.; • Evocă/ exersează echivalența 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 și altele cunoscute sau utilizate de ei;
• 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.¹³	• 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	• Evocă semnificațiile, accesibilitatea, relevanța criteriilor de evaluare a rezultatelor: 1. asumând sarcini

¹³ **Tipuri de produse ale activității elevilor:** 1. Referate științifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecții de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observații” (observații proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziția elevilor în clasă); 4. Demonstrații experimentale; 5. Construcții de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

rezultatelor finale ale elevilor (la sfârșitul parcurgerii unității de învățare);¹⁴	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; 4. dau exemple de aplicații 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 informații de tipul: Ce este un perpetuum mobile de speța I și II?; De ce mersul cu mașina e mai comod, dar mersul pe jos e mai sănătos? <i>Ce fenomene se produc când fierbe apa într-un vas sub presiune?</i>	• Efectuează tema pentru acasă - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcții, demonstrații etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvența a II-a. Explorare-experimentare
Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știi sau cred eu despre ea?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea și interpretarea informațiilor.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecție de formare a priceperilor și deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Lecția 2

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, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; evaluează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției);	
• Oferă elevilor materiale pentru experimentare (apă, vas, pistoane, carton, sursă căldură, termometre, cilindru gradat, corpuri cu masa marcată; cântar sau balanță cu etaloane de masă) și cere elevilor să experimenteze (eventual, să verifice ideea că $Q \neq L$, SI câtă căldură se transformă în lucrul mecanic și apoi să determine randamentul;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: - observă condițiile de realizare, s-a realizat un motor cu ardere externă, simplitatea transformărilor, de pierderile de căldură, combustibilul utilizat; - măsoară și înregistrează: temperatura, volumul de apă, timpul; - observă, măsoară și înregistrează: ca apa fierbe, pistonul se ridică, măsoară distanța pe care s-a deplasat pistonul; - compară deplasarea pistonului dacă pe piston se așează o masă m, determină randamentul în cele două

¹⁴ **Protocolul de evaluare** privesc: a) **tipul instrumentelor de evaluare și modul de aplicare:** verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notițe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) **criteriile evaluării sumative** (derivate din competențele specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

• Cere elevilor să comunice observațiile; referitoare la randament, la tipul transformării și să facă comparații cu motorul Carnot, Otto sau Diesel;	situații și compară rezultatele; • Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile privind: randamentul pentru fiecare grupă și pentru cele două cazuri (piston și piston cu masa m); • Dacă și-au încheiat activitatea, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigații sunt în curs de desfășurare;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor, organizați 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 obține lucru mecanic?; 2. Este simplu de construit un motor?; 3. Care este rolul savanților români la dezvoltarea motoarelor termice?; 4. Ce știți despre Coandă și motorul cu reacție?; 5. Ce impact produc motoarele prin poluarea marilor orașe și urmările acesteia, etc.; 6. „De la Vlaicu, Vuia la Coandă!”; 7. Cum este influențat viitorul de descoperirile trecutului?; 8. Mai prezintă interes motoarele termice pentru noi? Dacă da, care? Și de ce?	• Efectuează tema pentru acasă, ca răspunsuri la întrebări; <i>Posibile răspunsuri:</i> 1. Este un motor prea simplu, materialele utilizate sunt de o anume calitate, căldura transformată este prea mică, lucrul mecanic obținut 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 a obține un motor performant, utilizabil. A crescut curiozitatea de a aprofunda temele.

Secvența a III-a. Reflecție-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de 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 contraexemplu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 3

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 <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • Analizează datele credibile, argumentează alegerile și reunesc într-un tabel comun masele și volumele măsurate pentru corpurile puse la dispoziție, incluzând măsurătorile pentru apă și adaugă o coloană a rapoartelor masă/ volum;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): și 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 obținute pe grupe; - să calculeze erorile și să precizeze sursele; - de ce pentru anumite valori ale masei corpului așezat pe piston acesta nu se mai ridică?	• Constată că: - există puncte pe grafic care sunt departe de dreapta obținută; - erori de măsurare, erori grosolane; - panta este egală cu raportul dintre L și Q și reprezintă randamentul; - calculează erorile; - iar rezultatul se scrie sub forma: $\eta = \bar{\eta} \pm \Delta \bar{\eta}$; - pistonul nu se ridică deoarece $Q \ll L$;
• Cere elevilor să reprezinte grafic prin puncte valorile pentru randament în cazul motorului	• Constată că: 1. panta dreptei reprezintă randamentul; 2. pentru pante

studiat;	<i>mici randamentul crește, 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 substanței și calitatea); 4. pistonul se ridică deoarece forța aburului acționează de jos în sus; 5. dacă masa pistonului este mărită așezând un corp de masă m constată că pistonul se ridică mai puțin, deci randamentul este foarte mic;</i>
• Precizează elevilor că diferă raportul dintre lucrul mecanic și căldura, de la grupă la grupă și că depinde de precizia măsurătorilor, doar de temperaturile sursei calde și sursei reci, denumeste acest raport ca fiind randamentul dispozitivului, definește randamentul ca fiind raportul dintre lucrul mecanic efectuat și căldura consumată; apoi cere elevilor să transpună observațiile anterioare <i>folosind termenul de randament</i> ; și să rețină că randamentul depinde doar de temperatura celor două surse (flacăra și apa rece);	• Reformulează constatările, în termeni de: randament; • Constată că un corp cu masă mare poate avea totuși o densitate mică; • Reformulează observațiile din etapa de explorare-experimentare și propun explicații sub forma unor <i>generalizări (inducții)</i>: căldura trece de la sine de la corpul cald la cel rece; • Formulează enunțul (relația, legea) conform căreia, randamentul depinde doar de temperatura sursei calde și reci;
• Cere elevilor să revină la exclamația inițială: „Să călătorim prin lume cu.....!” și cere elevilor să formuleze o explicație a alegerii mijloacelor de călătorie, cum funcționează motorul ales;	• Formulează un argument la mirarea inițială: să călătorim? cu ce?, <i>alege din multitudinea de mijloace cu care ar călători virtual prin lume, motivează alegerea (tipul mașinii, puterea, viteza atinsă, siguranța, imaginează un itinerar, costuri , etc.)</i> ;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă); 1. Care sunt deosebiriile dintre motorul realizat de elevi și cel în 4 timpi? 2. Care sunt deosebiriile dintre motoarele Otto și Diesel? 3. Ce știți de spre motorul cu reacție? despre Henri Coandă? 4. De ce nu sunt folosite motoare puternice cu apă? 5. Care credeți că sunt cele mai bune mașini? Explicați de ce? 6. Cum vă imaginați mașina viitorului?	• Efectuează tema pentru acasă.

Secvența a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 4. Includerea altor cazuri particulare și comunicarea rezultatelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului deductiv; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: *deductiv*. Elevul observă o definiție a conceptului de înșușit/ 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 4

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, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă 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): stabilirea relațiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• 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 condițiilor de funcționare a motoarelor termice: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicație/ soluție mai bună decât alta?; Ce explicații/ soluții nu sunt încă susținute de probe? Ce soluție mai bună am putea adopta? Etc.;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: i) optimizează condițiile pentru obținerea unui randament cât mai bun: dacă temperatura sursei reci este mult mai mică decât a cele reci crește randamentul; j) extind condiția de creștere 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 condițiile de creștere a randamentului unui motor termic; să realizeze previziuni (interpolări, extrapolări) privind viitorul mașinilor moderne, să distingă/ clasifice motoarele termice în funcție de natura combustibilului, de construcție, de randament, să aplice noțiunile însușite la motoarele cu reacție etc.;	• Organizați 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 speța a doua și arată că este posibilă ideea de construcție 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 investigațiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. <i>Preambul/ Teoria lucrării</i> (definiții ale mărimilor fizice utilizate, enunțuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. <i>Materiale necesare</i>; 3. <i>Modul de lucru</i> (operații de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. <i>Date experimentale</i> (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. <i>Concluzii</i> (enunțuri generale, validarea unui enunț).	• Asumă roluri în grupul de lucru, tipul de produs care va fi prezentat (construcții de dispozitive, lucrări de laborator, demonstrații/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice și literare etc.), convin modul de prezentare (planșe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme și filmări proprii montate pe calculator etc.); • Negociază în grup conținutul și structura raportului final, convin modalitatea de prezentare (construcții, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • Întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigațiilor proprii, consecințe ale explicațiilor găsite.

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 5

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea <i>temelor efectuate acasă</i> și cere elevilor să prezinte rezultatele obținute și valorificarea rezultatelor; • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i> și evocă dificultăți/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe etc.;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): prezentarea și evaluarea raportului final;	
• Cere elevilor să determine experimental randamentul mașinii termice realizate experimental utilizând în loc de apă soluție de sare (saramură). <i>Prin determinarea randamentului mașinii termice în noile condiții poți să verifici că acesta nu depinde decât de temperaturile celor 2 surse și nu cum este alcătuit!</i>), să realizeze previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza noilor motoare termice, să distingă/ clasifice motoarele după randament, pistoane, combustibili etc.;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii determină experimental/ demonstrează/ aplică: - randamentul mașinii termice realizate experimental utilizând în loc de apă soluție de sare (saramură); - randamentului mașinii termice în noile condiții poți să verifici că acesta nu depinde decât de temperaturile celor 2 surse și nu cum este alcătuit! etc.; - imaginează mașina viitorului, etc.; - pe baza randamentului alcătuiește o clasificare a motoarelor;
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea raportului final (portofoliului) pentru <i>evaluarea rezultatelor finale, vizând competențele cheie</i>¹⁵;	• Prezintă portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în <i>protocolul de evaluare</i>;
• Anunță verificarea orală/ testul scris pentru lecția următoare, reamintește elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe <i>competențele specifice înscrise în programele școlare</i>, vizând noțiunile însușite și abilitățile de operare cu acestea corespunzătoare competenței cognitive/ de rezolvare de probleme;	teste - fișe de lucru\Test motoare-pr.II.doc teste - fișe de lucru\test motor termic.doc teste - fișe de lucru\fișă de lucru motoare.doc;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă): acțiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc. - Studiați funcționarea motorului cu reacție, motorul utilizat la motociclete, bărci, etc. - „Motorul termic... uman!”	• *Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele.

¹⁵ **Criteriile evaluării finale bazate pe competențe** vor fi expuse în **anexele** unităților de învățare. Alături de criteriile **competenței cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competențele specifice înscrise în programele școlare** vizând, componentele „cunoștințe” și „abilități” (de operare cu cunoștințele însușite) corespunzătoare acestei competențe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere și celelalte **competențele-cheie** (după Gardner, 1993):

- competențe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alți elevi, profesori, experți, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
- abilități cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
- competența antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovație, execuție, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
- competențe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanța față de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut și de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoștințe (valori și limite) etc.

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., București 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., București 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 învățare: X.4.2

Principiul al II-lea al termodinamicii. Motoare termice

sau

„Presupunem că se poate atinge temperatura 0°K . În aceste condiții putem construi un perpetuum mobile de speța a doua?”

Doina Petre

Clasa: a X-a

Număr orelor / lecțiilor repartizate: 5

Conținuturile conceptuale repartizate lecției: 1.6. *Motoare termice. Randament:* Motorul Carnot, Motorul Otto, Motorul Diesel, Motorul cu reacție. 1.7. *Principiul al II-lea al termodinamicii:* Transformare ciclică monotermă, Transformare ciclică bitermă, Randamentul mașinilor termice, Formularea Thomson a principiului al II-lea, Formularea Clausius a principiului al II-lea.

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operațional (motivarea proiectului și analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului și a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea și interpretarea informațiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecție - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) și raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea produsului (de învățare).

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele rezolvării de probleme** (definind competențe specifice), ca o succesiune de lecții declanșate de „sesizarea unei probleme autentice, din viața reală” (Cerghit, I. ș.a., 2001), învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor rezolvării problemei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea mijloacelor* (elevii dezvoltă noile cunoștințe, analizând reușitele parțiale ale acțiunilor lor, prin analogie cu modele deja exersate).

Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de întrebarea cheie a temei: **„Presupunem că se poate atinge temperatura 0°K . În aceste condiții putem construi un perpetuum mobile de speța a doua?”!**

Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către *identificarea modalităților de atingere a temperaturii de 0°K și către distincția dintre motorul real și un perpetuum mobile de speța a doua (ca un motor ideal) precum și ideea de construcție a acestuia utilizând un ciclu Carnot cu $T_2 = 0$* .

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știi sau cred eu despre asta?

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

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor și expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); 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 și etapelor și ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 1

Rolul profesorului	Sarcini de învățare 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 condiții putem construi un perpetuum mobile de speța a doua?”! și încadrează motoarele termice într-un concept mai cuprinzător (fenomene termice, principiul I al termodinamicii: enunț, consecințe, surse de căldură, echilibrul termic, transferul căldurii); sunt rugați să urmărească cu atenție, filmulețe cu imagini din istoria motoarelor românești folosite în aviație, utilizând adresele: http://www.google.ro/#hl=ro&source=hp&q=D+e+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 observații, experiențe și întâmplări personale privind: fenomene termice observate în natură, consecințe ale principiului I al termodinamicii, surse de căldură, echilibrul termic, transferul căldurii motoarele termice utilizate personal sau folosite în familie, necesitatea condiției de echilibru termic în activitatea zilnică etc.; Elevii, pornind de la imaginile prezentate și de la filmulețele vizionate, își vor pune întrebări și vor emite diverse ipoteze cu privire la: 1. Ce este un motor termic? cum funcționează motoarele? 2. Care este enunțul principiului II al termodinamicii? 3. Care este principiul de funcționare a mașinii termice pe care v-o doriți? 4. Cum funcționează: bicicleta, motocicletă, mașina, vaporul sau avionul, etc., vor face referiri la mașinile pe care le au în familie sau pe care ți le-ar dori?
• Oferă elevilor un portofoliu de teme propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unității de învățare, sub forme ca: (1) demonstrații/ modelări experimentale: să vizioneze filmulețele cu experimente din natură în care sunt prezentate aplicații ale principiul I, să realizeze experimente din care să deducă principiul al II-lea să estimeze transformării căldurii în lucru mecanic, a randamentului și 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, și alte exemple personale, etc. ; (2) construcții: un dispozitiv simplu care să funcționeze pe principiul al II-lea utilizând materialele de acasă: apă, sursă căldură, termometru/dacă au, <i>machete, jucării</i>; (3) referate științifice explicând: aplicațiile principiul al II-lea în diferite domenii și situații (4) postere, desene, eseuri literare prezentări PowerPoint, filme, etc. evocând noile cunoștințe 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: (construcții, demonstrații/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu științific, eseu plastic sau literar etc.);
• Cere elevilor să evoce cunoștințele proprii legate de proiectele propuse (ceea ce elevii știu), să distingă <i>noțiunile relevante</i> (transformare,	• Evocă aspecte interesante, curiozități, dificultăți legate de proiectul ales, experiențe personale, observații în mediul înconjurător,

¹⁶ **Tipuri de produse ale activității elevilor**: 1. Referate științifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecții de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observații” (observații proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziția elevilor în clasă); 4. Demonstrații experimentale; 5. Construcții de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

transfer de energie, motor, randament, aplicații ale principiului al II-lea, identifică explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere (utilizarea unor instrumente simple măsurarea transferului de căldură, a cantităților de noxe și compoziția acestora); • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură: termometru, cilindru gradat pentru măsurarea volumului, norme de protecția muncii în laborator etc.);	deosebind fenomenele în termeni de: principiul al II-lea/formulări, aplicații, transformări ciclice, , randament; • Evocă/ exersează modul de transfer al căldurii de la corpul rece la corpul cald (utilizând materiale de care dispun și metodele cunoscute);
• 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);¹⁷	• Evocă semnificațiile, accesibilitatea, relevanța <i>criteriilor de evaluare</i> 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; 4. dau exemple de aplicații 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 informații de tipul: <i>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? Și de ce?</i>	• Efectuează tema pentru acasă - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcții, demonstrații etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvența a II-a. Explorare-experimentare
Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știi sau cred eu despre ea?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea și interpretarea informațiilor, reprezentarea și realizarea preliminară a produsului („proiectului”);

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Lecția 2

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; evocă proiectele pentru	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă informațiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăți, probleme noi întâlnite în

¹⁷ **Protocolul de evaluare** privesc: a) **tipul instrumentelor de evaluare și modul de aplicare:** verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notițe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) **criteriile evaluării sumative** (derivate din competențele specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

care elevii au optat și stimulează elevii să prezinte informațiile colectate/ produsele realizate; • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; valuează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de parcurs etc.;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): ipoteze privind plutirea corpurilor; norme de protecția muncii în laborator;	• Formulează ipoteze privind <i>relațiile studiate;</i>
• Oferă elevilor materiale pentru experimentare (apă, vas, pistoane, carton, sursă caldură, termometre, cilindru gradat, corpuri cu masa marcată; cântar sau balanță cu etaloane de masă) și cere elevilor să experimenteze (eventual, să verifice ideea că $Q \neq L$, SI câtă caldură se transformă în lucrul mecanic și apoi să determine randamentul;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: - observă condițiile de realizare, s-a realizat un motor cu ardere externă, simplitatea transformărilor, de pierderile de caldură, combustibilul utilizat; - măsoară și înregistrează: temperatura, volumul de apă, timpul; - observă, măsoară și înregistrează: ca apa fierbe, pistonul se ridică, măsoară distanța pe care s-a deplasat pistonul ; - compară deplasarea pistonului dacă pe piston se așează o masă m, determină randamentul în cele două situații și compară rezultatele;
• Cere elevilor să comunice observațiile; referitoare la randament, la tipul transformării și să facă comparații cu motorul Carnot, Otto sau Diesel;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile privind: randamentul pentru fiecare grupă și pentru cele două cazuri(piston și piston cu masa m); • Dacă și-au încheiat activitatea, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigații sunt în curs de desfășurare;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor, organizați în grupurile de lucru stabilite, să conceapă experimente pentru a răspunde la un set de întrebări; 1. <i>Utilizând corpuri cu stări diferite de încălzire, putem obține lucru mecanic?</i>; 2. <i>Construit un motor simplu</i>; 3. <i>Care este rolul savanților români la dezvoltarea motoarelor termice?</i>; 4. <i>Ce știți despre Coandă și motorul cu reacție?</i> 5. <i>Ce impact produc motoarele prin poluarea marilor orașe și urmările acesteia, etc.;</i> 6. <i>„De la Vlaicu, Vuia la Coandă!”</i>; 7. <i>Cum este influențat viitorul de descoperirile trecutului?</i> ; 8. <i>Mai prezintă interes motoarele termice pentru noi? Dacă da , care? Și de ce?</i>	• Efectuează tema pentru acasă - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcții, demonstrații etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvența a III-a. Reflecție-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

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

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

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, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; analizează datele credibile, argumentează alegerile și reunesc într-un tabel comun masele și volumele măsurate pentru corpurile puse la dispoziție, incluzând măsurătorile pentru apă și 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 drepte; valorile diferite obținute pe grupe; erorile și să precizeze sursele; de ce pentru anumite valori ale masei corpului așezat pe piston acesta nu se mai ridică?	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii analizează datele credibile (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) și raportează concluziile/ explicațiile pe care le înregistrează întreaga clasă: - există puncte pe grafic care sunt departe de dreapta obținută-erori de măsurare, erori grosolane; - panta este egală cu raportul dintre L și Q și reprezintă randamentul; - calculează erorile; - iar rezultatul se scrie sub forma: $\eta = \bar{\eta} \pm \Delta \bar{\eta}$; - pistonul nu se ridică deoarece $Q < < L$;
• Distribuie elevilor materiale (corpuri de mase diferite pe care să le așeze pe piston) și cere elevilor: a) să înregistreze într-un tabel comun: Numărul grupei; Masele și distanțe la care se ridică pistoanele când apa fierbe; Raportul dintre lucrul mecanic și căldura utilizată, randamentul; b) să reprezinte grafic L (pe ordonată) și Q (pe abscisă); valorile de la toate grupele;	• Înregistrează într-un tabel comun înregistreze într-un tabel comun: Numărul grupei; Masele și distanțe la care se ridică pistoanele când apa fierbe; Raportul dintre lucrul mecanic și căldura utilizată, randamentul; b) să reprezinte grafic L (pe ordonată) și Q (pe abscisă); valorile de la toate grupele • Reprezintă grafic L (pe ordonată) și 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 drepte; - să explice valorile diferite obținute pe grupe; - să calculeze erorile și să precizeze sursele; - de ce pentru anumite valori ale masei corpului așezat pe piston acesta nu se mai ridică?	• Constată că: - există puncte pe grafic care sunt departe de dreapta obținută-erori de măsurare, erori grosolane; - panta este egală cu raportul dintre L și Q și reprezintă randamentul; - calculează erorile; - iar rezultatul se scrie sub forma: $\eta = \bar{\eta} \pm \Delta \bar{\eta}$; - pistonul nu se ridică deoarece $Q < < L$;
• Precizează elevilor că diferă raportul dintre lucrul mecanic și căldura, de la grupă la grupă și că depinde de precizia măsurătorilor, doar de temperaturile sursei calde și sursei	• Reformulează constatările, în termeni de <i>randament</i>; • Constată că un corp cu masă mare poate avea totuși o densitate mică;

reci, denumeste acest raport ca fiind randamentul dispozitivului, definește randamentul ca fiind raportul dintre lucrul mecanic efectuat și căldura consumată; apoi cere elevilor să transpună observațiile anterioare <i>folosind termenul de randament</i> ; și să rețină că randamentul depinde doar de temperatura celor două surse (flacăra și apa);	• Reformulează observațiile din etapa de explorare-experimentare și propun explicații sub forma unor <i>generalizări (inducții)</i>: căldura trece de la sine de la corpul cald la cel rece; • Formulează enunțul (relația, legea) conform căreia, randamentul depinde doar de temperatura sursei calde și reci;
• Cere elevilor să revină la exclamația inițială: „Să călătorim prin lume cu.....!” și cere elevilor să formuleze o explicație a alegerii mijloacelor de călătorie, cum funcționează motorul ales;	• Formulează un argument la mirarea inițială: să călătorim? cu ce?, <i>alege din multitudinea de mijloace cu care ar călători virtual prin lume, motivează alegerea (tipul mașinii, puterea, viteza atinsă, siguranța, imaginează un itinerar, costuri ,etc.)</i>;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să răspundă la întrebări, cum sunt: 1. Care sunt deosebirile dintre motorul realizat de elevi și cel în 4 timpi? 2. Care sunt deosebirile dintre motoarele Otto și Diesel? 3. Ce știți de spre motorul cu reacție? despre Henri Coandă? 4. De ce nu sunt folosite motoare puternice cu apă? 5. Care credeți că sunt cele mai bune mașini? Explicați de ce? 6. Cum vă imaginați mașina viitorului?	• 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 înșușit/ 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 4

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, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, <i>norme de protecția muncii în laborator</i> 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.; evaluatează informațiile colectate etc.;
• Oferă elevilor materiale pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluțiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: - optimizează condițiile pentru obținerea unui randament cât mai bun: dacă temperatura sursei

definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza randamentului mașinii termice; Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicație/ soluție mai bună decât alta?; Ce explicații/ soluții nu sunt încă susținute de probe? Ce soluție mai bună am putea adopta? Etc.;	reci este mult mai mică decât a cele reci crește randamentul; - extind condiția de creștere a randamentului prin izolare termică a dispozitivului realizat, etc.;
• Cere elevilor să determine experimental condițiile de creștere a randamentului unui motor termic; să realizeze previziuni (interpolări, extrapolări) privind viitorul mașinilor moderne, să distingă/ clasifice motoarele termice în funcție de natura combustibilului, de construcție, de randament, să aplice noțiunile însușite la motoarele cu reacție etc.;	• Organizați 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 speța a doua și arată că este posibilă ideea de construcție 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 investigațiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. <i>Preambul/ Teoria lucrării</i> (definiții ale mărimilor fizice utilizate, enunțuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. <i>Materiale necesare</i>; 3. <i>Modul de lucru</i> (operații de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. <i>Date experimentale</i> (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. <i>Concluzii</i> (enunțuri generale, validarea unui enunț).	• Negociază în grup conținutul și structura raportului final, convin modalitatea de prezentare (construcții, 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, construcții, demonstrații etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea produselor de învățare obținute.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: analogie cu anticiparea mijloacelor. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 5

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea <i>temelor efectuate acasă</i> și cere elevilor să prezinte rezultatele obținute și valorificarea rezultatelor; • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile	• Organizați în grupe, prezintă în clasă rapoarte de autoevaluare și evocă dificultăți/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe etc.;

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): prezentarea și evaluarea raportului final ;	
• Cere elevilor să determine experimental randamentul mașinii termice realizate experimental utilizând în loc de apă soluție de sare (saramură). <i>Prin determinarea randamentului mașinii termice în noile condiții poți să verifici că acesta nu depinde decât de temperaturile celor 2 surse și nu cum este alcătuit!</i> , să realizeze previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza noilor motoare termice, să distingă/ clasifice motoarele după randament, pistoane, combustibili, construcție etc.;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii determină experimental/ demonstrează/ aplică: - randamentul mașinii termice realizate experimental utilizând în loc de apă soluție de sare (saramură); - randamentului mașinii termice în noile condiții <i>poți să verifici că acesta nu depinde decât de temperaturile celor 2 surse și nu cum este alcătuit! etc.;</i> - imaginează mașina viitorului, etc.; - pe baza randamentului alcătuiește o clasificare a motoarelor;
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea raportului final (portofoliului) pentru evaluarea rezultatelor finale , vizând competențele cheie ¹⁸ ;	• Expun produsele realizate și prezintă în fața clasei rapoartele de lucru;
• Anunță verificarea orală/ testul scris pentru lecția următoare, reamintește elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competențele specifice înscrise în programele școlare , vizând noțiunile însușite și abilitățile de operare cu acestea corespunzătoare competenței cognitive/ de rezolvare de probleme;	teste -fișe de lucru\Test motoare-pr.II.doc teste -fișe de lucru\test motor termic.doc teste -fișe de lucru\fișă de lucru motoare.doc ;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), acțiuni colective în afara clasei, legături cu teme/proiectele viitoare etc.). - Studiați funcționarea motorului cu reacție, motorul; utilizat la motociclete, bărci, etc. - Poate fi considerat organismul uman drept un motor termic?	• Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele.

Bibliografie:

1. Cerghit, I. ș.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iași 2001;

¹⁸ **Criteriile evaluării finale bazate pe competențe** vor fi expuse în **anexele** unităților de învățare. Alături de criteriile **competenței cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competențele specifice înscrise în programele școlare** vizând, componentele „cunoștințe” și „abilități” (de operare cu cunoștințele însușite) corespunzătoare acestei competențe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere și celelalte **competențele-cheie** (după Gardner, 1993):

17. **competențe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alți elevi, profesori, experți, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
18. **abilități cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
19. **competența antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovație, execuție, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
20. **competențe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanța față de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut și de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoștințe (valori și limite) etc.

2. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., București 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., București 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 învățare: X.4.3

Principiul al II-lea al termodinamicii - Motoare termice

sau

„Presupunem că se poate atinge temperatura 0°K . În aceste condiții putem construi un perpetuum mobile de speța a doua?”

Doina Petre

Clasa: a X-a

Număr orelor / lecțiilor repartizate: 4

Conținuturile conceptuale repartizate lecției: 1.6. *Motoare termice. Randament:* Motorul Carnot, Motorul Otto, Motorul Diesel, Motorul cu reacție. 1.7. *Principiul al II-lea al termodinamicii:* Transformare ciclică monotermă, Transformare ciclică bitermă, Randamentul mașinilor termice, Formularea Thomson a principiului al II-lea, Formularea Clausius a principiului al II-lea.

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

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei și avansarea strategiilor de rezolvare;
II. Explorare - Experimentare	2. Generarea soluțiilor alternative;
III. Reflecție - Explicare	3. Evaluarea și alegerea soluției adecvate;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea soluției și a predicțiilor bazate pe ea și raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea soluției.

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele rezolvării de probleme** (definind competențe specifice), ca o succesiune lecții declanșate de „sesizarea unei probleme autentice, din viața reală” (Cerghit, I. ș.a., 2001), învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor rezolvării problemei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea mijloacelor* (elevii dezvoltă noile cunoștințe, analizând reușitele parțiale ale acțiunilor lor, prin analogie cu modele deja exersate).

Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de întrebarea cheie: **„Presupunem că se poate atinge temperatura 0°K . În aceste condiții putem construi un perpetuum mobile de speța a doua?”!**

Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către *identificarea modalităților de atingere a temperaturii de 0°K și către distincția dintre motorul real și un perpetuum mobile de speța a doua (ca un motor ideal) precum și ideea de construcție a acestuia utilizând un ciclu Carnot cu $T_2 = 0$* .

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?

Competențe specifice (derivate din modelul rezolvării de probleme): 1. Sesizarea problemei și avansarea strategiilor de rezolvare;

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor și expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); de învățare a procesului de planificare sau anticipare;

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

Lecția 1

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă) pornind de la întrebarea inițială: „Presupunem că se poate atinge temperatura 0°K. În aceste condiții putem construi un perpetuum mobile de speța a doua?”!	• Evocă observații, experiențe și întâmplări personale privind modul de transfer al căldurii de la corpul rece la corpul cald, fenomene termice observate în natură, principiul I al termodinamicii: enunț, consecințe, surse de

încadrează motoarele termice într-un concept mai cuprinzător (fenomene termice, principiul I al termodinamicii: enunț, consecințe, surse de căldură, echilibrul termic, transferul căldurii); • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură: termometru, cilindru gradat pentru măsurarea volumului etc., norme de protecția muncii în laborator etc.);	căldură, echilibrul termic, transferul căldurii; motoare termice utilizate personal sau folosite în familie, necesitatea condiției de echilibru termic în activitatea zilnică etc.; (utilizând materiale de care dispun și metodele cunoscute); prin utilizarea unor instrumente de măsură obișnuite, în conflict cu rezultatele explorării vizuale, auditive, tactile produse de organele de simț; • Argumentează necesitatea cunoașterii proprietăților fizice în activitatea zilnică, de a distinge clase de corpuri în raport cu acestea etc.;- fenomene termice observate în natură, principiul I al termodinamicii: enunț, consecințe, surse de căldură, echilibrul termic, transferul căldurii; - motoare termice utilizate personal sau folosite în familie, necesitatea condiției de echilibru termic în activitatea zilnică etc.;
• Transmite elevilor întrebarea cheie a temei: „Presupunem că se poate atinge temperatura 0°K. În aceste condiții putem construi un perpetuum mobile de speța a doua?”! și încadrează motoarele termice într-un concept mai cuprinzător (fenomene termice, principiul I al termodinamicii: enunț, consecințe, surse de căldură, echilibrul termic, transferul căldurii); • Transmite elevilor problema de rezolvat pornind de la consecințe ale principiului I, de la motoare termice utilizate în viața de zi cu zi;	
• Cere elevilor să: - găsească explicații/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebarea, privind, aplicarea principiului I al termodinamicii la transformările ciclice, transformarea căldurii, etc., în natură și în practică nu există transformări ciclice monotermice (perpetuum mobile de speța I);	• Împart circumferința cercului în părți egale cu ajutorul unui compas, numără segmentele și înmulțesc numărul cu distanța dintre vârfurile compasului; • Formulează propuneri pentru creșterea preciziei rezultatului (metoda aproximațiilor succesive), necesitatea adecvării unităților și instrumentelor de măsură la precizia cerută a măsurării;
• Cere elevilor: - să evoce experiențe 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, definiții (relații de calcul), unități de măsură în S.I.U., instrumente de măsură, metode de măsurare (directe/ indirecte);
• 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);¹⁹	• 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), 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** privește: a) **tipul instrumentelor de evaluare și modul de aplicare:** verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notițe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) **criteriile evaluării sumative** (derivate din competențele specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

acești combustibili, ciclul de transformări ciclice corespunzătoare, timpii de funcționare, randament; 2. să precizeze relații între randamentul motoarelor studiate;	
• 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.²⁰	• 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.).

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știu sau cred eu despre ea?

Competențe specifice (derivate din modelul rezolvării de probleme): 2. Generarea soluțiilor alternative;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Lecția 2

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, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • Formulează definiții operaționale pentru lungimea unui corp: <i>distanța dintre două puncte, măsurată cu rigla, pentru linii drepte; suma distanțelor dintre puncte cât mai apropiate, măsurate cu rigla sau compasul sau lungimea firului de ață așezat de-a lungul liniei curbe etc.</i>;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): ipoteze privind relația dintre lucrul mecanic și căldura primită, pentru a obține un randament optim pentru motorul termic studiat; norme de protecția muncii în laboratorul de fizică;	• Formulează ipoteze privind <i>relația dintre căldura primită și lucrul mecanic efectuat</i>;
• Indică (pe tablă) Q, L randamentul, și cere elevilor: - să deseneze o transformare ciclică bitermă; - să măsoare temperaturile; - să calculeze lucrul mecanic și căldura, raportul dintre L și Q, randamentul; - oferă elevilor materiale pentru experimentare (apă, vas, pistoane, carton, sursă caldă, termometre, cilindru gradat,	• Propun procedee pentru măsurarea căldurii și lucrului mecanic etc.); • Propun modalități de creștere a <i>preciziei</i> măsurărilor;

²⁰ **Tipuri de produse ale activității elevilor:** 1. Referate științifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecții de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observații” (observații proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziția elevilor în clasă); 4. Demonstrații experimentale; 5. Construcții de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

corpuri cu masa marcată; cântar sau balanță cu etaloane de masă) și cere elevilor să experimenteze (eventual, să verifice ideea că $Q \neq L$, SI câtă căldură se transformă în lucrul mecanic și apoi să determine randamentul; - să înregistreze măsurătorile în tabelul desenat pe tablă, respectiv, în caiete (după ce au verificat în grupă rezultatele proprii și au convenit asupra celui mai precis/ de încredere rezultat; sau, dacă nu au căzut de acord, după ce au calculat <i>media aritmetică</i> a măsurătorilor efectuate de membrii grupei); - să comunice rezultatele cu privire la relația dintre L și Q;	
• Stimulează elevii să sintetizeze și să evalueze informațiile colectate înscrise în tabel, pe grupe și să distingă reguli/ pattern-uri, prin <i>idealizarea/ abstractizarea</i> rezultatelor obținute: - Căldura trece de la corpul cald la corpul rece - să verifice ideea că $Q \neq L$, SI câtă căldură se transformă în lucrul mecanic - să calculeze randamentul; - să elimine dintre acestea <i>erorile grosolane</i>; - să calculeze <i>valoarea medie</i> a randamentului - să formuleze concluzia experimentului; - să descrie motorul Otto și Diesel; - să distingă între motorul real și ideal; - să compare randamentul motoarelor reale cu cel al lui Carnot;	• Formulează concluzia: <i>indiferent de valoarea , raportul dintre lucrul mecanic și căldura utilizată Randamentul este întotdeauna mai mic decât unitatea;</i>
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor, organizați în grupurile de lucru stabilite, să conceapă experimente pentru a răspunde la un set de întrebări; <i>Utilizând corpuri cu stări diferite de încălzire, putem obține lucru mecanic? ;</i> 1. Sunteți mulțumiți de motorul realizat? Dacă nu, de ce? ; 2. Este simplu de construit un motor?; 3. Care este rolul savanților români la dezvoltarea motoarelor termice?; 4. Ce știți despre Coandă și motorul cu reacție? 5. Ce impact produc motoarele prin poluarea marilor orașe și urmările acesteia, etc.; 6. „De la Vlaicu, Vuia la Coandă!"; 7. Cum influențat viitorul de descoperirile trecutului? ; 8. Mai prezintă interes motoarele termice pentru noi? Dacă da , care? Și de ce?	• Efectuează tema pentru acasă, ca răspunsuri la întrebări; <i>Posibile răspunsuri:</i> 1. Este un motor prea simplu, materialele utilizate sunt de o anume calitate, căldura transformată este prea mică, lucrul mecanic obținut 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 a obține un motor performant, utilizabil. A crescut curiozitatea de a aprofunda temele;

Secvența a III-a. Reflecție-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competențe specifice (derivate din modelul rezolvării de probleme): 3. Evaluarea și alegerea soluției adecvate;

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): inducție. Elevul observă 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 (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 3

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 <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • Analizează datele credibile, argumentează alegerile și reunesce într-un tabel valorile pentru randament în cazul celor două situații; să calculeze erorile și să precizeze sursele de erori; - funcționarea 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 substanței și calitatea); - pistonul se ridică deoarece forța aburului acționează de jos în sus; - dacă masa pistonului este mărită așezând un corp de masă m constată că pistonul se ridică mai puțin, deci randamentul este foarte mic;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): stabilirea relațiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• Precizează elevilor că valoarea medie ce trebuie obținută randament trebuie comparată cu panta graficului L funcție de Q;	• Deduc/ calculează relația sub forma: $\eta = \bar{\eta} \pm \Delta \bar{\eta}$;
• Propune acordarea notelor/ punctajelor pentru activitatea practică efectuată (trasare grafic, calcul pantă care este egală cu raportul dintre L și Q, calculează randamentul; calculează erorile iar rezultatul se scrie sub forma: $\eta = \bar{\eta} \pm \Delta \bar{\eta}$; *în funcție de eroarea absolută la fiecare grupă, înscrisă în tabelul clasei;	• *Calculează eroarea absolută a măsurărilor înregistrate pentru fiecare grupă; • *Calculează eroarea absolută medie - media aritmetică a erorilor absolute obținute pentru fiecare grupă; • *Scriu rezultatul determinării sub forma: $\eta = \bar{\eta} \pm \Delta \bar{\eta}$; • Stabilesc notele/ punctajele pentru fiecare membru al grupei în funcție de activitatea fiecăruia și nu mai mare decât nota acordată anterior grupei;
• Precizează elevilor că diferă raportul dintre lucrul mecanic și căldura, de la grupă la grupă și că depinde de precizia măsurărilor, doar de temperaturile sursei calde și sursei reci, denumeste acest raport ca fiind randamentul dispozitivului, definește randamentul ca fiind raportul dintre lucrul mecanic efectuat și căldura consumată; apoi cere elevilor să transpună observațiile anterioare <i>folosind termenul de randament</i> ; și să rețină că randamentul depinde doar de temperatura celor două surse (flacăra și apa);	• Reformulează constatările, în termeni de: <i>randament</i>; • Constată că un corp mai rece primește căldură de la un corp mai cald; • Reformulează observațiile din etapa de explorare-experimentare și propun explicații sub forma unor <i>generalizări (inducții)</i>: căldura trece de la sine de la corpul cald la cel rece; • Formulează enunțul (relația, legea) conform căreia, randamentul depinde doar de temperatura sursei calde și reci;
• Propune acordarea notelor/ punctajelor pentru determinarea experimentală a randamentului și constatarea dependenței randamentului de temperatura sursei calde și a sursei reci *în funcție de eroarea absolută obținută de fiecare grupă, înscrisă în tabelul clasei;	• *Calculează eroarea absolută a măsurărilor înregistrate pentru fiecare grupă_m; • *Calculează eroarea absolută medie - media aritmetică a erorilor absolute obținute pentru fiecare grupă; • *Scriu rezultatul determinării sub forma: $\eta = \bar{\eta} \pm \Delta \bar{\eta}$;

	• Stabilesc notele/ punctajele pentru fiecare membru al grupei în funcție de activitatea fiecăruia și 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 și cel în 4 timpi? 2. Care sunt deosebirile dintre motoarele Otto și Diesel? 3. Ce știți de spre motorul cu reacție? despre Henri Coandă? 4. De ce nu sunt folosite motoare puternice cu apă? 5. Care credeți că sunt cele mai bune mașini? Explicați de ce? 6. Cum vă imaginați mașina viitorului?	• Efectuează tema pentru acasă.

Secvența a IV-a. Aplicare - Transfer

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul rezolvării de probleme): 4. Testarea soluției și a predicțiilor bazate pe ea și raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea soluției.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză; a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc.; de învățare a procesului deductiv, respectiv, a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de formare a priceperilor și deprinderilor (de comunicare, cognitive, sociale etc.); lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: *deductiv*. Elevul observă o definiție a conceptului de înșușit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucțiuni de montaj etc., pe care le aplică în exemple particulare, explicitând caracteristicile care sunt/ nu sunt conforme cu definiția/ regula/ instrucțiunile (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de înșușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observând și analizând reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 4

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea <i>temelor efectuate acasă</i> și cere elevilor să prezinte rezultatele obținute și valorificarea rezultatelor; • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, <i>norme de protecția muncii în laborator</i> etc.);	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i> și evocă dificultăți/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe etc.;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): <i>mărimile fizice</i> sunt invariante ai proceselor, numărul π este o mărime fizică; <i>legile fizicii</i> sunt relații experimentale între diverse mărimi; <i>teoremele matematicii</i> sunt relații teoretice (stabilite prin raționament) între diverse proprietăți;	
Cere elevilor să aplice relațiile stabilite pentru randament în cazuri particulare: implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluțiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări): Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicație/ soluție mai	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: m) optimizează condițiile pentru obținerea unui randament cât mai bun: dacă temperatura sursei reci este mult mai mică decât a cele reci crește randamentul; n) extind condiția de creștere a randamentului prin izolare termică a dispozitivului realizat, etc.; o) calculează randamentul: $\eta = L/Q$ pentru cele

bună decât alta?; Ce explicații/ soluții nu sunt încă susținute de probe? Ce soluție 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 mașinii termice realizate experimental utilizând în loc de apă soluție de sare (saramură). <i>Prin determinarea randamentului mașinii termice în noile condiții poți să verifici că acesta nu depinde decât de temperaturile celor 2 surse și nu cum este alcătuit!</i>, să realizeze previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza noilor motoare termice, să distingă/ clasifice motoarele după randament, pistoane, combustibili etc.;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii determină experimental/ demonstrează/ aplică: - randamentul mașinii termice realizate experimental utilizând în loc de apă soluție de sare (saramură); - randamentului mașinii termice în noile condiții poți să verifici că acesta nu depinde decât de temperaturile celor 2 surse și nu cum este alcătuit! etc.; - imaginează mașina viitorului, etc.; - pe baza randamentului alcătuiește o clasificare a motoarelor;
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea portofoliului, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competențele cheie²¹;	• Prezintă portofoliile, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în <i>protocolul de evaluare</i>; • Revine la întrebarea cheie, definesc perpetuum mobile de speța a doua și arată că este posibilă <i>ideea de construcție a acestuia dacă se utilizează un ciclu Carnot cu $T_2 = 0$</i>;
• Anunță verificarea orală/ testul scris pentru lecția următoare, reamintește elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe <i>competențele specifice înscrise în programele școlare</i>, vizând noțiunile însușite și abilitățile de operare cu acestea corespunzătoare competenței cognitive/ de rezolvare de probleme;	Fisă de lucru; teste - fișe de lucru\test motoare.doc ;
• 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. - Studiați funcționarea motorului cu reacție, motorul; utilizat la motociclete, bărci, etc. - Poate fi considerat organismul uman drept un motor termic?	- <i>Explică cum funcționează motorul cu reacție, motorul utilizat la motociclete, bărci, etc.;</i> - <i>Explică de ce organismul uman este un adevărat motor termic;</i> - Organismul uman este un adevărat motor termic, care folosește energia alimentelor pentru necesitățile lui metabolice de baza (menținerea în viață) și pentru efectuarea activităților inerente vieții (deplasare, muncă, etc.). Producția de energie este însoțită de o producție de deșeuri al căror nume este căldura, transpirație, acid lactic și altele; Un echilibru permanent trebuie să existe între

²¹ Criteriile evaluării finale bazate pe competențe vor fi expuse în **anexele** unităților de învățare. Alături de criteriile **competenței cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competențele specifice înscrise în programele școlare** vizând, componentele „cunoștințe” și „abilități” (de operare cu cunoștințele însușite) corespunzătoare acestei competențe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere și celelalte **competențele-cheie** (după Gardner, 1993):

21. **competențe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alți elevi, profesori, experți, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
22. **abilități cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
23. **competența antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovație, execuție, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
24. **competențe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanța față de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut și de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoștințe (valori și limite) etc.

	producție și consum de energie. Pierderile de căldură se fac pe patru căi : conducție (suprafața de contact), convecție (aerul expirat), evaporare (transpirația pielii) și radiație (infraroșie); Producție de căldură = pierderi prin conducție + convecție + evaporare + radiație; • *Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, la întâlniri cu responsabili ai administrației școlare/ locale, să informeze factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecție a mediului, a propriei persoane și altele.
--	--

Bibliografie:

16. Cerghit, I. ș.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iași 2001;
17. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2005;
18. Păcurari, O. (coord.), *Învățarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
19. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., București 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/HfOmIR1ZnMo/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 învățare: X.5.1 „Transformări de stare de agregare”

sau

„Topirea retrogradă un paradox al naturii ?”

Doina Petre

Clasa: a X-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 6

Conținuturi repartizate unității de învățare: 1.5. *Transformări de stare de agregare:* Topirea - solidificarea. Vaporizarea-condensarea. Sublimarea-desublimare. Starea triplă a apei. Relaționarea mărimilor și relațiilor matematice dintre acestea cu fenomene și procese observabile. Integrarea relațiilor matematice în rezolvarea de probleme. (Programa de fizică pentru clasa a X-a).

Modelul de învățare asociat: **EXERCITIUL**

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Prezentarea modelului (conceptual, procedural) de exersat;
II. Explorare - Experimentare	2. Identificarea/ analiza componentelor/ secvențelor modelului de exersat;
III. Reflecție - Explicare	3. Compararea cu modelul original;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea modelului obținut și raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea modelului.

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele experimentului** (definind competențe specifice), ca o succesiune de lecții declanșate de sesizarea unei probleme a cărei soluție presupune realizarea unui experiment, învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului. Procesul cognitiv central este **inducția** sau **generalizarea** unor observații în condiții de laborator.

Interesul elevilor pentru noțiunile temei poate fi declanșat de o situație problemă: „**Topirea retrogradă un paradox al naturii? ”și de a afla dacă există alte paradoxuri din natură.**

Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către distincția dintre *topirea substanțelor când temperatura crește și acest paradox care constă în topirea unor substanțe cu scăderea temperaturii acestora; acest fenomen inedit ar putea avea o deosebită importanță în sistemele ce utilizează materiale semiconductoare de puritate înaltă, fiind un mod eficient de a izola impuritățile*

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știi sau cred eu despre asta?

Competențe specifice (derivate din modelul exercițiului): 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 și etapelor și ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 1

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Metoda de organizare a activității de învățare: <u>prelegere intensificată</u>. 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: <i>La ce v-ați gândit? Ce ați constatat? Ce noutăți ați aflat?</i>; 4. Prelegerea continuă, sub aceleași secvențe, partea a II-a, a a III-a etc.	
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv	• Evocă observații proprii, comunică răspunsurile

(prelegere introductivă): pornind de la întrebarea cheie a temei: „Topirea retrogradă un paradox al naturii?” și încadrarea fenomenelor de transformare de fază într-un concept mai cuprinzător: stare agregare, transformarea de stare de agregare etc.; • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (relații între multipli și submultipli ai unităților de măsură, utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecția 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 și de la exemplele din adresele: http://ro.wikipedia.org/wiki/Condensare, http://ro.wikipedia.org/wiki/Evaporare, http://ro.wikipedia.org/wiki/Fierbere, și cere elevilor să argumenteze de ce apar picături de apă pe sticlă, care este căldura schimbată la scoaterea sticlei din frigider(apă) , care este dependența acesteia de temperatură pentru fenomenele de vaporizare - condensare, urmărind și filmulețele de la adresele de mai sus;	• Evocă (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă: - reamintindu-și principiul al II-lea al termodinamicii și principiul frigiderului răspunsul probabil va fi: <i>aerul din vecinătatea sticlei cedează căldură apei reci și trece în stare lichidă;</i> - pentru vaporizare - condensare substanțele schimbă căldură;
• Definește (operațional) noțiunea de vaporizare: <i>fenomenul de trecere a unei substanțe din stare lichidă în stare gazoasă</i>; noțiunea de temperaturii de vaporizare: <i>temperatura din timpul vaporizării</i>; căldura latentă de vaporizare: <i>căldura primită din exterior pentru vaporizare</i>; căldura latentă specifică de topire: $\lambda = Q_v / m$, și cere elevilor să descrie acest fenomen pentru vaporizarea apei dintr-o cană și din apa mării, a acetonei dintr-o sticlă sau dintr-o farfurie, a alcoolului medicinal și din alte exemple personale; să argumenteze cum variază timpul pentru producere fenomenelor descrise, ce se întâmplă cu temperatura și să formuleze legile fenomenului de vaporizare; să distingă între vaporizarea în atmosferă gazoasă(apa mărilor) și în vid (în laborator);	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe graficul de dependență a temperaturii în timpul vaporizării): <i>formulează tipul transformărilor; arată că temperatura rămâne constantă în timpul acestor fenomene; temperatura și căldura schimbată sunt mărimi caracteristice pentru fiecare substanță; dau formulări pentru legile vaporizării: e un fenomen lent, se face la temperatură constantă, depinde de suprafața liberă a lichidului; definesc vaporizarea în atmosferă gazoasă(apa mărilor) și în vid(în laborator);</i>
• Definește (operațional) noțiunea de condensare: <i>fenomenul de trecere a unei substanțe din stare gazoasă în stare lichidă</i>; noțiunea de temperatură de condensare: <i>temperatura din timpul condensării</i>; căldura latentă de condensare: <i>căldura cedată în exterior pentru condensare</i>; căldura latentă specifică de condensare: $\lambda = Q_c / m$ și cere elevilor să descrie acest fenomen pentru condensarea aerului din jurul unei sticle scoase din frigider și din filmulețele prezentate sau exemple personale; să argumenteze cum variază temperatura timpul condensării dacă presiunea rămâne constantă analizând diagrama de stare; să arate că temperatura și căldura latentă diferă în funcție de natura substanței;	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe un desen reprezentând pârtia): <i>energia potențială a săniuței este diferită de zero în vârf și la mijlocul pârtiei, este nulă la baza pârtiei, la capătul ei și în toate punctele porțiunii orizontale de oprire; formulează tipul transformărilor; arată că temperatura rămâne constantă în timpul acestor fenomene; temperatura și căldura schimbată sunt mărimi caracteristice pentru fiecare substanță; dau formulări pentru legile vaporizării: e un fenomen lent, se face la temperatură constantă, depinde de suprafața liberă a lichidului; definesc vaporizarea în atmosferă gazoasă(apa mărilor) și în vid(în laborator);</i>
• Cere elevilor să realizeze un bilanț al felului cum variază temperatura pe timpul transformărilor (temperatura rămâne constantă dacă presiunea este constantă);	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe o diagramă): <i>temperatura crește până începe vaporizarea apoi rămâne constantă și se</i>

• Cere elevilor să rezume ideile și constatările de până acum; identifică preconceptiile elevilor cu privire la temă (explicații neștiințifice);	numește temperatură de vaporizare; temperatura scade până începe condensarea apoi rămâne constantă și se numește temperatură de condensare; • Formulează (în perechi) ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă);
• Comunică elevilor ideea că în toate transformările schimbul de căldură se face între substanță și mediul exterior(căldura primită pentru topire, sublimare și cedată pentru solidificare și desublimare); cere elevilor să construiască o definiție a noțiunii de căldură latentă și unitatea de măsură pentru transformările prezentate;	• Formulează (în perechi) ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - plecând de la formula $\lambda = Q / m$ definesc căldură latentă ca fiind căldura necesară trecerii unității de masă a unei substanțe 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 preferințe (profiluri cognitive, stiluri de învățare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă și acasă și produse diverse;²²	• 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)²³;	• 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 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, demonstrații etc.); Studiază fierberea apei.

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știu sau cred eu despre ea?

Competențe specifice (derivate din modelul exercițiului): 2. Identificarea componentelor/ secvențelor modelului de exersat;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Lecția 2

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
--------------------	--

²² **Tipuri de produse ale activității elevilor:** 1. Referate științifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecții de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observații” (observații proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziția elevilor în clasă); 4. Demonstrații experimentale; 5. Construcții de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet); 8. Esu literar/ plastic pe temele studiate etc.

²³ **Protocolul de evaluare** privesc: a) **tipul instrumentelor de evaluare și modul de aplicare:** verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notițe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) **criteriile evaluării sumative** (derivate din competențele specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

• Metoda de organizare a activității de învățare: <i>prelegere intensificată</i>. 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: <i>La ce v-ați gândit? Ce ați constatat? Ce noutăți ați aflat?</i>; 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 <i>rapoarte de autoevaluare</i>, 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): ipoteze privind cauze ale <i>schimbării stării de agregare</i>, realizarea echilibrului termic; norme de protecția muncii în laborator;	• Formulează (în perechi) ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Revine la fenomenul de vaporizare și cere elevilor să anticipeze: <i>cum se produce vaporizarea în atmosferă gazoasă; cum se produce vaporizarea în vid; pornind de la experimentele prezentate în filmulețele văzute în lecțiile anterioare;</i>	• Formulează ipoteze (în perechi) și 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 substanței;
• Definește vaporizarea în vid și în atmosfera gazoasă; evaporarea și fierberea și cere elevilor să identifice condițiile în care se produce vaporizarea în atmosferă gazoasă;	• Formulează (în perechi) constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - vaporizarea în atmosfera gazoasă se produce în condiții normale (în laborator, cameră); - evaporarea este vaporizarea la suprafața lichidului; - fierberea este vaporizarea produsă în toată masa lichidului;
• Definește vaporii saturați și presiunea vaporilor saturați: și cere elevilor să arate de cine depinde presiunea vaporilor saturați;	• Formulează ipoteze (în perechi) și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - presiunea vaporilor saturați depinde neliniar cu temperatura, de natura lichidului dacă presiune e constantă; de volum dacă temperatura nu rămâne constantă - presiunea vaporilor saturați nu depinde de masa lichidului și a vaporilor ce vin în contact cu suprafața lichidului; - presiunea vaporilor saturați este independentă de existența altor vapori sau gaze în incinta care îi conține;
• Definește; legile vaporizării și cere elevilor să identifice particularitățile acestora pentru evaporare și fierbere utilizând observațiile experimentelor efectuate anterior;; - ce se întâmplă dacă vasele se pun în frigider?	• Formulează (în perechi) constatările/ ipotezele lor și 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 suprafața liberă a lichidului; 2. presiunea vaporilor saturați este independentă de existența altor vapori sau gaze în incinta care îi conține; • Răspuns parțial: - Evaporarea are loc prin suprafața liberă a lichidului; cu cât această suprafață 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 crește, deci depinde de temperatura la care se produce, crește cu scăderea temperaturii;

• Cere elevilor să găsească un criteriu pentru a identifica fenomenele în următoarele situații: 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 și trage de piston. Dacă lași pistonul  brusc ce se observă? 2. Nori în... butelie! Formarea norilor este esențială pentru clima Pământului. Poți 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); Înșurubează-i capacul. În câteva secunde, vaporii de apă din butelie devin saturați; Strânge puternic flaconul pentru câteva secunde, apoi eliberează-l brusc. Ce observi? - Deșurubează capacul și aruncă în interiorul flaconului un băț de chibrit aprins, ce se întâmplă?	• Formulează (în perechi) constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): 1. <i>Reducând suficient de mult presiunea, apa fierbe la temperatura camerei; Șocul 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;</i> 2. <i>strângând puternic flaconul, mărești presiunea și temperatura aerului și a vaporilor de apă; Așteptând câteva secunde, este transferată căldură mediului ambiant, astfel încât aerul și vaporii de apă au din nou aproape temperatura mediului ambiant, dar la o presiune mai ridicată, vaporii fiind saturați; Eliberând brusc flaconul, presiunea și temperatura scad brusc (destindere adiabatică), iar vaporii devin suprasaturați – cantitatea de vaporii din aer este mai mare decât cea corespunzătoare stării de vaporii saturați la temperatura acum mai coboară; Cu toate acestea, vaporii nu condensează! Condensarea vaporilor are nevoie de centre de condensare, care să favorizeze începerea condensării;</i> <i>Acesta se stinge imediat, dar particulele de fum pe care le lasă în aerul din flacon reprezintă excelente centre de condensare. Înșurubează 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;</i> <i>- în concluzie, tot astfel, vaporii de apă care se ridică în atmosferă și întâlnesc aer foarte rece, devin suprasaturați și condensează în jurul particulelor de praf sau ale altor centre de condensare;</i>
• 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 cești de ceai fierbinte sunt oare vaporii de apă? 2. Repartizarea căldurii pentru Oala... minune!	• 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?

Competențe specifice (derivate din modelul exercițiului): 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 contraexemplu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 3

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Metoda de organizare a activității de învățare: <u>prelegere intensificată</u>. 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: <i>La ce v-ați gândit? Ce ați constatat? Ce noutăți ați aflat?</i>; 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 <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă informațiile culese, dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă) definiții operaționale pentru: Topirea - solidificarea, Sublimarea - desublimare; norme de protecția muncii în laborator și revine la întrebarea inițială: „Topirea retrogradă un paradox al naturii?” cerând elevilor să prezinte noi argumente la întrebare;	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete); • <i>Topirea retrogradă este paradox asemănător cu anomalia apei care constă în trecerea unei substanțe din stare solidă în stare lichidă la scăderea temperaturii acesteia.</i>
• Definește (operațional) noțiunea de topire: <i>fenomenul de trecere a unei substanțe din stare solidă în stare lichidă</i>; noțiunea de temperaturii de topire: <i>temperatura din timpul topirii</i> ; căldura latentă de topire: <i>căldura primită din exterior pentru topire</i> ; ; căldura latentă specifică de topire: $\lambda = Q/m$ și cere elevilor să descrie acest fenomen pentru topirea gheții din filmulețele prezentate sau exemple personale; să argumenteze cum variază temperatura timpul topirii dacă presiunea rămâne constantă analizând diagrama de stare; să arate că temperatura și căldura latentă de topire sunt diferite pentru fiecare substanță; să deducă legile topirii; sa compare topirea gheții cu cea a bilelor de ceară;	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe graficul de dependență a temperaturii în timpul topirii); <i>arată că temperatura de topire rămâne constantă în timpul topirii dacă presiune rămâne constantă; temperatura și căldura latentă de topire sunt mărimi caracteristice pentru fiecare substanță; formulează legile topirii: topirea e un fenomen lent, se face la temperatură constantă; pentru ceară topirea se face într-un interval de temperatură (ceara e substanță amorfă si nu solidă)</i>;
• Definește (operațional) noțiunea de solidificare: <i>fenomenul de trecere a unei substanțe din stare lichid în stare solidă</i>; noțiunea de temperaturii de solidificare: <i>temperatura din timpul solidificării</i> ; căldura latentă de solidificare: <i>căldura cedată în exterior pentru solidificare</i> ; căldura latentă specifică de topire: $\lambda = Q/m$ și cere elevilor să descrie acest fenomen pentru solidificarea apei din filmulețele prezentate sau exemple personale; să argumenteze cum variază temperatura timpul solidificării dacă presiunea rămâne constantă analizând diagrama de stare; să arate că temperatura și căldura latentă sunt diferite pentru fiecare substanță;	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, , pe graficul de dependență a temperaturii în timpul solidificării); <i>arată că temperatura rămâne constantă în timpul solidificării dacă presiune rămâne constantă; temperatura și căldura latentă de solidificare sunt mărimi caracteristice pentru fiecare substanță; formulează legile solidificării: este un fenomen lent, se face la temperatură constantă;</i>
• Definește (operațional) noțiunea de sublimare: <i>fenomenul de trecere a unei substanțe din stare solidă în stare gazoasă</i>; noțiunea de temperaturii de sublimare: <i>temperatura din timpul sublimării</i> ; căldura latentă de topire: <i>căldura primită din exterior pentru sublimare</i> ; ; căldura latentă	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, , pe graficul de dependență a temperaturii în timpul sublimării); <i>arată că temperatura rămâne constantă în timpul solidificării dacă presiune rămâne constantă; temperatura și căldura latentă de sublimare) sunt</i>

specifică de sublimare : $\lambda = Q_s / m$ și cere elevilor să descrie acest fenomen din filmulețele prezentate sau exemple personale; să argumenteze cum variază temperatura timpul solidificării dacă presiunea rămâne constantă analizând diagrama de stare; să arate că temperatura și căldura latentă sunt diferite pentru fiecare substanță;	mărimi caracteristice pentru fiecare substanță; formulează legile sublimării: este un fenomen lent, se face la temperatură constantă;
• Definește (operațional) noțiunea de desublimare: fenomenul de trecere a unei substanțe din stare gazoasă în stare solidă; noțiunea de temperaturii de desublimare: temperatura din timpul desublimării ; căldura latentă de sublimare: căldura cedată în exterior pentru de sublimare; ; căldura latentă specifică de desublimare : $\lambda = Q_{ds} / m$ și cere elevilor să descrie acest fenomen din filmulețele prezentate sau exemple personale; să argumenteze cum variază temperatura timpul solidificării dacă presiunea rămâne constantă analizând diagrama de stare; să arate că temperatura și căldura latentă sunt diferite pentru fiecare substanță;	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, , pe graficul de dependență a temperaturii în timpul desublimării): arată că temperatura rămâne constantă în timpul desublimării dacă presiune rămâne constantă; temperatura și căldura latentă de desublimare sunt mărimi caracteristice pentru fiecare substanță; enunță legile solidificării: este un fenomen lent, se face la temperatură constantă;
• Cere elevilor să argumenteze care este căldura schimbată de o masă m de substanță (gheață) , care este dependența acesteia de temperatură pentru fenomenele de topire – solidificare, vaporizare - condensare, sublimare – desublimare (urmărind și filmulețele de la adresele de mai sus);	• Evocă (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (pentru topire și solidificare substanțele schimbă căldură;
• Cere elevilor să realizeze un bilanț al felului cum variază temperatura pe timpul transformărilor (temperatura rămâne constantă dacă presiunea este constantă);	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe o diagramă): - temperatura crește până începe topire sau sublimarea apoi rămâne constantă și se numește temperatură de topire , sublimare; - temperatura scade până începe solidificarea sau desublimarea apoi rămâne constantă și se numește temperatură de solidificare , desublimare;
• Cere elevilor să argumenteze de ce fenomenele se produc la temperatură constantă?	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): Temperatura rămâne constantă numai dacă presiunea rămâne constantă;
• Cere elevilor o definiție a noțiunii de căldură latentă și să definească unitatea de măsură pentru transformările prezentate;	• Formulează (în perechi) ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - căldură latentă specifică reprezintă căldura necesară trecerii unității de masă a unei substanțe 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 și constatările de până acum; identifică preconcepțiile elevilor cu privire la temă (explicații neștiințifice);	• Formulează (în perechi) ideile lor și 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 substanțele amorfe (ceara, sticla, parafina).	• 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?

Competențe specifice (derivate din modelul exercițiului): 4. Testarea modelului obținut și raportarea rezultatelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului deductiv; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: deductiv. Elevul observă o definiție a conceptului de înșușit/ 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.

Lecția 4

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Metoda de organizare a activității de învățare: <i>prelegere intensificată</i>. 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: <i>La ce v-ați gândit? Ce ați constatat? Ce noutăți ați aflat?</i>; 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 sintetizeze și să evalueze informațiile colectate, să distingă reguli/ patern-uri în informațiile obținute prin efectuarea temei pentru acasă, să prezinte rezultatele; • Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): definițiile/ expresiile <i>pentru căldura latentă de vaporizare, topire, sublimare; căldura specifică latentă;</i>	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i> și evocă dificultăți/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe etc.; • Formulează (în perechi) constatările lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): definiții operaționale; - <i>căldura latentă de vaporizare, topire, sublimare - călduri primite;</i> - <i>căldura latentă de condensare, solidificare, de sublimare - călduri cedate;</i>
• 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.);	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): <i>definiții operaționale</i> ale energiei cinetice și energiei potențiale, definiția lucrului mecanic al unei forțe neconservative, principiul conservării energiei mecanice, principiul variației energiei mecanice;
*Deduce relația de calcul pentru căldura latentă de vaporizare, topire, sublimare (H. D. Young, Manual de fizică pentru clasa a X - a, Ed. All, 2005);	* Calculează și formulează concluzii: <i>plecând de la formula $\lambda = Q/m$ definesc căldură latentă specifică ca fiind căldura necesară trecerii unității de masă a unei substanțe 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: $Q = m \cdot \lambda$;</i>
• Implică elevii în explicarea condițiilor de existențe a unei substanțe în cele trei stări de agregare și definirea punctului triplu al apei;	• Calculează și formulează concluzii: - identifică forțele neconservative: tracțiunea F din cablul macaralei; - calculează lucrul mecanic al forței de tracțiune, $F(h_B - h_A)$, care măsoară variația energiei mecanice, $E_B - E_A$; - întrucât mișcarea este uniformă, $F = G = mg$, iar variația energiei cinetice este nulă; - variația energie potențială, $E_{pB} - E_{pA} = mgh_B - mgh_A$; - energia potențială gravitațională este $E_p = mgh$;

• Orientează gândirea elevilor pentru a face distincția între: 1. <i>echilibrul de fază și echilibru termic</i>: Două sau mai multe faze sunt în echilibru (echilibru de fază) dacă la contactul acestora masa fiecăreia se menține constantă în timp. 2. <i>stare triplă și stare critică</i>; 3. <i>să distingă între gaz și vapori</i>;	• Revin la întrebarea inițială: „<i>Topirea retrogradă un paradox al naturii?</i>”, evocă observații, experiențe și arată că <i>acest paradox constă în topirea unor substanțe cu scăderea temperaturii acestora</i> și prezintă și alt paradox din natură: anomalia apei;
• Oferă elevilor exemple de bilanț energetic pentru procese termice și cere elevilor să alcătuiască un tabel în care să rezulte bilanțul energetic al proceselor studiate, să compare între căldura primită, cedată și conservarea acestora pentru procesele de fază studiate;	• sintetizează cunoștințe anterioare: - În timpul acestor transformări de fază, distanțele intermoleculare se modifică, ceea ce va determina schimbarea valorii energiei interne a sistemului (pentru valori diferite ale distanțelor intermoleculare, energia potențială datorată interacțiunii dintre molecule are valori diferite). Atunci când valoarea distanțelor intermoleculare crește, E_p internă crește, astfel $\Delta U > 0$ (E_c datorată mișcării termice fiind constantă, tranzițiile de fază desfășurându-se la temperatură constantă). Pentru procesele ce se desfășoară cu micșorarea distanțelor intermoleculare, determinând scăderea energiei interne a sistemului ($\Delta U < 0$). Modificându-se volumul substanței, sistemul va primi sau va ceda lucru mecanic, în funcție de sensul desfășurării procesului (L la creșterea 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 desfășoară la temperatură constantă; - Căldura latentă ce revine unității de masă, notată cu λ, se numește căldură latentă specifică: $\lambda = Q/m, [\lambda]_{SI} = J/kg$ - Alcătuiește tabelul: teste -fișe de lucru\Tabel bilanț energetic-transformări de stare.doc - Analizând informațiile prezentate în tabelul anterior, constată faptul, că valorile acestui coeficient sunt egale pentru procesele: vaporizare - condensare, topire - solidificare, sublimare - desublimare, acest lucru evidențiază reversibilitatea transformărilor de fază.
• Oferă elevilor diagrama Andrews și cere elevilor să identifice fazele și să explice semnificația punctului critic;	• Remarcă faptul că: în urma unei comprimări izoterme, se obțin vapori saturați, în echilibru cu faza lichidă, presiunea menținându-se constantă până când toată masa de substanță se transformă în lichid; fiind continuată comprimarea, pentru variații foarte mici ale volumului, presiunea crește foarte mult, remarcându-se astfel o caracteristică a lichidelor (cunoașteți faptul că lichidele sunt practic incompresibile); lărgimea palierelor se micșorează o dată cu creșterea temperaturii; deasupra punctului critic (p_c, T_c, V_c) nu mai poate fi obținut lichid prin comprimare;

• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să răspundă la întrebări, cum sunt: 1. Analizați 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 bilanțului energetic pentru procesele studiate, remarcați există un marcaj pentru procedee de topire și solidificare. La ce se referă această semnalare?	• Efectuează tema pentru acasă.
--	---

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul exercițiului): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea modelului.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: analogie cu anticiparea mijloacelor. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 5

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: <i>La ce v-ați gândit? Ce ați constatat? Ce noutăți ați aflat?</i> ; 4. Prelegerea continuă, sub aceleași secvențe, partea a II-a, a III-a etc.	
• Implică elevii în verificarea <i>temelor efectuate acasă</i> și cere elevilor să prezinte rezultatele obținute și valorificarea rezultatelor; • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, <i>norme de protecția muncii în laborator</i> etc.);	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i> și evocă dificultăți/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe etc.;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): transformare de stare de agregare și căldură schimbată; identifică preconcepțiile elevilor cu privire la temă (explicații neștiințifice);	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă;
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea portofoliului, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competențele cheie²⁴;	• Prezintă portofoliile, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;

²⁴ Criteriile evaluării finale bazate pe competențe vor fi expuse în *anexele* unităților de învățare. Alături de criteriile competenței cognitive sau de rezolvare de probleme (expuse de **competențele specifice înscrise în programele școlare** vizând, componentele „cunoștințe” și „abilități” (de operare cu cunoștințele însușite)

• Anunță verificarea orală/ testul scris pentru lecția următoare, reamintește elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competențele specifice înscrise în programele școlare, vizând noțiunile însușite și abilitățile de operare cu acestea corespunzătoare competenței 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.	• <i>*Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, la întâlniri cu responsabili ai administrației școlare/ locale, să informeze factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecție a mediului, a propriei persoane și altele.</i>

Bibliografie:

48. Programa școlară
49. Fizica –Manual pentru clasa a X-a, Constantin Mantea/Mihaela Garabet
50. www.didactic.ro
51. Cerghit, I. ș.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iași 2001;
52. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2005;
53. Păcurari, O. (coord.), *Învățarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
54. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2006;
55. Gândiți Fizica – Editura All Educational, 2004
56. Oveges Jozsef, Azéló 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_IJYj4GX4
<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 competențe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere și celelalte **competențele-cheie** (după Gardner, 1993):

25. **competențe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alți elevi, profesori, experți, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
26. **abilități cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
27. **competența antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovație, execuție, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
28. **competențe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanța față de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut și de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoștințe (valori și limite) etc.

Unitatea de învățare: X.5.2 Transformări de stare de agregare

sau

„Topirea retrogradă un paradox al naturii”

Doina Petre

Clasa: a X-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 5

Conținuturi repartizate unității de învățare: 1.5. Transformări de stare de agregare: Topire – solidificare. Vaporizarea-condensarea, Sublimarea-desublimare. Starea triplă a apei. Relaționarea mărimilor și relațiilor matematice dintre acestea cu fenomene și procese observabile. Integrarea relațiilor matematice în rezolvarea de probleme. (Programa de fizică pentru clasa a X-a).

Modelul de învățare asociat: Experimentul

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice (Modelul de predare)
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei, formularea ipotezelor și planificarea experimentului;
II. Explorare - Experimentare	2. Realizarea dispozitivului experimental și colectarea datelor;
III. Reflecție - Explicare	3. Prelucrarea datelor și elaborarea concluziei;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea concluziei și a predicțiilor bazate pe ea și prezentarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe secvențele experimentului (definind competențe specifice), ca o succesiune de lecții declanșate de sesizarea unei probleme a cărei soluție presupune realizarea unui experiment, învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului. Procesul cognitiv central este **inducția** sau **generalizarea** unor observații în condiții de laborator.

Interesul elevilor pentru noțiunile temei poate fi declanșat de o situație problemă: „**Topirea retrogradă un paradox al naturii? ”și de a afla dacă există alte paradoxuri din natură.**

Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către distincția dintre *topirea substanțelor când temperatura crește și acest paradox care constă în topirea unor substanțe cu scăderea temperaturii acesteia; acest fenomen inedit ar putea avea o deosebită importanță în sistemele ce utilizează materiale semiconductoare de puritate înaltă, fiind un mod eficient de a izola impuritățile.*

Secvența I. Evocare-anticipare

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

Competențe specifice (derivate din modelul experimentului): 1. Avansarea ipotezelor și planificarea experimentului;

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); 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 și etapelor și ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 1

Rolul profesorului	Sarcini de învățare 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?” și 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 unității de învățare; stimulează atenția și interesul elevilor pentru ceea ce urmează să fie învățat, prin intermediul unor, imagini captivante, lansarea unei întrebări incitante, unei probleme, studiu de caz (cu soluție experimentală), norme de protecția muncii în laborator, pe care focalizează prezentarea, astfel încât elevii să fie atenți la expunere pentru a afla răspunsul; • 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.);	• Evocă observații, experiențe și întâmplări personale (în diverse maniere: oral, scris, prin desene, experimente, mimare etc.) privind vaporizarea, condensarea, fierberea, evaporarea, sublimarea, desublimarea etc., necesitatea cunoașterii și aplicării acestora în activitatea zilnică etc.;
• Cere elevilor să evoce definiția vaporizării, condensării, căldurii latente de vaporizare și condensare (prin enumerarea mărimilor care intervin în relația de definire a acestora) și prezintă relațiile utilizate pentru definirea căldurii specifice latente (scrise pe tablă);	• Evocă semne convenționale pentru căldura cedată în cazul condensării și pentru căldura primită în cazul vaporizării (fierbere, evaporare), scrie relațiile pentru căldura specifică latentă și a unităților de măsură;
• Plecând de la <i>experiențe proprii</i> despre vaporizare-condensare, fierbere-vaporizare, demonstrează experimental producerea acestora, având la dispoziție: vas, o masă m de gheață, sursă de căldură și un termometru, prezintă elevilor modul de utilizare a acestora și ghidează gândirea elevilor către observarea fenomenelor ce apar dacă punem gheața în vas, vasul pe o plită sau folosim un fierbător;	• Formulează ipoteze cu privire la explicarea fenomenelor observate: urmăresc temperaturile înregistrate și observă că gheața începe să se topească iar la suprafață apar aburi – apa fierbe și în vas mai există gheață, deci există apă în toate cele trei stări de agregare;
• Oferă grupelor de elevi: vas, o masă m de gheață, sursă de căldură și un termometru și cere elevilor: - să încălzească apa(<i>atenție frige!!!</i>); - să măsoare temperatura înainte de a pune gheața în vas și după ce s-a topit; - să treacă într-un tabel temperaturile măsurate; - să observe fenomenele ce apar; - să repete experimentul folosind mase diferite de gheață; - să înregistreze și să comunice observațiile realizate și ipotezele cu privire la transferul de căldură, temperatura de topire etc.;	• Organizați în grupuri de lucru: - încălesc apa(<i>atenție frige!!!</i>); - măsoară temperatura; - înregistrează temperaturile înainte de a pune gheața în vas și după ce s-a topit; - trec într-un tabel temperaturile măsurate; • Organizați în grupuri de lucru, constată că: - apa fierbe la 100°C; - gheața se topește la 0°C; - după un anumit interval de timp se topește gheața; - timpul de topire depinde de masa de gheață; - la fierbere apa primește căldură; - la topire gheața cedează căldură;
• Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale, alcătuit după preferințe (profiluri cognitive, stiluri de învățare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele	• 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

efectuate în clasă și acasă și produse diverse; ²⁵	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;²⁶	• 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), cerând elevilor să gândească și să prezinte alcătuirea <i>portofoliului propriu</i> necesar evaluării finale, „<i>Jurnal de observații</i>” (observații sistematice, de ex., Repartizarea căldurii pentru Oala... minune! etc.); <i>Demonstrații experimentale:</i> ce observă dacă se pune acetonă în palmă? aburii pe care îi vezi ridicându-se deasupra unei cești de ceai fierbinte sunt oare vapori de apă? <i>Construcții de dispozitive</i> (de ex., un dispozitiv pentru fierberea apei.	• Efectuează tema pentru acasă - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcții, demonstrații etc.), lucrând în grupe/ individual.

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știu sau cred eu despre ea?

Competențe specifice (derivate din modelul experimentului): 2. Realizarea dispozitivului experimental și colectarea datelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Lecția 2

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/ ipotezele formulate cu privire la efectele interacțiunii dintre generator și consumator, la cauzele diferențelor dintre tensiunea electromotoare și tensiunea de la bornele becului etc.;	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor,	

²⁵ **Tipuri de produse ale activității elevilor:** 1. Referate științifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecții de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observații” (observații proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziția elevilor în clasă); 4. Demonstrații experimentale; 5. Construcții de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

²⁶ **Protocolul de evaluare** privește: a) **tipul instrumentelor de evaluare și modul de aplicare:** verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notițe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) **criteriile evaluării sumative** (derivate din competențele specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

<i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.);</i>	
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): 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 (atenție la flacără);  și cere elevilor să obțină Nori în... butelie urmând următorii pași:: - 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); - înșurubează capacul, ce observă? (În câteva secunde, vaporii de apă din butelie devin saturați); - strânge puternic flaconul pentru câteva secunde, apoi eliberează-l brusc; - să formuleze ipoteze cu privire la fenomenele observate;	• Organizați în grupuri de lucru, elevii pot să formuleze ipoteze și posibile explicații: <i>Strângând puternic flaconul, mărești presiunea și temperatura aerului și a vaporilor de apă. Așteptând câteva secunde, este transferată căldură mediului ambiant, astfel încât aerul și vaporii de apă au din nou aproape temperatura mediului ambiant, dar la o presiune mai ridicată, vaporii fiind saturați; Eliberând brusc flaconul, presiunea și temperatura scad brusc (destindere adiabatică), iar vaporii devin suprasaturați – cantitatea de vaporii din aer este mai mare decât cea corespunzătoare stării de vaporii saturați la temperatura acum mai coboară. Cu toate acestea, vaporii nu condensează! Condensarea vaporilor are nevoie de centre de condensare, care să favorizeze începerea condensării;</i> <i>Deșurubează capacul și aruncă în interiorul flaconului un băț de chibrit aprins. Acesta se stinge imediat, dar particulele de fum pe care le lasă în aerul din flacon reprezintă excelente centre de condensare. Înșurubează 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 și întâlnesc aer foarte rece, devin suprasaturați și condensează în jurul particulelor de praf sau ale altor centre de condensare;</i>
• Oferă elevilor apă, pahare, termometre, gheață și cere elevilor: - să măsoare temperatura din clasă și a apei din pahar; - să pună gheața în apă; - să măsoare temperatura după ce gheața s-a topit; - să descrie fenomenele observate; - să formuleze ipoteze cu privire la apariția vaporilor pe pereții exteriori ai paharului;	• Organizați în grupuri de lucru, observă că - temperatura scade când pune gheața în apă; - apar picături de apă pe pereții 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) și cere elevilor: 1. să reprezinte grafic relația dintre curent și tensiune pentru seturile de valori înregistrate; 2. să compare graficele obținute pentru bobină și bec și să formuleze ipoteze cu privire la diferențele observate; 3. să conceapă experimente proprii pentru a verifica ipotezele propuse etc.	• Efectuează tema pentru acasă.

Secvența a III-a. Reflecție-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competențe specifice (derivate din modelul experimentului): 3. Prelucrarea datelor și elaborarea concluziei;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului inductiv; de formare a abilităților de 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 contraexemplu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 3

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 informațiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă și să distingă reguli/ pattern-uri în datele colectate, pe baza reprezentărilor grafice realizate, prin <i>idealizarea/ abstractizarea</i> acestora;	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • Comunică rezultatele obținute prin efectuarea temei pentru acasă și 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 și paharului;
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, <i>norme de protecția muncii în laborator</i> etc.);	
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): <i>studiarea experimentală a fenomenelor de vaporizare condensare și verificarea legilor vaporizării - condensării</i>;	
- • Denumeste noțiunea de vaporizare, condensare, vaporizare în vid și atmosferă gazoasă, vaporii saturanți, cum și când se obțin această;	• Definesc vaporizarea și condensarea, vaporii saturanți; • Caracterizează condițiile vaporizării în vid și atmosferă gazoasă; • Enunță legile vaporizării în vid și atmosferă gazoasă, cu aplicabilitate pentru evaporare și fierbere;
• Oferă elevilor: apă, vas, sursă de căldură (fierbător), termometre și cere elevilor pe baza experimentului realizat de ei analizeze producerea vaporizării și condensării, și să enunțe legile vaporizării în vid și atmosferă gazoasă, să analizeze pentru fiecare experiment diferențele de temperatură și căldură transferată;	• Calculează diferența de temperatură și transferul de căldură pentru vaporizare și condensare după formula: $\lambda = Q/m$, $[\lambda]_{SI} = J/kg$;
• *Cere elevilor (facultativ) să înscrie în tabelul temperatura măsurată și să comunice rezultatele lor pentru: - valoarea medie a căldurii schimbate (după eliminarea erorilor grosolane); $Q = mc\Delta t$ - erorile absolute asociate măsurărilor; $\Delta(Q) = Q - (Q)_m$; - rezultatul măsurării (căldura): $Q = (Q)_m \pm \Delta(Q)_m$;	• *Efectuează calcule;
• Denumeste evaporarea și fierberea. Legile	• Definesc evaporarea și fierberea;

acestora;	• Aplică legile vaporizării pentru evaporare și fierbere;
• *Ghidează elevii să studieze evaporarea și fierberea și să verifice legile vaporizării în vid, să identifice de cine depinde viteza de fierbere și evaporare, temperatura la care au loc fenomenele, cum se modifică temperatura în timpul acestor fenomene;	• Organizați în grupuri de lucru, elevii observă progresiv: 1. evaporarea - are loc la orice temperatură; - viteza crește 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 crește când presiunea exterioară crește; - fierberea începe atunci când, prin ridicarea temperaturii, presiunea vaporilor saturați devine egală cu cea exterioară exercitată asupra suprafeței libere a lichidului;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă): și cere elevilor să utilizeze legile transformărilor de fază pentru calcularea căldurii latente specifice (culegere de probleme).	• Efectuează tema pentru acasă.

Secvența a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul experimentului): 4. Testarea concluziei și a predicțiilor bazate pe ea și prezentarea rezultatelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului deductiv; de formare a abilităților 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.

Lecția 4

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.); • Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): studiul fenomenelor de topire și solidificare; și revine la întrebarea inițială: „Topirea retrogradă unul din paradoxurile naturii” cerând elevilor să prezinte noi argumente la întrebare, să dea exemple de alte paradoxuri;	• Organizați în grupe, prezintă în clasă rapoarte de autoevaluare, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • Organizați în grupe, prezintă în clasă rapoarte de autoevaluare, evocă aspecte interesante, dificultăți întâlnite, noi probleme, argumente la întrebarea inițială etc.; • Topirea retrogradă este paradox asemănător cu anomalia apei care constă în trecerea unei substanțe din stare solidă în stare lichidă la scăderea temperaturii acesteia. • Un alt paradox-anomalia apei;
• *Oferă elevilor materiale: cuburi de gheață;	• *Măsoară temperatura la care se produce fenomenul

<i>cronometre; termometre și cere elevilor:</i> - să măsoare temperatura la care se produce fenomenul de topire, timpul cât durează topirea; - să mărească presiunea și să comunice rezultatele obținute;	<i>de topire și timpul cât durează topirea;</i> - trasează diagrama de topire (T, timp);
• Definește (operațional) topirea și solidificarea, denumeste diferența dintre aceste fenomene și cere elevilor să explice această diferență și să dea exemple de fenomene întâlnite de ei;	• Formulează ipoteze privind diferența dintre aceste fenomene pornind de la exemplele date: - formarea norilor; - prin topire volumul crește iar prin solidificare volumul scade; - apa prezintă o anomalie, adică își mărește volumul prin înghețare; - temperaturile de sublimare și desublimare depind de presiunea exterioară;
• Cere elevilor să deducă legile topirii și solidificării pe baza rezultatelor experimentale înregistrate;	• Deduc legile topirii și solidificării;
• Definește (operațional) căldura latentă de topire și solidificare și 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 bilanț al felului cum variază temperatura pe timpul transformărilor (<i>temperatura rămâne constantă dacă presiunea este constantă</i>);	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă, pe o diagramă): - temperatura crește până începe topire apoi rămâne constantă și se numește temperatură de topire; - temperatura scade până începe solidificarea apoi rămâne constantă și se numește temperatură de solidificare; - temperatura de topire este egală cu cea de solidificare; • Revin la întrebarea inițială paradox al naturii?, evocă observații, experiențe și arată că acest paradox constă în topirea unor substanțe cu scăderea temperaturii acestora și prezintă un alt paradox din natură: anomalia apei;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să repete experimentul din clasă dar să introducă sare în apă până saturație și să explice diferența între cele două tipuri de experimente, la ce temperatură va îngheța? etc.	• Efectuează tema pentru acasă. - verifică saturația prim metoda cu oul care stă la suprafața apei când apa este saturată; - temperatura de fierbere e mai mare; - temperatura de solidificare (înghețare) este de $-20^{\circ}C$.

Secvența a V-a. Transfer

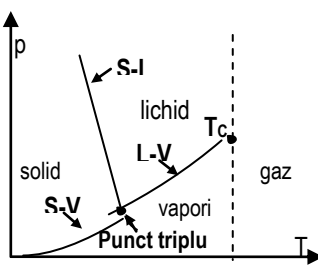
Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul experimentului): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc.; de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor; de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: analogie cu anticiparea mijloacelor. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de înșușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (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 prezinte rezultatele obținute și valorificarea rezultatelor; • 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 <i>rapoarte de autoevaluare</i> și evocă dificultăți/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe (valori și limite) etc.;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): studiul fenomenelor de sublimare și desublimare;	
• *Oferă elevilor materiale: pastile de naftalină; cronometre; termometre și cere elevilor: - să măsoare temperatura la cere se produce fenomenul de sublimare, timpul cât durează sublimarea ; - să mărească temperatura (să așeze vasul pe o plită caldă); - să comunice rezultatele obținute;	• *Măsoară temperatura la cere se produce fenomenul de sublimare, timpul cât durează sublimarea ; • *Pe baza măsurătorilor înregistrate, comunică în clasă următoarele observații, respectiv, generalizări: - sublimarea se face cu primire de căldură, la 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 substanței, masă etc.;
• Definește (operațional) sublimarea și desublimarea, denumeste diferența dintre aceste fenomene și cere elevilor să explice această diferență și să dea exemple de fenomene întâlnite de ei;	• Formulează ipoteze privind diferența dintre aceste fenomene pornind de la exemplele date: - zăpada și gheața sublimează direct în vapori, așa se explică uscarea rufelor iarna; - tot prin fenomenul de sublimare se explică mirosul unor corpuri solide (detergent, săpun, naftalină etc.); - temperaturile de sublimare și desublimare depind de presiunea exterioară;
• Cere elevilor să deducă legile sublimării și desublimării pe baza rezultatelor experimentale înregistrate;	• Deduc legile sublimării și desublimării și calculează căldura latentă specifică după formula: $\lambda = Q/m, [\lambda]_{SI} = J/kg$
• Definește (operațional) punctul triplu și starea triplă; și 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; <i>În tabelul de prezentare al bilanșului energetic al proceselor, remarcă existența un marcaj pentru procedeele de topire și solidificare. La ce se referă această semnalare?</i>	• Trasează diagrama:  Diagrama echilibrului de fază pentru apă <i>Remarcă cele trei curbe ce corespund echilibrului fazelor lichid-vapori (L-V), solid-vapori (S-V), solid-lichid (S-L), precum și punctul de intersecție al acestora, punctul triplu, ce corespunde echilibrului celor trei faze;</i>

	• Constată faptul că pentru o anumită valoare a presiunii, există o anumită valoare a temperaturii pentru care se obține echilibrul fazelor; • Identifică în diagrama fazelor și zonele din planul p, V ce corespund fazei solide, lichide, de vapori, remarcând faptul că pentru orice valoare a presiunii, pentru $T > T_c$ substanța 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 substanțe, existând și substanțe 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 tranzițiile de fază: 1. Căldura latentă specifică de topire a gheții este mai mare comparativ cu a altor substanțe, 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 inundațiilor ce se produc în urma topirii zăpezii; 2. Majoritatea substanțelor se comportă la topire și solidificare astfel : volumul lor crește în urma topirii, contractându-se la solidificare. Există însă substanțe, printre care și 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 și autoevaluarea portofoliului, pentru <i>evaluarea rezultatelor finale</i>, vizând competențele cheie;²⁷	• Prezintă portofoliile, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;
• Anunță verificarea orală/ testul scris pentru lecția următoare, reamintește elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe <i>competențele specifice înscrise în programele școlare</i>, vizând noțiunile însușite și abilitățile de operare cu acestea corespunzătoare competenței 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 teme/ proiectele viitoare etc.	• *Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, la întâlniri cu responsabili ai administrației școlare/ locale, să informeze factori de decizie locali cu privire la calitatea unor produse, măsuri de protecție a mediului, a propriei persoane și altele; • Efectuează tema pentru acasă.

²⁷ Criteriile de evaluare finală vor fi expuse în anexele unităților de învățare.

Alături de criteriile furnizate de **competențele specifice înscrise în programele școlare** (vizând, în special, componentele „cunoștințe” și „abilitățile de operare cu noțiunile însușite” corespunzătoare **competenței cognitive/ de rezolvare de probleme**), *evaluarea portofoliului* ar putea avea în vedere și celelalte **competențe-cheie** cum sunt (după Gardner, 1993):

29. **competențe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alți elevi, profesori, experți, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
30. **abilități cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
31. **competența antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovație, execuție, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
32. **competențe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanța față de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut și de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoștințe (valori și 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, Iași 2001
62. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2005
63. Păcurari, O. (coord.), *Învățarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001.
64. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., București 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_IjYj4GX4
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_agregare[http://ro.wikipedia.org/wiki/Circuitul_apei %C3%AEn natur%C4%](http://ro.wikipedia.org/wiki/Circuitul_apei_%C3%AEn_natur%C4%83)
[83](http://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 învățare: X.6.1

Calorimetrie

sau

„Dacă peste apa fierbinte dintr-un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aștepti ca apa inițial caldă să rămână caldă?”

Doina Petre

Clasa: a X-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 5

Conținuturi repartizate unității de învățare: 1.2. *Calorimetrie*. Noțiuni teoretice despre calorimetrie. Principiile calorimetriei. Ecuația calorimetrică. Studiul calorimetrului. Determinarea căldurii specifice a unui corp solid. (Programa de fizică pentru clasa a X-).

Modelul de învățare asociat: INVESTIGAȚIA

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea și interpretarea informațiilor;
III. Reflecție - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare și comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele investigației științifice** (reprezentând competențe specifice), ca un grup de lecții focalizat pe o **întrebare deschisă**: „Dacă peste apa fierbinte dintr-un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aștepti ca apa inițial caldă să rămână caldă?” (cu soluții multiple), învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigației. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare și eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de o discrepanță, și anume: „În termos substanța nu schimbă căldură cu exteriorul, rămâne la aceeași temperatură (înveliș adiabatic). Pe parcursul unității de învățare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *În termos are loc schimb de căldură între apa fierbinte și apa rece până la realizarea echilibrului termic, abia după aceea temperatura rămâne constantă.*

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației.

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); 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 și etapelor și ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 1

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): încadrează materialul cu tema: <i>Căldură mare, monșeri!</i> într-un concept mai cuprinzător (fenomene termice, calorimetrie); - Prezintă un citat din materialul prezentat: „Animăluțelor urbane li se pare ca în ultimele zile a fost cam cald. Corecție: li se pare ca a fost chiar insuportabil de cald”, precizând că tema face referire la căldură și transferul acesteia;	• Evocă observații, experiențe și întâmplări personale privind plutirea corpurilor în apă, în aer, necesitatea înțelegerii condiției de plutire în activitatea zilnică etc.; - elevii privesc pe ecran materialul și după zâmbete vor emite primele ipoteze; - analizează din nou cu mare atenție imaginile; - citesc și analizează cu atenție citatul prezentat de profesor; - încearcă să își amintească despre căldură și transferul acesteia prin corpul uman din lecțiile anterioare;
• Evocă întrebarea de investigat din „Jurnalul de observații științifice” (la dispoziția elevilor în clasă): - <i>Căldură mare monșeri!</i> - „Dacă peste apa fierbinte dintr-un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aștepți ca apa inițial caldă să rămână caldă? ; și cere elevilor să găsească explicații/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat;	• Formulează ipoteze (răspunsuri) la întrebare, întrebări, de exemplu: - analizează afirmațiile din imagini și mai ales ipotezele emise: 1. optimiștii: „Ei o să fie bine. Doar nu ne vom topi cu totul!”; 2. pesimiștii: „O să leșinăm, o să murim! „ Câtă căldură este necesară pentru a ne topi?; - analizează întrebarea esențială și unii emit ipoteza precum că apa caldă se răcește deoarece are loc transfer de căldură; alții spun ca nu deoarece in termos temperatura rămâne aceeași;
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Evocă/ exersează măsurarea masei și măsurarea volumului (utilizând corpuri din materiale diverse, solide și lichide, balanță, dinamometrul, cilindrul gradat, apă, seringi);
• Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor formulate de ei; orientează gândirea elevilor către identificarea proprietăților fizice și definirea calorimetriei și 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 situații care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica legătura schimbului de căldură cu variația temperaturii, transmiterea căldurii prin conducție, convecție și radiație; menționează calorimetrie, principii, transfer de căldură volumul, materialul (substanța) și reformulează ipotezele formulate anterior: arată că moleculele apei inițial 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 funcție de variantele de răspuns sau de preferințe;

• 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;²⁸	• 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);²⁹	• Evocă semnificațiile, accesibilitatea, relevanța <i>criteriilor de evaluare</i> 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 să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informații de tipul „Ce este un lucru?”.	• Efectuează tema pentru acasă - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcții, demonstrații etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știu sau cred eu despre ea?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 2. Colectarea probelor, analizarea și interpretarea informațiilor.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecție de formare a priceperilor și deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Lecția 2

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, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> 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); • Oferă elevilor materiale pentru	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; evaluează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• Oferă elevilor materiale pentru	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii:

²⁸ **Tipuri de produse ale activității elevilor:** 1. Referate științifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecții de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observații” (observații proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziția elevilor în clasă); 4. Demonstrații experimentale; 5. Construcții de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe teme studiate etc.

²⁹ **Protocolul de evaluare** privesc: a) *tipul instrumentelor de evaluare și modul de aplicare*: verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notițe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) *criteriile evaluării sumative* (derivate din competențele specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

experimentare (calorimetru, apă, fir de aliaj de lipit, termometru, sursă de căldură, pahar de sticlă termorezistentă pentru fierț apă etc.) și cere elevilor să experimenteze (să măsoare masa și lungimea unui fir lung de aliaj de lipit, să calculeze masa unității de lungime, să taie lungimea corespunzătoare unei mase de 50 g și înfășurați-o pe un creion rotund. Formați un cârlig la un capăt al înfășurării și legați de cârlig un fir de ață lung de aproximativ 30 cm) și să determine căldura specifică a aliajului; <i>Fiecare grupă va avea alt aliaj și va efectua mai multe determinări pentru lungimi diferite ale firului;</i> 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 și masa aliajului de lipit, și înregistrează valorile lungimii, temperatura, volumul apei din calorimetru; - observă nivelul de scufundare a corpului în apa din calorimetria; măsoară și înregistrează: temperatura acestora (apă, calorimetru); - compară temperatura apei din calorimetru după ce s-a introdus corpul (așteptând realizarea echilibrului) cu cea inițială; - efectuează, observă, măsoară și înregistrează: 1. Toarnă în calorimetru o cantitate de apă cu masa 100 g și 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 ață 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 (ținând de capătul liber al firului de ață) și cufundați-o repede în apa din termos. Notează temperatura la care se stabilește echilibrul termic; 4. Aplicați principiile calorimetriei și determinați căldura specifică a aliajului de lipit; - Compară rezultatul obținut cu cele obținute de celelalte echipe. Analizați sursele de erori care ar fi putut afecta rezultatul și faceți propuneri pentru creșterea acurateții determinării;
• Cere elevilor să comunice observațiile;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile privind condițiile 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 și faceți propuneri pentru creșterea acurateții determinării; - compară rezultatul obținut experimental cu valoarea din tabelul cu coeficienți calorici; • Dacă și-au încheiat activitatea, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigații sunt în curs de desfășurare;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor, organizați 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.

Secvența a III-a. Reflecție-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de 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

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 <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • Analizează datele credibile, argumentează alegerile și reunesc într-un tabel comun masele, timpul și temperaturile măsurate pentru substanțele puse la dispoziție;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): 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 crește până la atingerea echilibrului termic;	• Formulează ipoteze privind: - După un anumit timp se realizează echilibrul termic, termometrul indică aceeași temperatură; - Oricare ar fi corpurile care interacționează termic, suma algebrică a cantităților 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: <i>la transformări de fază temperatura rămâne constantă în timp; iar cele două faze în care se găsește substanța la un moment dat sunt în echilibru termic;</i>
• Precizează elevilor că substanțele/ corpurile observate diferă prin temperatura inițială, starea lor de agregare, respectiv prin cantitatea de căldură primită sau cedată; denumeste acest proprietate conducție, convecție sau radiație termică și o definește ca raportul dintre cantitatea de căldură primită sau cedată de masa m a unui corp în unitatea de timp ; apoi cere elevilor să transpună observațiile anterioare <i>în termeni de „căldură specifică”</i>;	• Reformulează constatările, în termeni de conducție, convecție sau radiație termică: <i>corpurile pot schimba pentru unitatea de masă, o căldură bine determinată, definită de natura acestuia;</i> • Constată că putem afla materialul din care este alcătuit corpul dacă am determinat căldura specifică a acestuia; • Reformulează observațiile din etapa de explorare-experimentare și propun explicații sub forma unor <i>generalizări (inducții)</i>: întotdeauna căldura trece de la sine de la corpul „cald” la cel „rece”; • Formulează enunțul (relația, legea) Oricare ar fi corpurile care interacționează termic, suma algebrică a cantităților de căldură transferate este nulă (al doilea principiu al calorimetriei) etc.;
• Cere elevilor să revină la întrebarea de investigat: <i>Dacă peste apa fierbinte dintr-un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aștepti ca apa inițial caldă să rămână caldă?</i> și cere elevilor să formuleze o explicație a fenomenului observat;	• Formulează un argument la întrebarea inițială: Moleculele apei inițial caldă sunt mai energice. Amestecate cu cele ale apei inițial rece (mai puțin energice), vor interacționa până când energiile cinetice medii ale moleculelor se vor egala. Toată apa din termos va ajunge la aceeași temperatură – mai mică decât cea a apei inițial caldă și mai mare decât cea a apei inițial rece; generalizând: dacă mai multe corpuri cu temperaturi inițiale diferite interacționează termic, după un timp suficient de lung, ajung toate la aceeași temperatură, <i>Primul principiu al calorimetriei;</i>
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să răspundă la întrebări, cum sunt:	• Efectuează tema pentru acasă: <i>Posibilă explicație:</i> Energia cinetică pierdută de moleculele inițial mai energice este câștigată 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 inițial fierbinte?.	moleculele inițial mai puțin energice (ale apei inițial rece, ale termosului, ale aerului din imediata vecinătate a apei etc.). Pe ansamblu, nu se pierde și nu se câștigă energie cinetică de agitație termică - aceasta doar se redistribuie etc.
---	---

Secvența a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 4. Includerea altor cazuri particulare și comunicarea rezultatelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului deductiv; de formare a abilităților 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 4

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.); • Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): stabilirea relațiilor căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, 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/ soluțiilor 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 explicație/ soluție mai bună decât alta?; Ce explicații/ soluții nu sunt încă susținute de probe? Ce soluție mai bună am putea adopta? Etc. ; Materiale: termos, apă, fir de aliaj de lipit, termometru, sursă de căldură, pahar de sticlă termorezistentă pentru fierț apă etc. pe baza condițiilor de funcționare a motoarelor termice: - determinare a căldurii specifice pentru aliajul de lipit se realizează în alt mod: se lasă firul în termos și se toarnă apa fiartă în termos;- se diminuează astfel față de primul experiment pierderile de căldură în timpul aducerii firului încălzit în termos;	• Organizați în grupuri de lucru, elevii: p) observă că s-au optimizat condițiile de izolare termică pentru termos în comparație cu calorimetrul; q) calculează căldura specifică pentru aliajul de lipit; r) demonstrează experimental că în condiții de izolare foarte bună(înveliș adiabatic la termos) valoarea obținută are mai mici erori ca în primul experiment; s) construiesc un calorimetru , posibil din două pahare de plastic unul mare altul mai mic așezat pe un dop de plută în primul, capacul este din carton etc.; t) calculează căldura specifică ; u) calculează erorile și constată că sunt mai mari decât prin celelalte metode; sursa principală de erori este slaba izolare termică, învelișul 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 (construcții de dispozitive, lucrări de laborator, demonstrații/ determinări

Întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigațiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. <i>Preambul/ Teoria lucrării</i> (definiții ale mărimilor fizice utilizate, enunțuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. <i>Materiale necesare</i>; 3. <i>Modul de lucru</i> (operații de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. <i>Date experimentale</i> (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. <i>Concluzii</i> (enunțuri generale, validarea unui enunț).	experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice și literare etc.), convin modul de prezentare (planșe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme și filmări proprii montate pe calculator etc.); • Negociază în grup conținutul și structura raportului final, convin modalitatea de prezentare (construcții, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • Întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigațiilor proprii, consecințe ale explicațiilor găsite.
--	---

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: *analogie cu anticiparea mijloacelor*. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 5

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea <i>temelor efectuate acasă</i> și cere elevilor să prezinte rezultatele obținute și valorificarea rezultatelor; • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, <i>norme de protecția muncii în laborator</i> etc.); • Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): prezentarea și evaluarea raportului final;	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i> și evocă dificultăți/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe etc.;
• Cere elevilor să determine experimental - <i>căldura specifică pentru două bile din metale necunoscute, de aceeași dimensiuni; Fiecare grupă va avea bile din alte metale și va efectua mai multe determinări pentru aceeași bilă (Prin determinarea căldurii specifice a bilelor, să verifice din ce substanță este alcătuit!), să realizeze previziuni (interpolări, extrapolări) pentru bile de mase diferite echilibrul se realiza în timpi diferiți, să distingă/ clasifice substanțele/ corpurile în funcție de căldura specifică etc.;</i>	• Organizați în grupurile de lucru, elevii: - măsoară timpul pentru realizarea echilibrului termic, și fenomenul de conducție termică, etc.; - determină experimental dependența căldurii specifice de natura corpurilor; - demonstrează/ aplică pe baza graficului căldurii specifice cu variația temperaturii dependența lineară a acesteia;
• Implică elevii în prezentarea și 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

competențele cheie ³⁰ ;	stabilite în <i>protocolul de evaluare</i> ;
• Anunță verificarea orală/ testul scris pentru lecția următoare, reamintește elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe <i>competențele specifice înscrise în programele școlare</i>, vizând noțiunile însușite și abilitățile de operare cu acestea corespunzătoare competenței cognitive/ de rezolvare de probleme;	Test sumativ; Referatul lucrării de laborator;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), acțiuni colective în afara clasei, legături cu teme/ proiectele viitoare etc.; 1. Cum poți oare întoarce din drum radiația termică? 2. Ritmul răcirii: Încălzește apă într-un ibric (sau alt vas metalic din bucătărie). Ia ibricul de pe foc și măsoară cu un termometru, din minut în minut, temperatura apei. Transcrie datele într-un tabel și reprezintă grafic cum scade în timp temperatura apei. Când scade mai repede temperatura apei: când aceasta este fierbinte sau când este doar cu puțin mai caldă decât aerul din încăpere?	• *Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele; <i>Posibil răspuns:</i> 1. Cu oglinzi! Suprafețele reflectorizante împiedică transferul de căldură prin radiație(asemeni termosului). Termosul poate fi utilizat drept calorimetru dacă înlocuiești capacul termosului cu unul prin care să poți trece un termometru și un agitator; 2. Viteza de răcire (cu câte grade scade temperatura în fiecare minut) este cu atât mai mare cu cât este mai mare diferența de temperatură dintre apa fierbinte și 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., București 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., București 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 competențe** vor fi expuse în *anexele* unităților de învățare. Alături de criteriile **competenței cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competențele specifice înscrise în programele școlare** vizând, componentele „cunoștințe” și „abilități” (de operare cu cunoștințele însușite) corespunzătoare acestei competențe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere și celelalte **competențele-cheie** (după Gardner, 1993):

33. **competențe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alți elevi, profesori, experți, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
34. **abilități cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
35. **competența antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovație, execuție, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
36. **competențe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanța față de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut și de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoștințe (valori și limite) etc.

Unitatea de învățare: X.6.2

Calorimetrie

sau

„Dacă peste apa fierbinte dintr-un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aștepti ca apa inițial caldă să rămână caldă?”

Doina Petre

Clasa: a X-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 5

Conținuturi repartizate unității de învățare: 1.2. Calorimetrie. Noțiuni teoretice despre calorimetrie. Principiile calorimetriei. Ecuația calorimetrică. Studiul calorimetrului. Determinarea căldurii specifice a unui corp solid. (Programa de fizică pentru clasa a X- a).

Modelul de învățare asociat: PROIECTUL

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operațional (motivarea proiectului și analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului și a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea și interpretarea informațiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecție - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) și raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea produsului (de învățare).

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele investigației științifice** (reprezentând competențe specifice), ca un grup de lecții focalizat pe o **întrebare deschisă: „Dacă peste apa fierbinte dintr-un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aștepti ca apa inițial caldă să rămână caldă?”** (cu soluții multiple), învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigației. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului:** prin „încercare și eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de o discrepanță, și anume: „*În termos substanța nu schimbă căldură cu exteriorul, rămâne la aceeași temperatură (înveliș adiabatic).* Pe parcursul unității de învățare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: *În termos are loc schimb de căldură între apa fierbinte și apa rece până la realizarea echilibrului termic, abia după aceea temperatura rămâne constantă.*”

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?

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

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor și expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); 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 și etapelor și ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 1

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): ” precizând că tema face referire la căldură și transferul acesteia elevilor se proiectează materialul cu tema: <i>Căldură mare, monșer: „Animălușelor urbane li se pare ca în ultimele zile a fost cam cald. Corecție: li se pare ca a fost chiar insuportabil de cald; și evocă</i> întrebarea esențială: „Dacă peste apa fierbinte dintr-un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aștepti ca apa inițial caldă să rămână caldă?”	• Evocă observații, experiențe și întâmplări personale privind plutirea corpurilor în apă, în aer, necesitatea înțelegerii condiției de plutire în activitatea zilnică etc.; - elevii privesc pe ecran materialul și după zâmbete vor emit primele ipoteze; - analizează din nou cu mare atenție imaginile; - citesc și analizează cu atenție citatul prezentat de profesor; - încearcă să își amintească despre căldură și transferul acesteia prin corpul uman din lecțiile anterioare; - emit ipoteze referitoare la temperatura apei din termos;
• Oferă elevilor un portofoliu de teme propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unității de învățare, sub forme ca: (1) demonstrații/ modelări experimentale: studiul căldurii specifice a apei prin metoda amestecurilor; (2) construcții: - construirea unui calorimetru utilizând 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 științifice explicând: - explică de ce ne arde soarele la prânz și când e bine să ne expunem pentru bronzare; - motivează pe baza absorbției căldurii de ce vara trebuie să ne îmbrăcăm în haine subțiri de bumbac, în și de culoare deschisă iar iarna cu haine groase și de culoare închisă; - prezintă metode de protecție la căldură; (4) postere, desene, eseuri literare etc., evocând noile cunoștințe 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 științific; • Asumă roluri în grupul de lucru, negociază tipul de produs care va fi prezentat (construcții, demonstrații/ determinări experimentale, poster, prezentare P.P.);
• Cere elevilor să evoce cunoștințele proprii legate de proiectele propuse (ceea ce elevii știu), să distingă <i>noțiunile relevante</i> (căldură, transfer de căldură, principiul al I-lea al termodinamicii, calorimetrie, descrierea calorimetrului - care sunt principiile calorimetriei - ce metode se utilizează pentru determinarea coeficienților calorici); • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură: calorimetrului, termometru pentru măsurarea temperaturii, etc.);	• Evocă aspecte interesante, curiozități, dificultăți legate de proiectul ales, experiențe personale, observații în mediul înconjurător, deosebind fenomenele conducție, convecție, radiație, calorimetru, coeficienți calorici, diagramă de echilibru;
• Consultă elevii (eventual, părinții/ colegii de catedră) pentru a stabili un protocol de evaluare	• Evocă semnificațiile, accesibilitatea, relevanța criteriilor de evaluare a rezultatelor: 1. asumând sarcini

³¹ **Tipuri de produse ale activității elevilor:** 1. Referate științifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecții de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observații” (observații proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziția elevilor în clasă); 4. Demonstrații experimentale; 5. Construcții de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

a rezultatelor finale ale elevilor (la sfârșitul parcurgerii unității de învățare) ³² ;	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 să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă informații despre calorimetrie și aplicațiile acesteia.	• Efectuează tema pentru acasă - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcții, demonstrații etc.), lucrând pe grupe/ individual; Caută informații pe internet, bibliotecă.

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știu sau cred eu despre ea?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea și interpretarea informațiilor, reprezentarea și realizarea preliminară a produsului („proiectului”);

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Lecția 2

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; evocă proiectele pentru care elevii au optat și stimulează elevii să prezinte informațiile colectate/ produsele realizate; • 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 <i>rapoarte de autoevaluare</i>, 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 resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de parcurs etc.;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): ipoteze privind plutirea corpurilor; norme de protecția muncii în laborator;	• Formulează ipoteze privind relațiile studiate;
• Oferă elevilor materiale pentru experimentare (calorimetru, apă, fir de aliaj de lipit, termometru, sursă de căldură, pahar de sticlă termorezistentă pentru fierat apă etc.) și cere elevilor să experimenteze (să măsoare masa și lungimea unui fir lung de aliaj de lipit, să calculeze masa unității de lungime, să taie lungimea corespunzătoare unei mase de 50 g și înfășurați-o pe un creion rotund. Formați un cârlig la un capăt al înfășurării și legați de	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: - aleg materialele de pe masa de lucru, măsoară lungimea și masa aliajului de lipit, și înregistrează valorile lungimii, temperatura, volumul apei din calorimetru; - observă nivelul de scufundare a corpului în apa din calorimetru; măsoară și înregistrează: temperatura acestora (apă, calorimetru); - compară temperatura apei din calorimetru după ce s-a introdus corpul (așteptând realizarea echilibrului) cu cea inițială;

³² **Protocolul de evaluare** privesc a) **tipul instrumentelor de evaluare și modul de aplicare:** verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notițe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) **criteriile evaluării sumative** (derivate din competențele specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

cârlig un fir de ață lung de aproximativ 30 cm) și să determine căldura specifică a aliajului; <i>Fiecare grupă va avea alt aliaj și va efectua mai multe determinări pentru lungimi diferite ale firului;</i> Să recupereze aliajul de lipit – acesta poate fi folosit în proiectele viitoare, nefiind afectat de "tratamentul" la care a fost supus; <i>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 esențiale pentru reușita operației;</i>	- efectuează, observă, măsoară și înregistrează: 1. Toarnă în calorimetru o cantitate de apă cu masa 100 g și 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 ață 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 (ținând de capătul liber al firului de ață) și cufundați-o repede în apa din termos. Notează temperatura la care se stabilește echilibrul termic; 4. Aplică principiile calorimetriei și determinați căldura specifică a aliajului de lipit; - Compară rezultatul obținut cu cele obținute de celelalte echipe. Analizați sursele de erori care ar fi putut afecta rezultatul și faceți propuneri pentru creșterea acurateții determinării;
• Cere elevilor să comunice rezultatele obținute;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile privind condițiile 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 și faceți propuneri pentru creșterea acurateții determinării; - compară rezultatul obținut experimental cu valoarea din tabelul cu coeficienți calorici; • Dacă și-au încheiat activitatea, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigații sunt în curs de desfășurare;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor, organizați în grupurile de lucru stabilite, să conceapă experimente pentru a răspunde la un set de întrebări; 1. "Ritmul răcirii". Încălzește apă într-un ibric (sau alt vas metalic din bucătărie). Ia ibricul de pe foc și măsoară cu un termometru, din minut în minut, temperatura apei. Transcrie datele într-un tabel și reprezintă grafic cum scade în timp temperatura apei. Când scade mai repede temperatura apei: când aceasta este fierbinte sau când este doar cu puțin mai caldă decât aerul din încăpere? 2. „Un grad în plus!” Imaginează-ți că ai pregătit apa pentru baie și nu ești mulțumit 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. <i>Cura de apă... rece!</i> 4. <i>Încălzirea eficientă.</i>	• 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 diferența de temperatură dintre apa fierbinte și aerul din încăpere; 3. Atunci când bei apă rece, aceasta se încălzește 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. Așa se reduce cel mai mult consumul de gaze (și se reduce, totodată, timpul de așteptare.

Secvența a III-a. Reflecție-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

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

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 contraexemplu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 3

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 în lecția anterioară și prin tema efectuată acasă, să prezinte rezultatele obținute; • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, <i>norme de protecția muncii în laborator etc.</i>); • 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.; valuează informațiile colectate etc.;
• Invită elevii să distingă un patern care să explice: 1. „<i>Ritmul răcirii</i>”. Încălzește apă într-un ibric (sau alt vas metalic din bucătărie). Ia ibricul de pe foc și măsoară cu un termometru, din minut în minut, temperatura apei. Transcrie datele într-un tabel și reprezintă grafic cum scade în timp temperatura apei; Când scade mai repede temperatura apei: când aceasta este fierbinte sau când este doar cu puțin mai caldă decât aerul din încăpere? 2. „<i>Un grad în plus!</i>” Imaginează-ți că ai pregătit apa pentru baie și nu ești mulțumit 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;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii analizează datele credibile (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) și raportează concluziile/ explicațiile 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 diferența de temperatură dintre apa fierbinte și aerul din încăpere; 2, folosind ecuația 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 încălzește 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. Așa se reduce cel mai mult consumul de gaze (și se reduce, totodată, timpul de așteptare) ;
• Distribuie elevilor materiale pentru experimentare (calorimetru, apă, fir de aliaj de lipit, termometru, sursă de căldură, pahar de sticlă termorezistentă pentru fierț apă etc.) și cere elevilor să experimenteze (să măsoare masa și lungimea unui fir lung de aliaj de lipit, să calculeze masa unității de lungime, să taie lungimea corespunzătoare unei mase de 50 g și înfășurați-o pe un creion rotund. Formați un cârlig la un capăt al înfășurării și legați de cârlig un fir de ață lung de aproximativ 30 cm) și să determine căldura specifică a aliajului; <i>Fiecare grupă va avea alt aliaj și va efectua mai multe determinări pentru lungimi diferite ale firului;</i> Să recupereze aliajul de lipit – acesta poate fi folosit în proiectele viitoare, nefiind afectat de "tratamentul" la care a fost supus;	• Efectuează experimentul și înregistrează într-un tabel valorile măsurate și calculate: 1. Toarnă în calorimetru o cantitate de apă cu masa 100 g și 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 ață 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 (ținând de capătul liber al firului de ață) și cufundați-o repede în apa din termos; Notează temperatura la care se stabilește echilibrul termic; 4. Aplică principiile calorimetriei și determinați căldura specifică a aliajului de lipit; Compară rezultatul obținut cu cele obținute de celelalte echipe. Analizați sursele de erori care ar fi putut afecta rezultatul și faceți propuneri pentru creșterea acurateței

	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 aceeași temperatură; 2. Oricare ar fi corpurile care interacționează termic, suma algebrică a cantităților 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 substanțele/ corpurile observate diferă prin temperatura inițială, starea lor de agregare, respectiv prin cantitatea de căldură primită sau cedată; denumeste acest proprietate conducție, convecție sau radiație termică și o definește ca raportul dintre cantitatea de căldură primită sau cedată de masa m a unui corp în unitatea de timp ; apoi cere elevilor să transpună observațiile anterioare în termeni de „căldură specifică”;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: - reformulează constatările: în termeni de conducție, convecție sau radiație 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 explicații (sub forma unor <i>generalizări/ inducții</i>): Oricare ar fi corpurile care interacționează termic, suma algebrică a cantităților de căldură transferate este nulă (al doilea principiu al calorimetriei) etc.; - formulează enunțul principiului II(legea) întotdeauna căldura trece de la sine de la corpul „cald” la cel „rece”;
• Cere elevilor să revină la exclamația inițială: „Dacă peste apa fierbinte dintr-un termos torni apă rece, apoi închizi termosul, te aștepti ca apa inițial caldă să rămână caldă?” și să formuleze un argument la observație;	• Formulează un argument la inițială: Energia cinetică pierdută de moleculele inițial mai energice este câștigată de moleculele inițial mai puțin energice (ale apei inițial rece, ale termosului, ale aerului din imediata vecinătate a apei etc.). Pe ansamblu, nu se pierde și nu se câștigă energie cinetică de agitație termică - aceasta doar se redistribuie. Etc.;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și 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 inițial fierbinte?	• 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 4

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,	• 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

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);	colectate etc.;
• 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 metodei utilizate: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicație/ soluție mai bună decât alta?; Ce explicații/ soluții nu sunt încă susținute de probe? Ce soluție 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.;	• Organizați în grupuri de lucru, elevii: v) observă că s-au optimizat condițiile de izolare termică pentru termos în comparație cu calorimetru de; w) calculează căldura specifică pentru aliajul de lipit; x) demonstrează experimental că în condiții de izolare foarte bună(înveliș adiabatic la termos) valoarea obținută are mai mici erori ca în primul experiment; y) construiesc un calorimetru , posibil din două pahare de plastic unul mare altul mai mic așezat pe un dop de plută în primul, capacul este din carton etc.; z) calculează căldura specifică; calculează erorile și constată că sunt mai mari decât prin celelalte metode; sursa principală de erori este slaba izolare termică, învelișul adiabatic necorespunzător; Explicații: La baza determinării căldurii specifice a unui corp solid stă ecuația calorimetrică. Aceasta este relația care exprimă echivalența dintre cantitatea de căldură cedată de un corp cald și cantitatea de căldură primită de un corp mai rece, temperatura finală a celor două corpuri aflate în contact fiind aceeași; Punerea în contact a celor două corpuri de temperaturi diferite și 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 relația: $Q_1 = m \cdot c (t - \theta)$ Unde : c - căldura specifică a corpului ; θ - temperatura finală. Cantitatea de căldură primită de calorimetru pentru a ajunge la temperatura θ este data de relația : $Q_2 = (m_1 - c_1 + k) \cdot (\theta - t_1)$ Unde : m_1 – masa apei din calorimetru ; c_1 – căldura specifică a apei ; k – capacitatea calorică a calorimetrului propriu zis, a agitatorului și a termometrului; Deci $k (\theta - t_1)$ reprezintă căldura absorbită de vasul calorimetrului, de agitator și 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:

	$c = \frac{(m_1 \cdot c_1 + k) \cdot (\theta - t_1)}{m(t - \theta)} J / kg \cdot grad$ Deci, cunoscând valorile k și c_1 rămâne să măsurăm m, m_1, t, t_1 și θ care înlocuite în formula $c = \frac{(m_1 \cdot c_1 + k) \cdot (\theta - t_1)}{m(t - \theta)} J / kg \cdot grad$ calcularea căldurii specifice a corpului respectiv;
• Cere elevilor să determine experimental căldura specifică pentru aliajul de lipit;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii determină experimental/ demonstrează/ aplică: - la baza determinării căldurii specifice a unui corp solid stă ecuația calorimetrică. Aceasta este relația care exprimă echivalența dintre cantitatea de căldură cedată de un corp cald și cantitatea de căldură primită de un corp mai rece, temperatura finală a celor două corpuri aflate în contact fiind aceeași; - punerea în contact a celor două corpuri de temperaturi diferite și 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 relația: $c = \frac{(m_1 \cdot c_1 + k) \cdot (\theta - t_1)}{m(t - \theta)} J / kg \cdot grad$
• 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 investigațiilor proprii; avansează idei privind structura și conținutul raportului prezentat de elevi; Invită elevii să sintetizeze și să evalueze informațiile colectate prin tema efectuată acasă și să treacă în caiet concluziile mai importante.	• Negociază în grup conținutul și 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, construcții, demonstrații etc.), lucrând pe grupe/ individual; - Selectează și sintetizează informațiile adunate; - Întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigațiilor proprii, consecințe ale explicațiilor găsite.

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Lecția 5

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea produselor de învățare obținute.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecției: empiric.** Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de înșușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

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	• Organizați în grupe, prezintă în clasă rapoarte de autoevaluare, evocă informațiile culese cu privire la

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);	proiectul ales, dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; valuează informațiile colectate etc.;
• Implică elevii în prezentarea și evaluarea raportului final, vizând competențele cheie;³³	• Expun produsele realizate și prezintă în fața clasei rapoartele de lucru;
• Anunță verificarea orală/ testul scris pentru lecția următoare, reamintește elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competențele specifice înscrise în programele școlare, vizând noțiunile însușite și abilitățile de operare cu acestea corespunzătoare competenței cognitive/ de rezolvare de probleme;	<i>Test : din Anexă;</i>
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), acțiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	• Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele.

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., București 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., București 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 competențe** vor fi expuse în **anexele** unităților de învățare. Alături de criteriile **competenței cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competențele specifice înscrise în programele școlare** vizând, componentele „cunoștințe” și „abilități” (de operare cu cunoștințele însușite) corespunzătoare acestei competențe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere și celelalte **competențele-cheie** (după Gardner, 1993):

37. **competențe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alți elevi, profesori, experți, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
38. **abilități cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
39. **competența antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovație, execuție, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
40. **competențe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanța față de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut și de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoștințe (valori și limite) etc.

Unitatea de învățare: X.7

„Între fulger și scântele ce apar atunci când dezbrăcăm o haină sintetică, există vreo legătură?

sau

Între fulger și postul preferat de radio pe care îl ascultăm, există vreo legătură?”

Elisabeta Stan

Clasa: a X-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 7

Perioada:

Conținuturi repartizate unității de învățare: Metode de electrizare. Interacțiuni electrostatice. Legea lui Coulomb Câmpul electric. Intensitatea câmpului electric. **Lucrul mecanic al forțelor electrice**. Potențialul electric într-un punct al câmpului electric. Tensiunea electrică. **Intensitatea curentului electric**. Energia în câmp electrostatic. Condensatori. **Mișcarea particulelor electrizate în câmp electric** (Programa de fizică pentru clasa a X-a).

Modelul de învățare asociat: **Investigația științifică**

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analiza și interpretarea informațiilor;
III. Reflecție - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare și comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor.

- C1. Avansarea ipotezelor alternative la întrebările:
„Între fulger și scântele ce apar atunci când dezbrăcăm o haină sintetică există vreo legătură?”
 - C2. Examinarea surselor de informare și proiectarea investigației: **experiența proprie a elevilor, cunoștințe anterioare, observații personale, formularea de întrebări de investigat și selectarea lor, evaluarea ipotezelor, identificarea unor fenomene sau procese legate de fenomenul de electrizare, structura substanței și neutralitatea ei.**
 - C3. Colectarea probelor, analiza și interpretarea informațiilor – **caută răspunsuri la întrebările cheie prin experimente legate de electrizare, sarcină electrică și purtători de sarcină, comportarea materialelor conductoare și izolatoare la electrizare, observarea interacțiunilor directe și la distanță, condițiile de acumulare a sarcinii electrice, efecte.**
 - C4. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații – **sintetizează observațiile experimentale și elaborează explicații ale fenomenelor, emiterea unor ipoteze și reguli asupra desfășurării lor, realizarea unor experiențe care să confirme aceste ipoteze și reguli.**
 - C5. Includerea altor cazuri particulare și comunicarea rezultatelor – **se dezvoltă capacitatea de transfer a elevilor prin analogie, deducție cu alte situații ce convin temei investigate.**
 - C6. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor – **se evaluează măsura în care elevii au înțeles și aplică rezultatele investigației în aplicații practice și rezolvare de probleme.**
- Standarde de evaluare:**
1. Cunoașterea și înțelegerea fenomenelor fizice, a terminologiei, a conceptelor, a legilor și metodelor specifice domeniului; explicarea funcționării și utilizării unor produse ale tehnicii în viața de zi cu zi:
 - să cunoască și să înțeleagă fenomenul de electrizare, precum și consecințele pe care le implică: existența sarcinilor electrice, neutralitatea electrică a corpurilor și substanțelor, interacțiunile între sarcini electrice, legea de interacțiune, conceptul de câmp electrostatic și interacțiune la distanță, mărimile caracteristice acestuia și necesitatea utilizării lor în practică – aplicație directă la condensatoare. Să aplice cunoștințele însușite în domeniul altor științe, cum ar fi: biologie, construcții civile, industriale și de mașini, electronică și energetică, etc.

2. Investigarea științifică experimentală și teoretică:
- să observe și să înregistreze observațiile referitoare la fenomenele pe care le-au realizat experimental
 - să realizeze aplicații practice experimentale, să stabilească etapele de desfășurare și rezultatele așteptate, după realizarea lor.
 - să utilizeze instrumente și tehnici de evaluare și interpretare calitativă și cantitativă a rezultatelor experimentale.
3. Rezolvarea de probleme practice și teoretice prin metode specifice:
- să rezolve probleme cu caracter teoretic sau practic
 - să facă transferul noilor cunoștințe intra- și interdisciplinar unor fenomene.
4. Comunicarea folosind limbajul științific:
- să utilizeze metode elementare de înregistrare a datelor experimentale
 - să formuleze observații proprii asupra fenomenelor studiate
 - să se exprime folosind conceptele și noțiunile noi însușite
5. Protecția propriei persoane, a celorlalți, a mediului înconjurător:
- să aplice normele de protecție individuală în timpul experimentelor
 - să cunoască aplicațiile electrostaticii în practică: paratrăsnetul, cușca Faraday, etc.

Scenariul : prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele investigației științifice** (reprezentând competențe specifice), ca un grup de lecții focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluții multiple), învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigației. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare și eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de o discrepanță, și anume: „Între fulger și scânteele ce apar atunci când dezbrăcăm o haină sintetică, există vreo legătură? Sau „Între fulger și postul preferat de radio pe care îl ascultăm, există vreo legătură?” Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideile următoare: *între fulger și scânteele ce apar la dezbrăcarea hainelor există aceeași cauză care le determină, electrizarea, diferența 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 interacțiuni, interacțiunile dintre corpurile electrizate depind de cantitatea și semnul sarcinilor electrice, de distanța dintre corpuri (Legea lui Coulomb); faptul că interacțiunile se transmit la distanță determină o altă formă de manifestare a materiei: câmp electrostatic; acesta se caracterizează printr-o distribuție spațială, intensitatea câmpului într-un punct, potențialul electric într-un punct al câmpului, diferența de potențial între două puncte ale câmpului, energia potențială a câmpului electrostatic; cea mai importantă aplicație a acumulării sarcinilor electrice pe corpuri conductoare o reprezintă condensatoarele electrice, dispozitive electrice ce se utilizează în electrotehnică și electronică; elevii, pe parcursul investigației vor*

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știi sau cred eu despre asta?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației.

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); de învățare a procesului de planificare (anticipare).

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

Lecția 1

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): clasifică tipurile de electrizare, sarcinile electrice, interacțiunile între sarcini, sarcina electronului, intensitatea interacțiunilor, interacțiunile la distanță.	• Evocă experimente simple privind producerea fenomenului de electrizare utilizând instrumente neconvenționale precum: rigle de plastic, perii de păr, bucățele de hârtie, fire de păr, etc. • Observă diferite moduri de producere a electrizării: frecare, contact, influență folosind baghete de ebonită, sticlă, metal izolat și neizolat, materiale de lână, bumbac, mătase naturală, bobite de polistiren și/sau acoperite cu staniol, electroscoape, mașina

Prezintă videoclipuri referitoare la fulgere și fenomene electrice.

electrostatică, etc.

FIȘA EXPERIMENTELOR DE ELECTROSTATICĂ – ELECTRIZARE; SARCINI ELECTRICE; ELECTROSCOP; CONDUCTORI ȘI IZOLATORI;

Experimentul: numărul 1

Data:

Numele:

Clasa:

Echipa:

Coechipieri:

Scopul : Studiarea principiilor de bază ale electrostaticii și învățarea utilizării electroscopului.

Materiale utilizate: stative, bobite de polistiren, hârtie, foiță de aluminiu, fire de ață (mătase, nylon), baghete de sticlă, de ebonită, de metal izolate și neizolate, rigle, electroscop, bucăți de lână, material plastic, bumbac, mătase etc.

Considerații teoretice:

Se știe că există două tipuri de sarcini electrice, pozitive (+) și negative (-). În funcție de structură, unele obiecte pot pierde ușor electroni, iar altele pot câștiga electroni. Din această cauză, în urma interacțiunii dintre diferite obiecte, unele câștigă electroni și se încarcă cu sarcină electrică negativă (bagheta de ebonită frecată cu o bucată de lână), iar altele pierd electroni și 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 același tip de sarcină se resping. Electroscopul este un instrument pentru detectarea sarcinii electrice și a tipului de sarcină, calitativ și cantitativ. Materialele se împart în două grupe: conductoare (permit trecerea curentului electric) și izolatoare (nu permit trecerea curentului electric).

În aceste experimente vom examina cum corpurile se pot încărca cu sarcini electrice, tipurile de sarcini și cum interacționează unele asupra altora.

Experimente

.Electrizareacorpurilor și interacțiunile între corpurile electrizate:

folosind baghete de sticlă, de ebonită, de metal izolate și neizolate, bucăți de lână, material plastic, bumbac, mătase etc., stative, bobite de polistiren, hârtie, fire de ață, mătase, nylon. Sarcini de lucru: - Descrieți modul de lucru. -Câte experimente ați realizat? – Descrieți procedura de realizare a lor. -Ce ați observat? - Câte metode de electrizare ați identificat? –Ce tipuri de interacțiuni ați observat? – Ce alte observații mai aveți? – Notați totul în caiete.

.Electroscopul : folosiți aceleași materiale ca mai sus și un electroscop. Sarcini de lucru:

- Observați părțile componente ale electroscopului? – Observați și notați ce se întâmplă cu foițele electroscopului când sfera acestuia este pusă în contact cu diverse corpuri electrizate. – Cum procedați pentru a efectua o nouă observație? –Ce ați observat? – Notați. Cum procedați pentru a identifica tipul de sarcină cu care este încărcat corpul și electroscopul?- Notați în caiete modul de lucru și observațiile. –Interpretați și explicați ceea ce ați observat și notați în caiete.

3. Corpuri conductoare și izolatoare : folosiți un electroscop, baghete de sticlă, de ebonită, de metal izolate și neizolate, bucăți de lână, bumbac, mătase, material sintetic, fire conductoare, bile mici de aluminiu sau cupru, suspendate prin fire de ață, nylon, mătase. Electrizati baghetele prin frecare și descoperiți care dintre materialele utilizate sunt conductoare și care sunt izolatoare. Notați prin ce experiment ați descoperit acest lucru, cum ați procedat și care este diferența în modul de distribuție al sarcinilor la conductoare și la izolatoare.

- **Evocă întrebările de investigat** din „Jurnalul de observații științifice” (la dispoziția elevilor în clasă): „De ce riglele, baghetele atrag corpuri ușoare după ce au fost frecate cu diverse materiale?” „De ce materialele folosite atrag și ele corpuri ușoare?” sau „Care sunt factorii care determină deviația foițelor electroscoapului?” „De cine depinde deviația produsă?” „De ce bagheta neizolată nu se electrizează” sau „de ce bobitele de polistiren agățate cu fire izolatoare sunt întâi atrase de bagheta electrizată și apoi respinse?” „De ce când apropiem o baghetă electrizată de un pendul electric bobita se electrizează? Ce observăm?” etc. și **cere elevilor** să găsească explicații/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebări, privind cauzele fenomenului observat;

- **Orientează gândirea elevilor către identificarea** proprietăților sarcinilor electrice, interacțiunilor dintre acestea, tipurilor de materiale și a proprietăților acestora, **identifică explicațiile** neștiințifice, **nevoile de cunoaștere** (utilizează mașina electrostatică pentru efectuarea altor experimente care să permită elevilor observarea distribuției sarcinilor electrice pe diverse corpuri, morișca electrostatică, cușca Faraday, vârfuri, etc.).

- **Formulează ipoteze (răspunsuri)** la întrebări, de exemplu: „probabil din cauză că sunt confecționate din materiale diferite”; „probabil că se electrizează și baghetele și materialele, prin frecare”; „probabil că atingerea electroscoapului cu o baghetă electrizată determină deviația foițelor acestuia”; „este posibil ca unghiul de deviație să depindă de cantitatea de sarcină electrică”; „probabil că bagheta metalică este bună conductoare de electricitate și nu se electrizează; când este pe un suport de plastic ea se electrizează, înseamnă că materialul plastic nu este conductor de electricitate;”, etc.

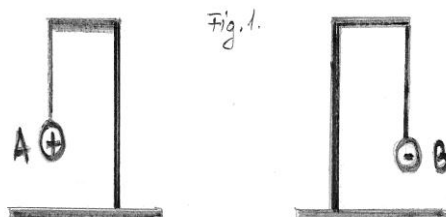
- **Stabilesc** corespondențele între observațiile experimentale realizate de ei și cele efectuate de profesor

- **Evocă/ exersează** producerea altor experimente:

Fișa de lucru individual I:

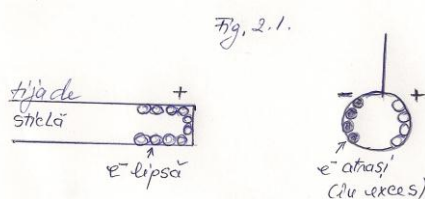
1. Am observat bine?

Pendulul A este încărcat pozitiv. El va fi pus în contact cu pendulul B încărcat negativ. Ce se va observa?

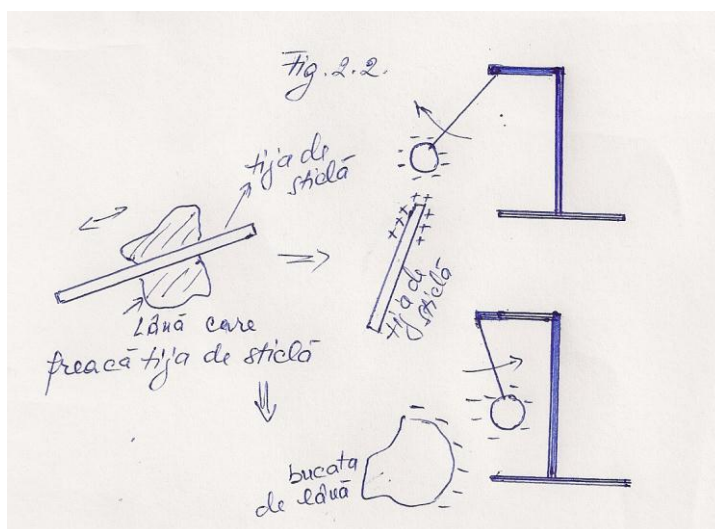


2. Am înțeles?

2.1 Schema arată ce se întâmplă cu un pendul când de el se apropie o tijă de sticlă electrizată pozitiv. Explicați atracția inițială a unui pendul neîncărcat sau a unei bucăți de hârtie.



2.2 A doua experiență sugerează ce fac electronii atunci când frecăm o tijă de sticlă cu o bucată de lână. Interpretați această experiență:



3. Am reținut?

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 existența a două feluri de sarcini electrice?

4.2 Enunț legea acțiunilor reciproce a corpurilor electrizate?

4.3 Descriu structura unui atom?

Să explic, cunoscând structura atomilor, electrizarea unei bucăți de lână frecată cu un material plastic?

Evocă cunoștințele de structură atomică a materialelor, precum și pe cele legate de atomi.

Explică neutralitatea din punct de vedere electric a substanței și emit ipoteze asupra posibilității producerii electrizării la materiale izolatoare, cât și la metale, asupra sarcinilor electrice.

• **Reformulează** ipotezele formulate anterior:

• **Disting** situații care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica fenomenele observate.

• **Alcătuiesc grupe de lucru** în funcție de variantele de răspuns sau de preferințe;

• **Evocă** semnificația, accesibilitatea, relevanța pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor;

• **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei;

• **Comunică elevilor criteriile evaluării finale (sumative)**, particularizând competențele programei școlare 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 confecționarea de către elevi a unor instrumente muzicale simple.

• **Efectuează tema pentru acasă** (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experiențele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor, realizează instrumente neconvenționale).

5. Temă personală

5.1 Interpretați:

Frecând o riglă din plastic, puteți să atrageți bucată mică de hârtie. Știți că prin frecare rigla se electrizează și trebuie să admiteți, pentru a explica atracția, că distribuția sarcinilor electrice în bucata de hârtie s-a modificat la apropierea riglei. Propuneți o interpretare a acestui fenomen. Aceeași întrebare, dacă se apropie o tijă de sticlă de aceeași bucată de hârtie.

5.2 Explicați:

Știți că electrizarea prin frecare se interpretează ca un transfer de electroni. Explicați ce se întâmplă când: a) frecați o baghetă de

plexiglas cu o bucată de lână; b) frecați o baghetă de polistiren cu o bucată de lână.

5.3 *O experiență amuzantă:* Reglați robinetul de apă în așa fel, încât să lase să curgă un fir subțire de apă. Electrizați o riglă de plastic prin frecare cu mânăca, de exemplu. Apropiați rigla la 2-3 cm de firul de apă. Ce observați?

5.4 *Construiți un electroscoapă folosind:* o bucată de carton, o capsă, o scobitoare lungă și o placă de polistiren. Cum puteți stabili calitativ gradul de electrizare pentru diferite corpuri?

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știu sau cred eu despre ea?

Lecția 2

Săptămâna: conform planificării unității de învățare

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea și interpretarea informațiilor.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecție de formare a priceperilor și deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Stimulează elevii să prezinte instrumentele confecționate acasă. • Oferă elevilor materiale pentru experimentare stative, bobite de polistiren, hârtie, foiță de aluminiu, fire de ață (mătase, nylon), baghete de sticlă, de ebonită, de metal izolate și neizolate, rigle, electroscoape, bucăți de lână, material plastic, bumbac, mătase, mașina electrostatică etc., prezintă filme didactice referitoare la interacțiunea electrostatică și cere elevilor, organizați pe grupe să experimenteze: Condiții de modificare a interacțiunii electrostatice, distribuției spațiale a câmpului electrostatic, intensității câmpului electrostatic într-un punct, potențialului electric într-un punct al câmpului, diferenței de potențial între două puncte ale câmpului și energiei potențiale ale câmpului electrostatic. Relațiile de dependență între mărimile caracteristice.	• Evaluează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.; <i>Activitate pe grupe de lucru:</i> • Grupa I: Legea lui Coulomb - observă dependența forței de interacțiune dintre sarcinile electrice ale unor corpuri electrizate de mărimea sarcinilor ce interacționează, de distanța dintre corpurile electrizate și de natura mediului în care se găsesc acestea (aer și petrol); - produc și înregistrează date experimentale virtuale, în baza modelărilor digitale pe care le au la dispoziție - înregistrează și deosebesc valori ale sarcinilor electrice și semnul lor, distanței dintre sarcini, permitivității electrice relative a mediului și valori ale forțelor de interacțiune - compară valorile forței de interacțiune obținute pentru aceeași distanță și același mediu, dar valori și semne ale sarcinilor electrice diferite; - compară valorile forței de interacțiune obținute pentru aceeași valori ale sarcinilor electrice și același mediu, dar valori diferite pentru distanța dintre sarcini; similar pentru alte semne ale sarcinilor electrice; - compară valorile forței de interacțiune obținute pentru aceeași valori ale sarcinilor electrice și aceeași distanță între sarcini, dar valori diferite ale permitivității electrice relative a mediului; similar pentru alte semne ale sarcinilor electrice; ○ Grupa II: Câmpul electrostatic. Linii de

câmp. Intensitatea câmpului electric.

- **observă** bobite de polistiren libere electrizate pozitiv, care se așează în câmpul electric creat de diverse corpuri electrizate; modul de aranjare al firelor de păr de pe cap, electrizate; modul de dispunere al tăițelilor de hârtie prinși de o tijă metalică în cupola mașinii electrostatice
- **constată** existența câmpului electrostatic creat de sarcina electrică a unor corpuri electrizate; distribuției spațiale a acestuia; liniilor de interacțiune electrostatică (liniile de câmp) cu ajutorul unor corpuri de probă electrizate;
- **urmăresc** filmele didactice și experimentele virtuale referitoare la câmpul electrostatic, distribuția spațială și intensitatea acestuia
- **observă** că interacțiunile cu corpurile de probă scad în intensitate pe măsura îndepărtării de corpul generator de câmp;
- **sesizează** că sensul liniilor de câmp depinde de semnul sarcinii generatoare de câmp și sunt perpendiculare pe suprafața corpului electrizat generator de câmp
- **constată** că intensitatea câmpului electric într-un punct al câmpului electric este mărime vectorială, care are direcția tangentă la liniile de câmp și sensul liniilor de câmp, valoarea sa depinde doar de semnul, mărimea sarcinii generatoare de câmp și de distanța până la punctul considerat ;
- **determină** valori ale intensității câmpului electric în experimente virtuale
- **Grupa III: Potențialul electric într-un punct al câmpului electric, diferența de potențial între două puncte ale câmpului și energia potențială ale câmpului electrostatic**
 - **urmăresc** filmele didactice și experimentele virtuale referitoare la potențialul electric și energia potențială a câmpului electrostatic
 - **constată** că forța de interacțiune coulombiană nu are valoare constantă în câmp
 - **deosebesc** între lucrul mecanic efectuat de o forță constantă și una variabilă
 - **observă** că în câmp electrostatic asupra unui corp de probă electrizat acționează o forță medie pentru a-l deplasa între două puncte ale câmpului (media geometrică a forțelor ce acționează 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** diferența de potențial între două puncte ale câmpului și potențialul electric într-un punct al câmpului;
 - **determină** energia potențială a câmpului electric într-un punct pe baza teoremei de variație a energiei potențiale ($\Delta E = - L$)

- **Cere elevilor** să comunice rezultatele observațiilor efectuate

-
- Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică observațiile** legate de sarcinile de lucru:
 - Grupa I:**
 - forța de interacțiune electrostatică depinde de semnul și mărimea sarcinilor electrice ce

interacționează, distanța dintre corpurile electrizate și de natura mediului în care se găsesc;

-

Grupa II:

- câmpul electrostatic creat de un corp electrizat aflat în repaus are o distribuție spațială ce depinde de forma corpului, de felul cum este distribuită sarcina pe suprafața lui
- prin utilizarea corpurilor de probă reale sau virtuale, au determinat sensul liniilor de câmp în funcție de semnul sarcinii electrice

Grupa III:

- diferența de potențial (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 și valoarea sarcinii electrice a corpului de probă;
- potențialul electric într-un punct al câmpului electric este o mărime fizică scalară, caracteristică câmpului
- energia potențială într-un punct al câmpului electric determină capacitatea acestuia de a efectua lucru mecanic prin deplasarea unei sarcini electrice
- există legătură fenomenologică între fulger și scânteia rezultată la dezbrăcarea unei haine din material sintetic

• Elevii prezintă observațiile experimentale în fața clasei.

Dacă și-au încheiat activitatea, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigații sunt în curs de desfășurare;

- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor, organizați 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 explicați viteza mai mare a sunetelor prin corpurile solide decât în cele lichide și 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 și lungimea de undă în cazul tuburilor deschise și închise? 6. Cum putem determina frecvența fundamentală a sunetului emis de un tub închis/ deschis de lungime dată.

Secvența a III-a. Reflecție-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecția 3

Săptămâna: conform planificării unității de învățare

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: inducție. **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 contraexemplu (Meyer, G., 2000, p. 145).

- **Invită elevii să sintetizeze observațiile** etapei de explorare și cere elevilor să reunească datele în tabele de valori, să stabilească formule de dependență.
- **Cere elevilor să stabilească o relație de dependență** a frecvenței funcție de lungimea corzii și tensiunea la care este supusă; Să indice o relație de dependență între lungimea de undă, frecvență și viteza de propagare.
- Solicită elevilor să deosebească modul cum se formează componentele sunetului la tuburile închise și cele deschise.
- **Ghidează elevii să constate** că viteza de propagare depinde de proprietățile mediului și nu caracteristicile undei.

Grupa I:

Reunesc observațiile într-un tabel, includ pozele oscilogramelor și interpretările lor.

Grupa II:

Determină formula pentru frecvența fundamentală și pentru armonicele superioare în cazul unui fir de lungime dată pe care se formează unde staționare. Rezolvă problema determinării frecvenței fundamentale a sunetului emis de un tub deschis și închis de lungime dată și stabilește deosebiri între cele două situații:

- în cazul tuburilor deschise la capete se formează ventre:

$$l = n \cdot \frac{\lambda}{2} \quad n = 1, 2, 3, \dots;$$

- în cazul tuburilor închise, la capătul închis se formează nod:

$$l = (2n - 1) \cdot \frac{\lambda}{4} \quad n = 1, 2, 3, \dots;$$

Grupa III:

Analizează datele obținute, argumentează alegerile și reunesce într-un tabel comun tensiunea, frecvența, lungimea de undă și viteza.

Constată că:

- menținând constantă tensiunea la care este supusă coarda și modificând treptat frecvența sursei emițătoare de unde, nu se variază viteza undei;
 - dacă frecvența undei se dublează, lungimea de undă se înjumătățește dar viteza undei rămâne constantă;
- dacă se mărește tensiunea la care este supusă coarda, se va mări și viteza undei sonore.

Reformulează constatările, concluzionând că viteza de propagare a undei nu depinde de caracteristicile undei; viteza de propagare a undei depinde de proprietățile elastice și inerțiale ale mediului.

Stabilesc relația matematică între lungimea de undă, frecvența și viteza undei

Activitate frontală

- **Formulează argumente, stabilesc conexiuni** între fenomenele investigate și noile situații problemă, prezintă experimentul cu o sonerie sub un clopot vidat.
- **Efectuează tema pentru acasă:** „De ce crește înălțimea sunetului emis de sirena unei salvări care se apropie de noi și scade când se depărtează?”

- **Cere elevilor** să revină la întrebările temă de investigat și să **formuleze explicații**

- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să se documenteze referitor la efectul Doppler (indică surse bibliografice precum și aplicații în practică, ex. radarul) și să găsească răspunsul la o întrebare temă.

Secvența a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

Lecția 4

Săptămâna: conform planificării unității de învățare

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

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului deductiv; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: deducție. **Scenariul lecției:** deductiv. Elevul observă o definiție a conceptului de înșușit/ 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).

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Oferă elevilor materiale pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluțiilor adoptate. • Propune elevilor materiale documentare referitoare la ultrasunete și infrasunete și aplicațiile lor • Implică elevii în conceperea raportului final și extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigațiilor; avansează idei privind structura și conținutul raportului prezentat de elevi.	Activitate frontală aa) confeționează o sursă emițătoare de sunet, care să fie plasată de exemplu pe un cărucior mobil; bb) observă variația înălțimii sunetului emis de sursă la apropierea/depărtarea sursei; cc) explică efectul Doppler și condițiile în care apare; dd) stabilesc cu ajutorul profesorului formulele frecvenței la apropierea/depărtarea sursei; – în cazul în care sursa sonoră se apropie de receptor cu viteza v, atunci unda „se înghesuie”, în direcția respectivă, iar lungimea de undă scade: $\lambda_a = (c-v)/v$ iar frecvența sunetului crește : $v_n = c/\lambda_a$ (sunetul este mai înalt) ; – în cazul în care sursa sonoră se depărtează de receptor cu viteza v, lungimea de undă crește: $\lambda_d = (c+v)/v$ iar frecvența sunetului scade : $v_n = c/\lambda_d$ adică sunetul devine mai grav. ee) evidențiază aplicații practice: radarul rutier, principiul de funcționare. • Asumă roluri în grupul de lucru, tipul de produs care va fi prezentat (construcții de instrumente neconvenționale, lucrări de laborator, demonstrații/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseuri); stabilesc modalități de prezentare (planșe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme și filmări proprii montate pe calculator etc.); • Negociază în grup conținutul și structura raportului final, convin modalitatea de prezentare (construcții, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • Întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigațiilor proprii, consecințe ale explicațiilor găsite.

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Lecția 5

Săptămâna: conform planificării unității de învățare

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecției:** empiric. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de înșușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în prezentarea și evaluarea raportului final, vizând competențe: cognitive (operarea cu noțiunile însușite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovația, execuția și realizarea); sociale (cooperarea cu alți elevi, profesori, experți); de comunicare (folosirea judicioasă a informațiilor); metacognitive (distanțare critică față 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.) și criteriile de evaluare formulate pe baza competențelor specifice selectate din programa școlară; • Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă, acțiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	• Expun produsele realizate și prezintă în fața clasei rapoartele de lucru; • Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele.

Bibliografie:

- (10) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2005;
- (11) Păcurari, O. (coord.), *Învățarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
- (12) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2006;
- (13) Schlett, Z. (coord) *Experimente de Fizică și aplicații partea 3*, Editura Mirton Timișoara 2003;
- (14) Einführung in die Physik, 1977, Frankfurt am Main
- (15) www.physicsclassroom.com
- (16) Schlett, Z. (coord) *Experimente de Fizică și aplicații partea 3*, Editura Mirton Timișoara 2003;
- (17) www.phys.unsw.edu.au/jw/voice.html#sound
- (18) <http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/>;

Unitatea de învățare: X.8 Electrocinetica-Circuite electrice

sau

„Întrebarea lui ANDREI, elev în clasa a VI-a: Atunci când o baterie este consumată toți electronii mor?”

Sorina Maria Leu

Clasa: a X-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizat: 7

Conținuturi repartizate unității de învățare: Curentul electric-definiție, condiție de existență, purtători de sarcini în solide, lichide și gaze. Circuitul electric-elemente (surse, consumatori, conductori, întrerupători). Mărimi caracteristice - I, E, U, R. Definiție, caracteristici. Instrumente de măsură. Legea lui Ohm –varianțe ale legii, verificare experimentală.

Modelul de învățare asociat: INVESTIGAȚIA

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea și interpretarea informațiilor;
III. Reflecție - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare și comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele investigației științifice** (reprezentând competențe specifice), ca un grup de lecții focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluții multiple), învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigației. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare și eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit. Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de **întrebarea Atunci când o baterie este consumată electronii mor? Pe parcursul unității de învățare, gândirea elevilor se dezvoltă către înțelegerea mecanismului conducției la nivel microscopic.**

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației.

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); de învățare a procesului de planificare (anticipare).

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

Lecția 1

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv – despre curentul electric.	• Evocă observații referitoare la purtătorii de sarcini și starea de repaus sau mișcare a acestora; • Evocă situații, din experiența proprie, în care evidențiază fenomenul de descărcare electrică;

• Evocă o întrebare de investigat : <i>Cum am putea provoca mișcarea purtătorilor de sarcini? și cere elevilor să găsească explicații/ răspunsuri/ ipoteze alternative la cauzele fenomenului de descărcare observat (răspunsuri la întrebări de tipul „De ce ...?”);</i> (Realizează o descărcare folosind mașina electrostatică - aceasta va fi <i>întrebarea de investigat</i>);	• Formulează ipoteze (răspunsuri) la întrebare făcând referiri la polii mașinii și la cunoștințele legate de lucrul mecanic în câmp electrostatic și diferența de potențial, fac legătura între lucrul mecanic, mărime de proces și starea purtătorilor de sarcini;
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor și <i>preconcepțiile</i> elevilor cu privire la temă (explicații neștiințifice) ;	• Evocă/ exersează noțiunea de potențial și legătura între aceasta și lucrul mecanic. reformulează în acești termeni noțiunea de curent electric, fac referiri la sistemul în care se poate obține un curent continuu și la clasificarea corpurilor din punct de vedere al conductivității electrice;
• Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor formulate de ei, orientează gândirea elevilor către identificarea condiției necesare deplasării purtătorilor de sarcini. pentru a putea compara condițiile în care se poate obține un circuit electric. Întrebările „De ce?” se traduc acum prin întrebări „Ce este?”, care vor oferi structura investigației (etapele), astfel ca elevii să înțeleagă ceea ce trebuie să cerceteze;	• Disting situații 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 funcție de răspunsul dat sau de preferințe; denumesc grupurile de lucru (sugerând alegerile, trăsăturile grupului etc.);
• Împlică 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;³⁴	• 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);³⁵	• Evocă semnificațiile, accesibilitatea, relevanța <i>criteriilor de evaluare</i> 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 să planifice verificarea ipotezelor, să extragă informații de tipul „Ce este un lucru?”.	• Efectuează tema pentru acasă - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcții, demonstrații etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știu sau cred eu despre ea?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea și interpretarea informațiilor.

³⁴ **Tipuri de produse ale activității elevilor:** 1. Referate științifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecții de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observații” (observații proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziția elevilor în clasă); 4. Demonstrații experimentale; 5. Construcții de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

³⁵ **Protocolul de evaluare** privește: a) **tipul instrumentelor de evaluare și modul de aplicare:** verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notițe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) **criteriile evaluării sumative** (derivate din competențele specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecție de formare a priceperilor și deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Lecția 2

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 <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; evaluează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției);	
• Oferă elevilor materiale pentru experimente și cere efectuarea măsurărilor și înregistrarea lor (în tabele): baterii de 6 și 9 volți, becuri, conductori, ampermetre, voltmetre, întrerupătoare;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: • măsoară intensitatea curentului în circuit folosind surse diferite și intensitatea din circuit în puncte diferite; • observă că valoarea intensității curentului electric depinde de sursa și că într-un circuit simplu, intensitatea este aceeași în orice punct, înregistrează rezultatele într-un tabel; • folosesc voltmetrul pentru măsurarea tensiunii electromotoare, a tensiunii la bornele circuitului și la bornele a două becuri montate în serie;
• Cere elevilor să comunice observațiile, să formuleze concluzii;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile: t.e.m. se măsoară cu voltmetrul în paralel cu bateria și circuit deschis; observă proprietatea de aditivitate a tensiunii și concluzionează că valoare căderii de tensiune pe circuitul interior sursei se determină indirect; • Dacă și-au încheiat activitatea, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigații sunt în curs de desfășurare;
• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile: 1 Rezolva probleme de calcul (numărul de electroni ce trec printr-o secțiune de circuit știind valoarea intensității și intervalul de timp; determina grafic $I=f(t)$ în condițiile în care intensitatea nu este constanta. 2 Explica, pe baza cunoștințelor legate de structura specifica metalelor și de mișcarea termică, variația rezistenței cu temperatura.	• Efectuează tema pentru acasă - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcții, demonstrații etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Lecția 3

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 <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; evaluează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției);	
Oferă elevilor materiale pentru experimente și cere efectuarea observațiilor și măsurărilor și înregistrarea lor (în tabele): Baterii de 6 și 9 volți, alimentatoare, fire de legătură, stativ cu fire conductoare de parametrii diferiți;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile privind: - rezistența electrică este o caracteristică a porțiunii de circuit; - măsurarea R se poate face folosind un ampermetru și un voltmetru sau un ohmmetru; - valoare rezistenței electrice depinde de: lungimea firului, de secțiune, de natura materialului; - Valoarea rezistenței electrice depinde de temperatura.
• Cere elevilor să comunice observațiile; • Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile: pe baza cunoștințelor legate de structura specifică metalelor și de mișcarea termică, variația rezistenței cu temperatura.	• Efectuează tema pentru acasă având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcții, demonstrații etc.), lucrând pe grupe/ individual.

Secvența a III-a. Reflecție-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de 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 4

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 <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • Analizează datele credibile, argumentează alegerile și reunesc într-un tabel comun intensitatea și tensiunea măsurate pentru circuitul realizat și adaugă o coloană a rapoartelor tensiune/ intensitate;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): să distingă un patern (model, regulă): Folosind relația de definiție a rezistenței electrice, deduce legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit și apoi forma	• Formulează ipoteze privind relația așteptată;

legii pentru întreg circuitul;	
• Cere elevilor să reprezinte grafic pe hârtie milimetrică, dependența dintre intensitatea curentului prin circuit și tensiunea la bornele rezistorului;	• Constată că: panta dreptei este panta dreptei este o caracteristica a fiecărui rezistor - rezistența rezistorului;
• Pune la dispoziția elevilor elementele de circuit necesare realizării practice a unui circuit simplu și instrumente de măsură și cere elevilor să distingă între cele două forme ale legii, între rezistența circuitului exterior și interior, să sintetizeze observațiile;	• Analizează datele credibile: Relația $R=U/I$ este echivalentă cu $I=U/R$; • Disting între E, U, u și evidențiază relația dintre ele; • Formulează legea Lui Ohm pe întreg circuitul; • Reprezintă grafic prin puncte perechile de valori U și I, determină relația dintre panta dreptei și R, explică erorile de măsură studiind poziția punctelor din plan față de dreaptă; • Reformulează constatările, pe baza graficului: panta dreptei este o caracteristica a fiecărui rezistor; • Efectuează tema pentru acasă: 1. Rezolvă probleme/ întrebări implicând relațiile însușite și altele; 2. Scrie un eseu cu tema: supraconductivitatea folosind informații de pe internet;
• Cere elevilor să revină la întrebarea de investigat: „<i>Întrebarea lui ANDREI, elev în clasa a VI-a : Atunci când o baterie este consumată toți electronii mor?</i>” și cere elevilor să formuleze o explicație a fenomenului observat;	• Formulează un argument la mirarea inițială;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să: 1. Rezolve probleme/ întrebări implicând relațiile însușite și altele; 2. Scribe un eseu cu tema : supraconductivitatea folosind informații de pe internet.	• Efectuează tema pentru acasă.

Secvența a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

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

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului deductiv; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/scenariul lecției: *deductiv*. Elevul observă o definiție a conceptului de înșușit/ 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 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): stabilirea relațiilor	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;

căutate, notarea lucrărilor efectuate de elevi;	
• Oferă elevilor materiale pentru experimentare, implicându-i în rezolvarea a noi probleme, evaluarea procedurilor/ soluțiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea practică a unui circuit simplu;	• Organizați în grupuri de lucru, elevii: - studiază circuite simple în situații diferite, observă diferențele dintre cazurile de mers în gol, în sarcină și scurtcircuit, - observă relația dintre intensitățile curentului în cele trei cazuri și relația între tensiunile la bornele sursei în aceleași 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 investigațiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. <i>Preambul/ Teoria lucrării</i> (definiții ale mărimilor fizice utilizate, enunțuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. <i>Materiale necesare</i>; 3. <i>Modul de lucru</i> (operații de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. <i>Date experimentale</i> (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. <i>Concluzii</i> (enunțuri generale, validarea unui enunț).	• Asumă roluri în grupul de lucru, tipul de produs care va fi prezentat (construcții de dispozitive, lucrări de laborator, demonstrații/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice și literare etc.), convin modul de prezentare (planșe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme și filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura și conținutul raportului; • Negociază în grup conținutul și structura raportului final, convin modalitatea de prezentare (construcții, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • Întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigațiilor proprii, consecințe ale explicațiilor găsite.

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: *analogie cu anticiparea mijloacelor.* Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de înșușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (Meyer, G., 2000, p. 145)..

Lecția 6 și 7

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea <i>temelor efectuate acasă</i> și cere elevilor să prezinte rezultatele obținute și valorificarea rezultatelor; • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, <i>norme de protecția muncii în laborator</i> etc.); • Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): cere elevilor să rezolve probleme practice și teoretice, să distingă între situații în care se scurtcircuitează o parte a circuitului, să rezolve probleme teoretice ce conțin noțiunile înșușite.	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i> și evocă dificultăți/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe, etc.; • Elevii rezolvă probleme și discută valorile numerice obținute;

• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea raportului final (portofoliului) pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competențele cheie³⁶;	• Prezintă portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în <i>protocolul de evaluare</i>; <i>Dezbat subiectele tratate în produsele prezentate</i>;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă): acțiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• *Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele.

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., București 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., București 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 competențe** vor fi expuse în **anexele** unităților de învățare. Alături de criteriile **competenței cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competențele specifice înscrise în programele școlare** vizând, componentele „cunoștințe” și „abilități” (de operare cu cunoștințele însușite) corespunzătoare acestei competențe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere și celelalte **competențele-cheie** (după Gardner, 1993):

41. **competențe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alți elevi, profesori, experți, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
42. **abilități cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
43. **competența antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovație, execuție, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
44. **competențe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanța față de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut și de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoștințe (valori și limite) etc.

Unitatea de învățare: X.9

Rețele electrice

sau

„De ce, aseară, numai în partea de nord a orașului locuitorii au folosit lumânări?”

Sorina Maria Leu

Clasa: a X-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 5

Conținuturi repartizate unității de învățare: *Rețele electrice, legile lui Kirchhoff; conexiuni serie și paralel; puntea Wheatstone; șuntul ampermetrului; rezistența adițională a voltmetrului.

Modelul de învățare asociat: INVESTIGAȚIA

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea și interpretarea informațiilor;
III. Reflecție - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare și comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele investigației științifice** (reprezentând competențe specifice), ca un grup de lecții focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluții multiple), învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigației. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare și eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit.

Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de întrebarea **De ce, aseară, numai locuitorii din partea de nord a orașului au folosit lumânări? Pe** parcursul unității de învățare, gândirea elevilor se dezvoltă către înțelegerea funcționării rețelelor electrice.

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știi sau cred eu despre asta?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației.

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); 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 și etapelor și ajustarea acestora în mod repetat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 1

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): încadrează rețelele electrice într-un concept mai cuprinzător (prezintă un PP cu imagini din oraș în timpul nopții, evidențiind complexitatea rețelei de iluminat a orașului); • Evocă întrebarea de investigat din „Jurnalul de observații științifice” (la dispoziția elevilor în clasă): cunoștințelor anterioare și <i>preconcepțiile</i> elevilor cu privire la temă (explicații neștiințifice): intensitate,	• Evocă observații, experiențe și întâmplări personale privind rețelele electrice, necesitatea înțelegerii utilizării acestora în activitatea zilnică etc.; • Formulează ipoteze (răspunsuri) la întrebare, întrebări, de exemplu noțiuni precum intensitatea curentului electric, tensiunea t. e. m., rezistența electrică;

tensiune, rezistența electrică și sarcina electrică;	
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Evocă/ exersează măsurarea curenților prin fiecare latură și căderile de tensiune utilizând multimetre;
• Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor formulate de ei; orientează gândirea elevilor către identificarea mărimilor fizice (rețele electrice, nod de rețea, ochi de rețea,) disting ipotezele formulate;	• Disting între laturi active și pasive. • Identifică elementele unei rețele pe exemple simple, produse pe care ar dori să le realizeze și evaluează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Formulează definiții alternative pentru noduri, laturi și ochiuri; • Alcătuiesc grupuri de lucru pentru verificarea ipotezelor/ variantelor de răspuns, asociindu-se în funcție de răspunsul dat sau de preferințe; denumesc grupurile de lucru (sugerând alegerile, trăsăturile grupului etc.);
• 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;³⁷	• 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);³⁸ (<i>Schema electrica a locuinței, Schema unei instalații pentru pomul de Crăciun; Domeniul de măsura al multimetrelor; Rezolvarea de probleme teoretice; Comunică elevilor criteriile evaluării sumative finale</i>);	• 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.);
• 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.) și 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, construcții, demonstrații etc.), lucrând pe grupe/ individual/ personal; Efectuează tema pentru acasă: realizarea unei rețele funcționale folosind baterii și becuri . Se documentează în vederea realizării portofoliului tematic.

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știu sau cred eu despre ea?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea și interpretarea informațiilor.

³⁷ **Tipuri de produse ale activității elevilor:** 1. Referate științifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecții de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observații” (observații proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziția elevilor în clasă); 4. Demonstrații experimentale; 5. Construcții de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

³⁸ **Protocolul de evaluare** privesc: a) **tipul instrumentelor de evaluare și modul de aplicare:** verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notițe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) **criteriile evaluării sumative** (derivate din competențele specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecție de formare a priceperilor și deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Lecția 2

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, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; evaluează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.;
• Oferă elevilor materiale: elementele de circuit necesare realizării practice a unei rețele simple și instrumente de măsură și cere elevilor să experimenteze (eventual, să verifice legea I și legea de conservare a sarcinii electrice, legea II și convenția de parcurs a unui ochi de rețea);	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: identifică elementele rețelei prezentate și elementele rețelei realizate ca temă, relații între valorile obținute și emit ipoteze, compară cele două rețele, realizează o rețea din elementele date, măsoară intensități și tensiuni la bornele elementelor de rețea;
• Cere elevilor să comunice observațiile;	- Fac corelații între rezultatele lor și legile lui Kirchhoff; - Prezintă grafic o rețea și stimulează elevii să identifice elementele acesteia;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor: - să rezolve probleme cu rețele; - să explice funcționarea divizorului de curent și a potențimetrului; - să explice funcționarea rețelei din locuința proprie; - să rezolve, diferențiat probleme teoretice.	• Efectuează tema pentru acasă, ca răspunsuri la întrebări.

¹ **Tipuri de produse ale activității elevilor:** 1. Referate științifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint); 2. Colecții de probleme rezolvate; 3. „Jurnal de observații” (observații proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziția elevilor în clasă); 4. Demonstrații experimentale; 5. Construcții de dispozitive; 6. Postere; 7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet); 8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

¹ **Protocolul de evaluare** privesc: a) *tipul instrumentelor de evaluare și modul de aplicare:* verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notițe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.; b) *criteriile evaluării sumative* (derivate din competențele specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

Secvența a III-a. Reflecție-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de 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

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, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, <i>norme de protecția muncii în laborator</i> etc.);	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • Analizează datele credibile, argumentează alegerile și reunesc într-un tabel comun intensitățile și tensiunile măsurate pentru rețelele puse la dispoziție și cele realizate, incluzând măsurătorile pentru șunt și rezistența adițională;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): să distingă un patern (model, regulă) cu ajutorul simbolurilor tabelului/ graficului;	• Formulează ipoteze privind relația așteptată;
• Cere elevilor să realizeze experimental conexiuni serie și paralel de rezistori;	• Organizați pe grupe elevii: realizează rețele ce conțin grupări serie și paralel de rezistori și determină experimental rezistența echivalentă grupărilor serie și paralel, prin măsurători de intensitate și 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 relații între rezistențele rezistorilor conectați și rezistența grupării; - Furnizează elevilor alimentatoare, rezistori marcați, fire de legătură, multimetre; • cere elevilor să extindă (aplice) relația de echivalență pentru conexiuni de rezistori în serie și paralel; • Implică elevii în conceperea raportului final și extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigațiilor proprii.	• Demonstrează experimental, că intensitatea curentului prin montaj este mai mică atunci când aceleași rezistoare sunt conectate serie, în comparație cu montajul paralel al acestora; • Modelează experimental avantajele și dezavantajele conexiunilor serie și paralel; - Determinarea t.e.m. și rezistenței echivalente pentru grupări serie și paralel de surse (tema obligatorie) ; - Deduc expresia matematică a teoremei lui Milman (opțional) - Rezolvă probleme de grad mediu de dificultate și opțional, probleme cu grad ridicat de dificultate. - Efectuează tema pentru acasă;

Secvența a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

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

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului deductiv; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv/ scenariul lecției: *deductiv*. Elevul observă o definiție a conceptului de înșușit/ 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 4

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, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile</i>	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;

<i>de cunoaștere</i> 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): stabilirea relațiilor 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/ soluțiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite, realizarea de previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza metodei de măsurare a rezistențelor folosind puntea Wheatstone și cere elevilor să măsoare și să explice rezultatele; Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este această explicație/ soluție mai bună decât alta?; Ce explicații/ soluții nu sunt încă susținute de probe? Ce soluție mai bună am putea adopta? Etc.;	• Organizați în grupuri de lucru, elevii: - observă limitele de măsurare a multimetrelor și soluțiile pentru extinderea intervalului de măsură; - construiesc o punte Wheatstone; identifică modul de echilibrare a punții; - efectuează măsurători de rezistențe și le compara cu valorile înscrise pe ele; identifică erorile de măsură; justifică rezistența mică a ampermetrului(demonstrație); extind domeniul de măsurare a ampermetrului folosind un șunt. - deduc relația dintre șunt și rezistența ampermetrului, relația dintre rezistența adițională și rezistența voltmetrului (demonstrație); - justifică valoarea mare a rezistenței interne a voltmetrului. - extind domeniul de măsură a unui voltmetru folosind un rezistor adițional; - analizează și 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 investigațiilor proprii, oferind următoarea structură pentru acestea: 1. <i>Preambul/ Teoria lucrării</i> (definiții ale mărimilor fizice utilizate, enunțuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 2. <i>Materiale necesare</i> ; 3. <i>Modul de lucru</i> (operații de măsurare, de calcul, de înregistrare a datelor în tabele, grafice); 4. <i>Date experimentale</i> (tabel de date, prelucrarea datelor, calculul erorilor); 5. <i>Concluzii</i> (enunțuri generale, validarea unui enunț).	• Asumă roluri în grupul de lucru, tipul de produs care va fi prezentat (construcții de dispozitive, lucrări de laborator, demonstrații/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu, lucrări plastice și literare etc.), convin modul de prezentare (planșe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme și filmări proprii montate pe calculator etc.); avansează idei privind structura și conținutul raportului; • Negociază în grup conținutul și structura raportului final, convin modalitatea de prezentare (construcții, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • Întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigațiilor proprii, consecințe ale explicațiilor găsite.

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă;

Procesul cognitive/ Scenariul lecției: *analogie cu anticiparea mijloacelor.* Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 5

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea <i>temelor efectuate acasă</i> și cere elevilor să prezinte rezultatele	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i> și evocă dificultăți/ probleme întâlnite în

obținute și valorificarea rezultatelor; • 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.);	efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe etc.;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): prezentarea și evaluarea raportului final;	
• Cere elevilor să de rezolve probleme practice și teoretice, să distingă între situații în care sunt necesare rețelele electrice și să rezolve rețele infinite de rezistori, să discute rezultatele, să motiveze necesitatea utilizării rețelelor de alimentare cu energie electrică;	Elevii: - Rezolvă probleme și analizează valorile numerice obținute; - Justifică folosirea rețelelor; - Evidențiază rolul grupajelor mixte în economia de energie;
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea raportului final (portofoliului) pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competențele cheie³⁹;	• Prezintă portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în <i>protocolul de evaluare</i>;
• Anunță verificarea orală/ testul scris pentru lecția următoare, reamintește elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competențele specifice înscrise în programele școlare, vizând noțiunile însușite și abilitățile de operare cu acestea corespunzătoare competenței cognitive/ de rezolvare de probleme;	
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă): acțiuni colective în afara clasei, legături cu teme viitoare etc.	• *Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele.

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., București 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., București 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 competențe** vor fi expuse în **anexele** unităților de învățare. Alături de criteriile **competenței cognitive sau de rezolvare de probleme** (expuse de **competențele specifice înscrise în programele școlare** vizând, componentele „cunoștințe” și „abilități” (de operare cu cunoștințele însușite) corespunzătoare acestei competențe, **evaluarea portofoliului/ proiectului/ rezultatelor finale** are în vedere și celelalte **competențele-cheie** (după Gardner, 1993):

45. **competențe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alți elevi, profesori, experți, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
46. **abilități cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
47. **competența antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovație, execuție, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
48. **competențe metacognitive** (capacitatea de a reflecta la propriile procese cognitive, de a se distanța față de propria lucrare, de a viza permanent obiectivele propuse, de a evalua progresul făcut și de a face rectificările necesare, de a sesiza impactul noilor cunoștințe (valori și limite) etc.

Unitatea de învățare: X.10 Energia și puterea electrică

„Cum ar arăta o zi în care rețeaua de alimentare cu energie electrică a unui oraș ar fi întreruptă ?”

Sorina Maria Leu

Clasa: a X-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 8 ore

Conținuturi repartizate unității de învățare Efectele curentului electric . Energia și puterea electrică Teorema transferului maxim de putere Randamentul unui circuit

Modelul de învățare asociat: **Proiectul**

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operațional (motivarea proiectului și analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului și a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea și interpretarea informațiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecție - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) și raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea produsului (de învățare).

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele proiectului** (reprezentând competențe specifice), ca o succesiune lecții „cu finalitate reală” (Cerghit, I. ș.a., 2001), focalizate pe conceperea și realizarea unor produse finite, învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este **planificarea sau anticiparea**.

Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de o observație surprinzătoare, și anume: „*Corpuri voluminoase și grele (vapor, submarin, aisberg, balon cu aer cald, scoarța terestră etc.) pot pluti pe corpuri „ușoare”, cum sunt: apă, aer, magmă etc.!*”. Pe parcursul unității de învățare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: „*Corpurile cu masă mare pot avea totuși o densitate mică!*”.

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știi sau cred eu despre asta?

Lecția 1

Săptămâna:1 ora

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

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor și expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); de învățare a procesului de planificare (anticipare);

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor un <i>organizator cognitiv</i> (prelegere introductivă referitoare la efectele curentului electric energia și puterea electrică, teorema transferului maxim de putere, randamentul unui circuit); • Oferă elevilor un <i>portofoliu de teme</i>	• Evocă observații, experiențe și întâmplări personale privind conversia energiei electrice în alte forme de energie, noțiuni legate de putere și randament. • Se orientează asupra realizării unor proiecte,

propușe spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unității de învățare, sub forme ca:

(1) **demonstrații/ modelări experimentale:** Efectul Joule, efectul magnetic, efectul chimic și biologic.

(2) **construcții : dispozitive experimentale care evidențiază efectele curentului electric**

(3) **referate științifice** explicând:

funcționarea becului cu incandescență, a radiatoarelor și altor dispozitive și aparate electrocasnice.

(4) **postere, desene, eseuri literare etc.**, evocând noile cunoștințe etc.;

• **Cere elevilor să evoce cunoștințele proprii** legate de proiectele propuse (ceea ce elevii știu), să distingă *noțiunile relevante* (mase, volume, condiție de plutire); cu acest prilej, **identifică explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere** (utilizarea unor instrumente de măsură pentru măsurarea volumului, masei);

• **Comunică elevilor criteriile evaluării finale (sumative)**, particularizând competențele programei școlare 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 informații de tipul „Ce este?”.

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 (construcții, demonstrații/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu științific, eseu plastic sau literar etc.);

• **Evocă aspecte interesante, curiozități, dificultăți** legate de proiectul ales, experiențe personale, observații în mediul înconjurător, deosebind fenomenele implicate în sisteme și aparatele utilizate în mod curent.

• **Evocă/ exersează măsurarea tensiunii și intensității curentului electric** (utilizând circuite simple.

• **Evocă** semnificația, accesibilitatea, relevanța pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor;

• **Efectuează tema pentru acasă.**

Se documentează, folosind diverse surse, în vederea realizării proiectelor.

Identifica efecte ale curentului electric la aparatele electrocasnice și întocmesc o fișă de observații.

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știu sau cred eu despre ea?

Lecția 2

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea și interpretarea informațiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Evocă proiectele pentru care elevii au optat și stimulează elevii să prezinte informațiile colectate/ produsele realizate; • Oferă elevilor materiale pentru experimentare (alimentatoare, becuri, cuve electrolitice soluție de sulfat de cupru, cadre conductoare, bobine, ace magnetice, fire de legătură, instrumente de măsură și cere elevilor (eventual, prin fișe de lucru) să experimenteze (eventual, orientând gândirea elevilor către verificarea următoarelor idei: la trecerea curentului prin becuri, acestea	• Evocă informațiile culese cu privire la proiectul ales, evaluează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: - observă funcționarea becului în condițiile alimentării cu tensiune variabilă - observă depunerea de Cu și compară cantitatea depusă în condițiile în care timpul de funcționare al circuitului în care se afla electrolizorul este variabil ; - observă comportarea acului magnetic în apropierea cadrului și bobinei. - observă un încălzitor de apă;

luminează și se încălzesc, se observa depuneri de Cu la catodul electrolizorului în urma trecerii curentului prin soluție, acul magnetic indică existența unui câmp magnetic în apropierea cadrului și a bobinei.)

• **Cere elevilor** să comunice rezultatele obținute;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor, organizați în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări;

- **observă** un model de electromagnet

• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii **comunică rezultatele** privind conversia energiei electrice în alte forme de energie.

- Căldura și lumina

- Energie chimică

- Trecerea curentului prin conductori determină apariția unui câmp magnetic.

• **Dacă și-au încheiat activitatea**, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigații sunt în curs de desfășurare;

• **Efectuează tema pentru acasă**, ca răspunsuri la întrebări: 1. Care sunt parametrii de care depinde procesul de conversie a energiei electrice în căldură și lumina? 2. Cum se obține tabla zincată? 3. Ce aplicații au electromagneții? 4. De ce se înlocuiesc becurile cu incandescență cu becuri „economice”? 5

Secvența a III-a. Reflecție-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecția 3

Săptămâna....2 ore.

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

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.;

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Invită elevii să sintetizeze și să evalueze informațiile colectate în lecția anterioară și prin tema efectuată acasă și să distingă un pattern care să explice condițiile optime de conversie a energiei electrice în alte forme de energie. • Distribuie elevilor materiale (becuri, rezistori, alimentatoare, instrumente de măsură și cere elevilor: a) să înregistreze într-un tabel comun: Numărul grupei; Tensiunea de alimentare a circuitului și tensiunea la bornele becului în condițiile în care în circuit există și un rezistor sau un alt bec în serie cu becul de studiat; b) să reprezinte grafic punctele corespunzând perechilor de tensiuni la bornele circuitului (pe ordonată) și tensiunea la bornele becului (pe abscisă); • Cere elevilor să distingă un pattern	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii analizează datele credibile (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) și raportează concluziile/ explicațiile pe care le înregistrează întreaga clasă: Funcționarea optimă a unui consumator asigură o conversie convenabilă de energie. Rezistorii de tip ohmic transformă energia electrică în căldură și lumina. Tipul consumatorului determină tipul de conversie a energiei electrice. • Înregistrează într-un tabel comun perechile de valori tensiune de alimentare și tensiune la bornele becului; • Reprezintă grafic prin puncte perechile de valori tensiune/ tensiune pentru circuitele utilizate; • Constată că:

(**model, regulă**) cu ajutorul tabelului/ graficului, care să explice randamentul unui consumator.;

• **Precizează** elevilor că raportul dintre cele doua tensiuni este o mărime adimensională,; **denumeste** acest raport randament si **cere elevilor** să transpună observațiile anterioare *în termeni de randament*.

• **Cere elevilor** să revină la întrebarea „Cum ar arat o zi în care rețeaua de alimentare cu energie electrică a unui oraș ar fi întreruptă ?

și cere elevilor să **formuleze un argument** la observație;

• **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să **răspundă la întrebări**, cum sunt: Cum folosim energia electrică și cu ce avantaje?

- a) punctele obținute se înscriu (aproximativ) pe o dreaptă;
- b) panta dreptei depinde de rezistența conectată în serie cu becul.

• **Reformulează constatările**, în termeni de randamentul unui consumator .

• **Constată** că randamentul becului este cu atât mai mare cu cât rezistența rezistorului din circuit este mai mică;

• **Reformulează observațiile** din etapa de explorare-experimentare și **propun explicații** sub forma unor *generalizări (inducții)*: randamentul unui consumator este raportul dintre tensiunea la bornele lui și tensiunea de alimentare a circuitului.

• **Reformulează enunțul (relația, legea)** conform căreia transferul maxim de putere se realizează atunci când $R=r$ iar randamentul TEORETIC maxim este 50%

• **Formulează un argument** la întrebarea inițială:

Activitățile curente sunt strâns legate de energia electrică

• **Efectuează tema pentru acasă:** 1. Identifica tipul de consumatori pe care îi folosesc . Alege unul dintre ei,identifica tipul de conversie /conversii pe baza căreia/căroră funcționează. Calculează costurile funcționării aparatului pentru un interval determinat.

Secvența a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

Lecția 4

Săptămâna: ...2 ore

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.);

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Oferă elevilor materiale pentru experimentare, implicându-i în evaluarea a produselor realizate, a procedurilor/ soluțiilor adoptate, stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite: Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este acest model potrivit pentru tema aleasă? Este această explicație/ soluție mai bună decât alta?; Ce explicații/ soluții nu sunt încă susținute de probe? Ce soluție mai bună am putea adopta? Etc. • Implică elevii în conceperea raportului final	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: - ff) optimizează condițiile în care se pot utiliza rațional și eficient aparatele electrocasnice. - gg) extind noțiunea de conversie a energiei electrice cu referire la automobilul electric , avantaje și implicații ale acestuia în protecția mediului. - hh) calculează randamentele diferitelor circuite în probleme. ii) Calculează cantitatea de căldură utilizată de un încălzitor de apă , atunci când funcționează la parametri nominali. - jj) demonstrează experimental legea Joule, folosind încălzitorul, un termometru și o cantitate dată de apă. • Negociază în grup conținutul și structura

și **extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă): cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigațiilor proprii; avansează idei privind structura și conținutul 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 investigațiilor proprii, consecințe ale explicațiilor găsite.

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Lecția 5

Săptămâna: ...1 ora

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea produselor de învățare obținute.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă.

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în prezentarea și evaluarea raportului final, vizând competențe: cognitive (operarea cu noțiunile însușite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovația, execuția și realizarea); sociale (cooperarea cu alți elevi, profesori, experți); de comunicare (folosirea judicioasă a informațiilor); metacognitive (distanțare critică față 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.) și criteriile de evaluare formulate pe baza competențelor specifice selectate din programa școlară; • Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă, acțiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	• Expun produsele realizate și prezintă în fața clasei rapoartele de lucru; • Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele.

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., București 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., București 2006;
- (5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.htm
- (6) <http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm>

Unitatea de învățare: X.11

Câmpul magnetic al curentului electric

„Este 2012 anul în care se vor inversa polii magnetici ai Pământului?”

Sorina Maria Leu

Clasa: a XI-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 8

Perioada:

Conținuturi repartizate unității de învățare: 1 - Noțiuni recapitulative de magnetostatică-e. 2 - Forța Laplace-Inducția magnetică. 3 - Câmpul magnetic al unor curenți staționari. 4 - Forța Ampere, definiția amperului. 5 - Forța Lorentz. 6 - Aplicații.

Modelul de învățare asociat: **Proiectul**

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Planul operațional (motivarea proiectului și analiza de nevoi, stabilirea criteriilor de evaluare a produsului și a criteriilor de realizare - etapele de parcurs);
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea materialelor, analizarea și interpretarea informațiilor, realizarea preliminară a produsului;
III. Reflecție - Explicare	3. Testarea criteriilor de realizare, formularea unor concluzii, revizuirea etapelor de parcurs;
IV. Aplicare - Transfer	4. Verificarea produsului (criteriile de evaluare) și raportarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea produsului (de învățare).

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele proiectului** (competențe specifice), ca o succesiune de lecții „cu finalitate reală” (Cerghit, I. ș.a., 2001), focalizate pe conceperea și realizarea unor produse finite, învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor proiectului. Procesul cognitiv central este **planificarea sau anticiparea**.

Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de întrebarea surprinzătoare, și anume: „**Este anul 2012 anul în care se vor inversa polii Pământului?**”

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?

Lecția 1

Săptămâna:1 ora

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

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor și expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); de învățare a procesului de planificare (anticipare);

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

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor un <i>organizator cognitiv</i> (prezentarea unor slide-uri care să reprezinte interacțiuni între magneți permanenți și spectrul câmpului magnetic terestru. Evoca noțiuni legate de efectul magnetic al curentului electric forța Laplace, definește inducția magnetică); • Oferă elevilor un <i>portofoliu de teme</i> propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unității de învățare, sub forme ca: (1) demonstrații/ modelări experimentale: Interacțiuni între magneți permanenți, și între conductori parcurși de curenți. (2) construcții: <i>electromagneți</i> (3) referate științifice explicând: - Care este sursa câmpului magnetic. - Comparații între câmpul electrostatic și câmpul magnetic - Mișcarea particulelor încărcate în câmpuri magnetice și electrice. - Aplicații ale electromagneților. - Cum funcționează ciclotronul. - Cum pot fi „cântăreți atomii ”- spectroscopie de masă - Este eficientă magnetoterapia? (4) postere, desene, eseuri literare etc., evocând noile cunoștințe etc.; • Cere elevilor să evoce cunoștințele proprii legate de proiectele propuse (ceea ce elevii știu), să distingă <i>noțiunile relevante</i> între magneți permanenți și electromagneți, noțiuni legate de surse de câmpuri , linii de câmp. • Comunică elevilor <i>criteriile evaluării finale (sumative)</i>, particularizând competențele programei școlare 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 informații despre câmpul magnetic ,electromagneți, etc.	• Evocă observații, experiențe și întâmplări personale privind magnetii și interacțiunile lor, polii magnetici și inseparabilitatea lor , efectul magnetic al curentului electric. • 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 științific; • Asumă roluri în grupul de lucru, negociază tipul de produs care va fi prezentat (construcții, demonstrații/ determinări experimentale, poster, prezentare P.P.) • Evocă aspecte interesante, curiozități, dificultăți legate de proiectul ales, experiențe personale, observații în mediul înconjurător, deosebind fenomenele în termeni de interacțiuni ,corpuri de proba,efecte • Evocă/ exersează determinarea interacțiunilor magnetostatice ,electromagnetice,caracteristicile corpurilor de proba, ca „senzori de câmp” • Evocă semnificația, accesibilitatea, relevanța pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor; • Efectuează tema pentru acasă. Caută informații pe internet, bibliotecă;

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știu sau cred eu despre ea?

Lecția 2

Săptămâna: ..2 ore.

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea materialelor, analizarea și interpretarea informațiilor, realizarea preliminară a produsului (de proiect);

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Evocă proiectele pentru care elevii au optat și stimulează elevii să prezinte informațiile colectate/ produsele realizate; • Prezintă elevilor un organizator cognitiv(<i>câmpul magnetic creat de un conductor rectiliniu, o spira ,o bobina; forțele Ampere si Lorentz</i>) • 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 forța Laplace pot fi identificați calitativ.. -spectrul câmpului magnetic in jurul conductorilor - dependenta inducției magnetice de parametrii circuitului care îl produce si de poziția relativa a acului magnetic. -Interacțiunea conductorilor parcurși de curenți • Cere elevilor să comunice rezultatele obținute;	• Evocă informațiile culese cu privire la proiectul ales, valuează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: - observă deviația cadrului conductor in câmp magnetic. - observă piliturii de Fe in jurul laturilor cadrelor ; - observă deviația acului magnetic si compara deviații - compară compara deviațiile ale acului magnetic pentru poziții diferite relativ la conductorii’; - observă forța Ampere - compară interacțiunile in condițiile modificării sensului curentului prin unul dintre ei • Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică rezultatele privind: - Dependenta forței Laplace de poziția i; - Spectrul conductorului in câmp, de lungimea conductorului aflat in câmp si de tăria câmpului câmpului magnetic; - Dependenta inducției magnetice de poziția punctului in care se evaluează; - Interacțiunea conductorilor parcurși de curenți; - Dependenta forței Ampere de distanta relativa dintre conductori; • Dacă și-au încheiat activitatea, elevii se reorientează către grupurile ale căror investigații sunt în curs de desfășurare;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor, organizați 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 interacțiune pot fi reduse forțele Laplace si Ampere - Pe ce principiu funcționează aparatele electrice de măsura :Sa rezolve problemele propuse de profesor (cu referire la câmpul rezultat creat de mai mulți conductori parcurși de curenți ,sau calcularea forței Ampere): -Să recapituleze noțiuni de mișcare variata si circulara

Secvența a III-a. Reflecție-explicare:

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecția 3

Săptămâna:2 ore.....

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

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: inducție. 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).

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Invită elevii să sintetizeze și să evalueze informațiile colectate în lecția anterioară și prin tema efectuată acasă și să distingă un patern care să explice: - Care este sursa capului magnetic; - Care este mărimea fizică ce caracterizează câmpul și de ce parametrii depinde; - Care sunt tipurile de interacțiuni evidențiate; - Cum am putea să definim amperul; - Ce efect are acțiunea forței Lorentz asupra unei particule încărcate ca se deplasează tăind liniile de câmp. • Distribuie elevilor fișe de lucru ce conțin situații teoretice referitoare la temele studiate; • Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să răspundă la întrebări, care vor sta la baza temelor studiate în lecția următoare;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii analizează datele credibile (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) și raportează concluziile/explicațiile pe care le înregistrează întreaga clasă: - Sursa câmpului magnetic este mișcarea purtătorilor de sarcini; - Precizează expresiile matematice pentru inducția magnetică în diferite situații și precizează regula de determinare a sensului acesteia; - Disting între forța Laplace, Ampere, Lorentz ; - Definesc amperul; - Precizează traiectoria unei particule încărcate ce taie liniile de câmp magnetic; - Demonstrează că forța Lorentz are rol de forță centripetă; • Rezolvă sarcinile de lucru • Efectuează tema pentru acasă: Rezolvare diferențiată de probleme.

Secvența a IV-a. Aplicare

Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

Lecția 4

Săptămâna:1 ora.....

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: deducție. Scenariul lecției: deductiv. Elevul observă o definiție a conceptului de înșușit/ 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).

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor informații privind experimentul ce se derulează la C.E.R.N. și precizează importanța accelerării particulelor. Observă și îndrumă activitatea elevilor; • Cere elevilor să distingă un patern/explicație a principiului de funcționare a acceleratoarelor de particule; • Cere elevilor să identifice o metoda de determinare a maselor atomilor • Invită elevii să sintetizeze și să evalueze informațiile colectate prin tema efectuată acasă și să treacă în caiet concluziile mai importante; • Implică elevii în conceperea raportului final și extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă): cere elevilor să finalizeze lucrările și să găsească și alte variante de prezentare a lucrărilor (filmulețe, prezentări P.P., etc.) • Propune elevilor să realizeze o macheta a unui aparat electric de măsură (multimetru)	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: - Descriu ciclotronul. - observă rolul câmpului magnetic și al câmpului electric; - explică rolul forței Lorentz Explicații: - accelerarea particulelor încărcate se realizează între duanti; - Descriu un spectrometru de masă ; - Identifică interacțiunile și explică metoda de determinare a maselor atomilor (ionilor) - Prezintă teoriile care identifică sursa câmpului magnetic terestru; a) Selectează și sintetizează informațiile adunate; b) Întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigațiilor proprii, consecințe ale explicațiilor găsite. • Negociază în grup conținutul și structura produsului final, convin modalitatea de prezentare (poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.).

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Lecția 5

Săptămâna:2 ore.....

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea produselor de învățare obținute.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. Scenariul lecției: empiric. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de înșușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în prezentarea și evaluarea raportului final, vizând competențe: cognitive (operarea cu noțiunile înșușite); estetice	• Expun produsele realizate și prezintă în fața clasei rapoartele de lucru, posterele (turul galeriei) și prezentările P.P.

(tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovația, execuția și realizarea); sociale (cooperarea cu alți elevi, profesori, experți); de comunicare (folosirea judicioasă a informațiilor); metacognitive (distanțare critică față 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 criterii de evaluare formulate pe baza competențelor specifice selectate din programa școlară;

- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă, acțiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).

- **Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare;**

Unitatea de învățare: X.11

INDUCTIA ELECTROMAGNETICA

Doina Turcu

Clasa: a X-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 5

Conținuturi conceptuale repartizate unitarii de învățare: Fenomenul de inducție electromagnetică; Sensul curentului electric indus. Regula lui Lenz; Legea inducției electromagnetice ; Autoinducția. Inductanța unui circuit. Rezolvarea de probleme.

Modelul de învățare asociat: **Investigația științifică**

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației;
II. Explorare - Experimentare	2. Colectarea probelor, analizarea și interpretarea informațiilor;
III. Reflecție - Explicare	3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;
IV. Aplicare - Transfer	4. Includerea altor cazuri particulare și comunicarea rezultatelor; 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor.

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele investigației științifice** (reprezentând competențe specifice), ca un grup de lecții focalizate pe o **întrebare deschisă** (cu soluții multiple), învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor investigației. Procesul cognitiv central este **analogia cu anticiparea efectului**: prin „încercare și eroare” elevii descoperă mijloacele (variabilele) a căror manevrare (controlul variabilelor) îi conduce la rezultatul dorit. Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de o discrepanță, și anume:

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?

Competențe specifice (derivate din modelul investigației): 1. Formularea întrebării și avansarea ipotezelor alternative, examinarea surselor de informare și proiectarea investigației.

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor, expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); de învățare a procesului de planificare (anticipare).

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

Lecția 1

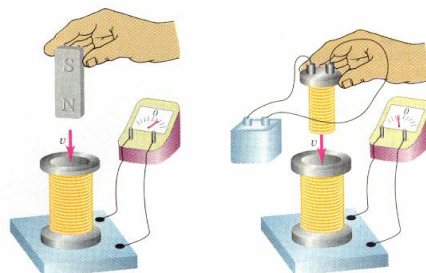
Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
Prezintă elevilor un organizator cognitiv – Tema lecției : Inducția electromagnetică Implica elevii în enumerarea normelor de protecția muncii în laboratorul de fizică; îndruma parcurgerea de către elevi a momentelor lecției în aceasta etapă: stabilește obiectivele; manifesta curiozitatea prin vizionarea filmului de pe Internet; Stimulează analiza modelului prezentat; http://www.youtube.com/watch?v=2PkPVGC8ceg • Evocă întrebările de investigat Propune	• Evocă normele de protecție a muncii în laboratorul de fizică; • Observă - experimentul prezentat în film; • 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 și analizează experimentele propuse de profesor;



- **Orientează gândirea elevilor către** analiza modelului prezentat;

identificarea apariția unui curent electric în circuit **identifică cauzele apariției acestuia** (*explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere*).

Formulează întrebări referitoare la fenomenul observat: „De ce deviază acul miliampermetrului analogic cu zero la mijlocul scalei?”

„Care este cauza apariției curentului electric în circuit?”

„Ce mărimi fizice sunt implicate în apariția curentului?”

Sprijină elevii să 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 competențele programei școlare 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 în 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 depărtăm magnetul bara de bobina.

- elaborează o prima explicație .

- **Reformulează** concluzia referitoare la cauzele fenomenului.

- **Disting** situații care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica fenomenele observate.

• **Evocă** semnificația, accesibilitatea, relevanța pentru ei a criteriilor de evaluare a rezultatelor propuse de profesor;

• **Efectuează tema pentru acasă** (aprofundează variantele de răspuns, conexiuni cu experiențele proprii, asumă sarcini de documentare, procurarea materialelor, planificarea etapelor, realizează instrumente neconvenționale).

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

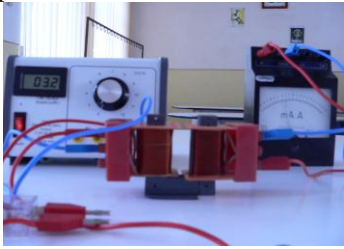
Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știu sau cred eu despre ea?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Colectarea probelor, analizarea și interpretarea informațiilor.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea efectului; Lecție de formare a priceperilor și deprinderilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Lecția 2

Rolul profesorului	Sarcini de învățare 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 să interacționeze direct unii cu alții; înlesnește formularea întrebărilor în timpul prezentării referatelor; • Oferă elevilor materiale Creează cadrul realizării altor experimente prezentând materialele puse la dispoziție; • două bobine, o sursă, un întrerupător, un miez de fier în forma de "U", un galvanometru, fire conductoare; • două bobine, o sursă, un întrerupător, un miez de fier în forma de "U", un galvanometru, fire conductoare; • conductor cadru, legat prin fire conductoare la două inele metalice prin intermediul a două perii metalice și un miliampermetru . și cere elevilor, organizați pe grupe să experimenteze apariția curentului în montajele realizate,	• Evaluează - prezentarea referatelor pregătite ca temă; - informațiile despre Faraday, observa exemplele date în legătura cu fenomenul; <i>Activitate pe grupe de lucru:</i>  • Grupa I: - observă ca: la închiderea/deschiderea întrerupătorului din circuitul fără sursă, apare curent electric; • Grupa II: - observa ca : la ridicarea /coborârea bobinei din circuitul fără sursă (cu întrerupătorul închis) acul galvanometrului deviază indicând apariția unui curent electric; • Grupa III: - observa ca : prin rotirea uniformă a unui conductor cadru într-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 fișele de observație și modul lor de completare; Îndruma elevii să verifice ipotezele formulate de ei; Invita elevii să sintetizeze observațiile, să formuleze concluzii; Cere elevilor să formuleze variante de definiții pentru fenomenul studiat	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile la experimentele efectuate: Grupa I: - prin închiderea întrerupătorului în circuitul secundar (fără sursă), intensitatea curentului în circuitul primar (cu sursă) variază de la zero la o valoare maximă. Inducția magnetică produsă de curentul din circuitul primar variază și ea de la zero la o valoare maximă. Fiecare spira a bobinei secundare, aflată în câmpul magnetic de inducție variabilă, produs de curentul primar, este străbătută de un flux magnetic variabil, de la zero la valoarea maximă. La întreruperea curentului din circuitul primar, fluxul magnetic prin suprafața înconjurată de fiecare spira a bobinei secundare este variabil, de la valoarea maximă la zero. Deci, curentul (numit indus) se obține într-o spira atunci când fluxul magnetic variază prin suprafața închisă de spira. Grupa II: - la ridicarea /coborârea bobinei din circuitul fără sursă (cu întrerupătorul închis) acul galvanometrului deviază indicând apariția unui curent electric deoarece suprafața fiecărei spire este străbătută de un flux magnetic variabil în timp.

- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă) și cere elevilor, organizați în grupurile de lucru stabilite, **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări.

Grupa III:

-prin rotirea uniformă a unui conductor cadru într-un câmp magnetic uniform se produce un curent electric la bornele cadrului. deoarece variază unghiul dintre suprafața spirei și inducția magnetică, deci variază fluxul magnetic prin suprafața spirei.

- **Elevii prezintă observațiile experimentale în fața clasei.**

După ce și-au încheiat activitatea, completează fisele de observație;

- **Efectuează tema pentru acasă/ grupele de lucru**

Secvența a III-a. Reflecție-explicare

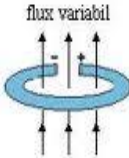
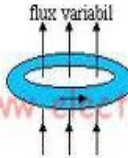
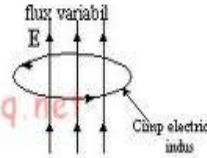
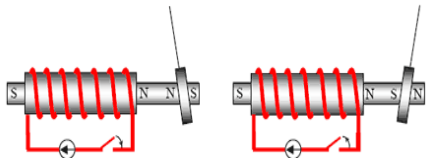
Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului inductiv; de formare a priceperilor de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: inducție. **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 contraexempluri (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 3

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Invită elevii să sintetizeze observațiile etapei de explorare și cere elevilor să formuleze definiția fenomenului de inducție electromagnetică. Prezintă obiectivele lecției și 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 dependență a sensului curentului indicat de miliampermetru și operațiunea executată în 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 să stabilească pe un desen sensul curentului indus într-o spira în cazul apropiării/depărtării polului N al unui magnet;	Formulează variante pentru a defini fenomenul de inducție electromagnetică ;  Fig.1  Fig.2  Fig.3 - observă experimentul de evidențiere a sensului curentului indus;  - analizează experimentul și stabilesc cauzele respingerii/atracției inelului de aluminiu; - formulează ipoteze pentru sensul curentului indus; - stabilesc pe un desen sensul curentului indus într-o spira în cazul apropiării/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 în fenomenul de inducție electromagnetica si sa stabilească relațiile dintre mărimile fizice și să **formuleze explicații**

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:**

Secvența a IV-a. Aplicare

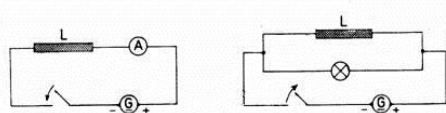
Generic: Ce convingeri îmi oferă această informație?

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

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de comparare, analiză, sinteză etc.; de învățare a procesului deductiv; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

Procesul cognitiv: deducție. **Scenariul lecției:** **deductiv**. Elevul observă o definiție a conceptului de înșușit/ 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 4

Rolul profesorului	Sarcini de învățare 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. • Implică elevii în conceperea raportului final și 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.	Activitate frontală  b) Realizează circuitele electrice conform schemelor; c) Observă ca -la închiderea întrerupătorului se constata o înertie 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. 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 modalități de prezentare (planșe, postere, portofolii, prezentări PowerPoint, filme și filmări proprii montate pe calculator etc.); • Negociază în grup conținutul și structura raportului final, convin modalitatea de prezentare (construcții, referat, eseu, poster, portofoliu, prezentări multimedia, filmări proprii montate pe calculator etc.); • Întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigațiilor proprii, consecințe ale explicațiilor găsite.

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea rezultatelor;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv: analogie cu anticiparea mijloacelor. **Scenariul lecției: empiric.** Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de înșușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observă și analizează reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 5

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în prezentarea și evaluarea raportului final, vizând competențe: cognitive (operarea cu noțiunile înșușite); estetice (tehnică, design, editare); antreprenoriale (inovația, execuția și realizarea); sociale (cooperarea cu alți elevi, profesori, experți); de comunicare (folosirea judicioasă a informațiilor); metacognitive (distanțare critică față 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.) și criteriile de evaluare formulate pe baza competențelor specifice selectate din programa școlară; • Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă, acțiuni colective în afara clasei, legături cu temele/ proiectele viitoare etc.).	• Expun produsele realizate și prezintă în fața clasei rapoartele de lucru; • Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele.

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., București 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., București 2006;
- (5) http://www.school-for-champions.com/science/static_lightning.htm
- (6) <http://www.physicsclassroom.com/class/estatics/u8l4e.cfm>

Unitatea de învățare: X.13 Curentul alternativ. Aplicații Sau

„Cum vă imaginați existența fără suportul electricității” sau „Cum ajunge curentul electric în casele noastre”

Nasurla Ilhan

Clasa: a X-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 5

Conținuturi repartizate unității de învățare: Producerea curentului alternativ. Reprezentarea grafică, valori efective ale intensității și tensiunii c.a. Transformatorul. Clasificarea mașinilor electrice. Aparat electrocasnice. Norme pentru prevenirea scurt-circuitelor și electrocutării.

Modelul de învățare asociat: Rezolvare de probleme.

Competențe specifice: derivate din modelul de învățare asociat, conform tabelului următor:

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Sesizarea problemei și avansarea strategiilor de rezolvare;
II. Explorare - Experimentare	2. Generarea soluțiilor alternative;
III. Reflecție - Explicare	3. Evaluarea și alegerea soluției adecvate;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea soluției și a predicțiilor bazate pe ea și raportarea rezultatelor;
	5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea soluției.

Scenariul prezintă o unitate de învățare construită pe **secvențele rezolvării de probleme** (definind competențe specifice), ca o succesiune de lecții declanșate de „sesizarea unei probleme autentice, din viața reală” (Cerghit, I. ș.a., 2001), învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor rezolvării problemei. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea mijloacelor*. Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de o observație incitantă, de exemplu: „Cum se obține curentul alternativ? Care e diferența dintre curentul continuu și curentul alternativ? Cum ajunge curentul electric în viața de zi cu zi?”. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către descrierea producerii curentului alternativ, transportul acestuia și utilizarea lui în practică. Elevii devin capabili să explice traseul energiei electrice de la producere la utilizare.

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?

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

Tipul lecției: Lecție de evaluare inițială a situației de învățare; de comunicare a obiectivelor și expunere a organizatorilor cognitivi (lecție introductivă); de învățare a procesului de planificare sau anticipare;

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

Lecția 1

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): prezintă exemple din viața cotidiană în care întâlnim curentul electric: stâlpii de înaltă tensiune, stațiile de transformare, centralele electrice, aparatura electrocasnică; • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile	• Evocă observații, experiențe și întâmplări personale privind curentul electric; • Argumentează necesitatea cunoașterii producerii transportului și utilizării curentului electric în viața de zi cu zi; • Identifică și definesc fenomenul de inducție electromagnetică

de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (fenomenul de inducție electromagnetică, utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecție a muncii în laborator etc.);

- **Comunică scopul prelegerii:** identificarea și definirea elementelor caracteristice curentului alternativ;

- **Cere elevilor să realizeze o analogie cu elementele caracteristice mișcării circulare**

- **Transmite elevilor problema de rezolvat** în următoarele lecții: obținerea expresiei intensității și tensiunii curentului alternativ sinusoidal și aplicațiile acestuia în practică;

- **Cere elevilor** să deducă cu ajutorul legii inducției electromagnetice expresia tensiunii electromotoare indusă într-o spirală conductoare care se rotește într-un câmp magnetic uniform;

- **Propune** elevilor să găsească o analogie între mișcarea extremităților spirei și graficul variației mărimilor oscilatorii armonice: e și Φ în dependență de unghiul de rotație $\alpha = \omega t$

- **Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă** (ca temă pentru acasă), cerând elevilor, de exemplu, la alegere: să găsească și alte metode de producere a curentului alternativ și să precizeze proprietăți ale mărimii oscilatorii armonice, respectiv viteza de variație a unei mărimi oscilatorii armonice este tot o mărime oscilatorie armonică și dacă viteza de variație a unei mărimi fizice reprezintă o mărime oscilatorie armonică, atunci acea mărime fizică este tot o mărime oscilatorie armonică cu altă amplitudine și alt argument

- **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), privind:

- a) **tipul instrumentelor de evaluare și modul de aplicare:** verificare orală, teste scrise, instrumente complementare - portofoliu (caiete de teme, caiet de notițe, alte lucrări), produse realizate de elevi, inventar de autoevaluare etc.;

- b) **criteriile evaluării sumative** (derivate din competențele specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

- **Implică** elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale, alcătuit după

- **Evocă (în perechi)** aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete și pe tablă).

- **Scriu** legea inducției electromagnetice.

$$e = Blv \sin \alpha$$

- **Formulează** (în perechi) aprecierile lor și **comunică răspunsurile** în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă) pe un desen :**reprezintă** mișcarea extremităților spirei dreptunghiulare pe o traiectorie circulară și calculează tensiunea electromotoare indusă

- **Formulează** (în perechi) aprecierile lor și **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 obține:

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\omega \Phi_m \sin \omega t = \omega \Phi_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}).$$

- **Efectuează tema pentru acasă** - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcții, demonstrații 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

$$\Phi = \frac{E_m}{\omega} \cos \omega t$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = E_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

- **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.

- **Identifică** produse pe care ar dori să le realizeze și **evaluează** resursele materiale, de timp, roluri și sarcini

preferințe (profiluri cognitive, stiluri de învățare, roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă și acasă și produse cum sunt:

1. Referate științifice (sinteze bibliografice, referate ale lucrărilor de laborator, prezentări PowerPoint);
2. Colecții de probleme rezolvate;
3. „Jurnal de observații” (observații proprii, sistematice, înscrise în jurnalul aflat la dispoziția elevilor în clasă);
4. Demonstrații experimentale;
5. Construcții de dispozitive;
6. Postere;
7. Filmări proprii (în laborator, în mediul casnic, natural etc.) sau filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet);
8. Eseu literar/ plastic pe temele studiate etc.

în grup, etapele de realizare etc.;

• **Negociază** cu profesorul conținutul și structura portofoliului, **convîn** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.).

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se potrivește această informație cu ceea ce știu sau cred eu despre ea?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 2. Generarea soluțiilor alternative;

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare, experimentare; de învățare a procesului de analogie cu anticiparea rezultatelor; de formare a abilităților de comunicare, cognitive, sociale etc.;

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

Lecția 2

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 etc.); • Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): ipoteze privind relația dintre valoarea momentană (instantanee) și valoarea efectivă a intensității curentului și tensiunii alternative; norme de protecția muncii în laboratorul de fizică; • Indică (pe tablă) expresia dependenței intensității de timp $i = f(t)$ $i^2 = f(t)$ și cere elevilor să reprezinte grafic aceste dependențe; • Cere elevilor sa-și amintească Legea lui Joule; • Definește valoarea efectivă a intensității curentului electric.	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • Formulează definiții operaționale pentru <i>intensitatea și tensiunea curentului alternativ;</i> • Formulează ipoteze privind relația dintre valoarea momentană (instantanee) și valoarea efectivă a intensității curentului și tensiunii alternative ; • Propun procedee de reprezentare grafică • Formulează ipoteze și comunică răspunsurile • Compară căldura degajată de un rezistor parcurs de curent continuu și 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 și de un curent continuu de intensitate I care să producă în timpul T o aceeași căldură

$$Q_T = RI^2 T.$$

Din egalarea relațiilor rezultă $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 I_m$.

• **Stimulează elevii să sintetizeze și să evalueze informațiile și 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 și să analizeze expresiile momentane, maxime și efective ale mărimilor alternative.

• **Formulează concluzia:** valoarea efectivă a intensității curentului electric e indicată de aparatele de măsură;

• **Efectuează tema pentru acasă** - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcții, demonstrații etc.), lucrând pe grupe/individual;

Secvența a III-a. Reflecție-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Evaluarea și alegerea soluției adecvate;

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): inducție. Elevul observă 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 (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 3

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, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură etc.); • Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): stabilirea modului de funcționare al transformatorului electric și rolul acestuia în transportul energiei electrice; norme de protecția muncii în laborator. • Favorizează observarea procesului de transport al energiei electrice de la sursă la consumatori și cere elevilor să explice pierderile prin efect Joule și metode de contracarare a acestora. • Prezintă elevilor construcția unui transformator și cere elevilor să explice modul de funcționare.	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i>, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; • Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă • Formulează (în perechi) constatările și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete); Puterea pierdută pe linie: $P_p = R_{\text{linie}} \cdot I^2 = R_{\text{linie}} \cdot \frac{P^2}{U^2}$ • Formulează concluzia: puterea pierderilor pe linie este invers proporțională cu pătratul tensiunii. De aici necesitatea transportului energiei electrice la tensiuni cât mai înalte. • Formulează ipotezele lor și comunică răspunsurile Un transformator este o mașină electrică care transferă

energie electrică dintr-un circuit (primarul transformatorului) în altul (secundarul transformatorului), funcționând pe baza [legii inducției electromagnetice](#). Un curent electric alternativ care străbate înfășurarea primară produce un câmp magnetic variabil în miezul magnetic al transformatorului, acesta la rândul lui producând o tensiune electrică alternativă în înfășurarea secundară.

• **Cere elevilor :**

- să scrie expresiile tensiunilor electrice din înfășurarea 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:

$$e_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt} = N_2 \omega \Phi_m \sin \omega t$$

Facem raportul celor două relații: $\frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2}$

- să calculeze raportul de transformare pe care îl definește ca raportul dintre tensiunea din secundar și primar. Precizează că se va folosi Legea lui Ohm.

Conform [legii lui Ohm](#), în circuitul primar suma dintre tensiunea de alimentare u_1 și t.e.m. de autoinducție e_1 trebuie să fie egală cu căderea de tensiune din primar:

$$u_1 + e_1 = R_1 i_1$$

unde R_1 este rezistența primarului. De obicei, valoarea lui R_1 este mică și produsul $R_1 i_1$ se poate neglija, astfel încât:

$$e_1 \approx -u_1$$

Semnul „-” arată că t.e.m. de autoinducție e_1 este în opoziție de fază cu tensiunea rețelei de alimentare a transformatorului, u_1 . La funcționarea 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:

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{U_1}{U_2}$$

T.e.m. e_1 și e_2 sunt în fază, iar tensiunile u_1 și u_2 sunt în opoziție de fază (semnul - din fața raportului u_1 / u_2 indică această defazare, de π radiani). În valoare absolută, rezultă o relație și între valorile efective ale mărimilor alternative:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = k$$

- să analizeze raportul de transformare clasificând tipurile de transformator.

Dacă $k > 1$, transformatorul este ridicător de tensiune. Dacă $k < 1$, transformatorul este coborâtător de tensiune. Dacă $k = 1$, transformatorul este separator (cuplaj inductiv).

• **Favorizează** observarea transferului de putere din primar în secundar și definește randamentul

• ***Calculează** puterile electrice

transformatorului. **Cere elevilor** să exprime cele două puteri electrice.

$$P_1 = U_1 I_1 \text{ și } P_2 = U_2 I_2$$

• ***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 și să descrie aplicațiile transformatorului.

• **Efectuează tema pentru acasă** (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse).

Secvența a IV-a. Aplicare

Generic: *Ce convingeri îmi oferă această informație?*

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 4. Testarea soluției și a predicțiilor bazate pe ea 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): deducție. Elevul observă o definiție a conceptului de înșușit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucțiuni de montaj etc., pe care le aplică în exemple particulare, explicitând caracteristicile care sunt/ nu sunt conforme cu definiția/ regula/ instrucțiunile (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 4

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Metoda de organizare a activității de învățare: <u>prelegere intensificată</u>. 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: <i>La ce v-ați gândit? Ce ați constatat? Ce noutăți ați aflat?</i>; 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 sintetizeze și să evalueze informațiile colectate, să distingă reguli/ patern-uri în informațiile obținute prin efectuarea temei pentru acasă, să prezinte rezultatele; • Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): determinarea experimentală a raportului de transformare și a randamentului unui transformator electric.	• Organizați în grupe, prezintă în clasă rapoarte de autoevaluare, eseuri, referate, machete și evocă aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe etc.;
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor dispozitive, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): definiția raportului de transformare și a randamentului.
• Implică elevii în găsirea: -Grupa I: Raportului de transformare; -Grupa II: Randamentului.	Grupa I: - Folosește un alimentator cu tensiune reglabilă, două multivoltmetre, două bobine având N_1 spire, respectiv N_2 spire, un miez de fier și conductori de legătură; - Măsoară tensiunea din primar și din secundar indicată de cele două voltmetre și trece datele în tabel; - Reiau etapele anterioare inversând cele două

	bobine; - Calculează raportul de transformare; - Compară valoarea măsurată cu cea teoretică. $k_{\text{teoretic}} = \frac{N_1}{N_2}$ - Identifică surse de erori. <table><tr><th>Nr. crt.</th><th>U₁(V)</th><th>U₂(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: - Folosește un alimentator cu tensiune reglabilă, două multivoltmetre, două bobine având N₁ spire, respectiv N₂ spire, un miez de fier, conductori de legătură, un reostat și două ampermetre; - Măsoară tensiunea și intensitatea curentului din primar și din secundar indicată de cele două voltmetre și trece datele în tabel; - Calculează puterile din primar și secundar; - Determină randamentul și indică sursele de erori. <table><tr><th>Nr. Crt.</th><th>U₁ (V)</th><th>I₁ (mA)</th><th>P₁= U₁I₁</th><th>U₂ (V)</th><th>I₂ (mA)</th><th>P₂= U₂I₂</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>	Nr. crt.	U ₁ (V)	U ₂ (V)	$K = \frac{U_1}{U_2}$	$\overline{K}$	1.					2.					Nr. Crt.	U ₁ (V)	I ₁ (mA)	P ₁ = U ₁ I ₁	U ₂ (V)	I ₂ (mA)	P ₂ = U ₂ I ₂	$\eta = \frac{P_2}{P_1}$																
Nr. crt.	U ₁ (V)	U ₂ (V)	$K = \frac{U_1}{U_2}$	$\overline{K}$																																				
1.																																								
2.																																								
Nr. Crt.	U ₁ (V)	I ₁ (mA)	P ₁ = U ₁ I ₁	U ₂ (V)	I ₂ (mA)	P ₂ = U ₂ I ₂	$\eta = \frac{P_2}{P_1}$																																	
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să studieze mașinile de curent alternativ (alternatorul, motorul sincron, motorul asincron, generatorul trifazat, mașinile de curent continuu), aparate electrocasnice, norme pentru prevenirea scurt-circuitelor și electrocutării.	• Efectuează tema pentru acasă.																																							

Secvența a V-a. Transfer

Generic: Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 5. Impactul noilor cunoștințe (valori și limite) și valorificarea soluției.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacității de transfer, de percepție a valorilor etc. Lecție de învățare a analogiei cu anticiparea mijloacelor. Lecție de sistematizare și consolidare a noilor cunoștințe, de evaluare sumativă.

Procesul cognitiv (scenariul lecției): analogie cu anticiparea mijloacelor. Elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de înșușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat pe baza a ceea ce știe deja să facă, observând și analizând reușitele parțiale, reprezentările succesive ale rezultatului așteptat (cf. Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 5

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea <i>temelor efectuate acasă</i> și cere elevilor să prezinte rezultatele obținute și valorificarea rezultatelor; • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente, unități de măsură etc.); • Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): - aplicații ale curentului alternativ :mașini electrice și aparate electrocasnice; - deosebirea dintre producerea curentului continuu și a curentului alternativ; • Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea portofoliului, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competențele cheie • Anunță verificarea orală/ testul scris pentru lecția următoare, reamintește elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe competențele specifice înscrise în programele școlare, vizând noțiunile însușite și abilitățile de operare cu acestea corespunzătoare competenței 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.	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare</i> și evocă dificultăți/ probleme întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe etc.; • Prezintă portofoliile, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare; • *Își propun să expună produsele realizate în <i>expoziții școlare, să prezinte rezultatele activităților experimentale în cadrul unor sesiuni de comunicare</i>

Bibliografie:

16. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2005;
17. Păcurari, O. (coord.), *Învățarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
18. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2006;
19. www.physicsclassroom.com
20. <http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/>;
21. Crețu, T., *Fizică Curs Universitar*, Editura Tehnică, București 1996;
22. Manuale alternative clasa a X-a
23. <http://ro.wikipedia.org/wiki/Transformator>