



GHID METODOLOGIC PENTRU PREDAREA FIZICII

Clasa a XII-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 XII-a**

Nr. crt.	Titlul unității de învățare	Conținuturi	Nr. ore	Autori
1.	1. Teoria relativității restrânse. Elemente de cinematică și dinamică relativistă	1. Teoria relativității restrânse. 1.1. Bazele teoriei relativității restrânse. 1.1.1. Relativitatea clasică. 1.1.2. Experimentul Michelson. 1.2. Postulatele teoriei relativității restrânse. Transformările 1.3. Elemente de cinematică și dinamică relativistă. 1.3.1. Compunerea vitezelor. 1.3.2. Principiul fundamental al dinamicii. 1.3.3. Relația masă - energie. Lorentz. Consecințe.	9	Gheorghe Norozescu (Lic.Ped., „C.D. Loga”, Caransebeș)
		Evaluare	1	
2.	Elemente de fizică cuantică. Efectul fotoelectric extern și Compton	2.1. Efectul fotoelectric extern. 2.1.1. Legile efectului fotoelectric extern. 2.1.2. Ipoteza lui Planck. Ipoteza lui Einstein. Ecuația lui Einstein. 2.1.3. Interpretarea legilor efectului fotoelectric extern. 2.2. (*) <i>Efectul Compton</i>	7	Ion Cazacu-Davidescu (Liceul Teoretic „Miron Costin” Pașcani)
		Evaluare	1	
3.	Fenomene fizice în care se manifestă aspectul ondulatoriu al microparticulelor	2.3. Ipoteza de Broglie. Difrakția electronilor. Aplicații. 2.4. Dualismul undă-corpusul.	5	Ion Cazacu-Davidescu (Liceul Teoretic „Miron Costin” Pașcani)
		Evaluare	2	
4.	Fizica atomică Spectre. Structura atomului. Modelul cuantificat al atomului	3.1. Spectre. 3.2. Experimentul Rutherford. Modelul planetar al atomului. 3.3. Experimentul Franck-Hertz. 3.4. Modelul Bohr. 3.5. (*) <i>Atomul cu mai mulți electroni</i> . 3.6. Radiațiile X. 3.7. (*) <i>Efectul LASER</i>	11	Simona Radoslavescu (Gr.Șc.Tehnic Reșița)
		Evaluare	1	
5.	Semiconductoare. Aplicații în electronică	4.1. Conducția electrică în metale și semiconductori. Semiconductori intrinseci și extrinseci. 4.2. Dioda semiconductoare. Redresarea curentului alternativ. 4.3. (*) <i>Tranzistorul cu efect de câmp</i> . Aplicații. 4.4. (*) <i>Circuite integrate</i>	10	Elisabeta Râșniță (S.Gen.Nr 2 Reșița)
		Evaluare	2	
6.	Fizica nucleară. Proprietățile generale ale nucleului	5.1. Proprietăți generale ale nucleului. 5.2. Energia de legătură a nucleului. Stabilitatea nucleului.	4	Ion Cazacu-Davidescu (Liceul Teoretic „Miron Costin” Pașcani)
		Evaluare	1	
7.	Fizica nucleară Radioactivitatea	5.3. Radioactivitatea. Legile dezintegrării radioactive	8	Daniela Dragan (Liceul "D. Cantemir", Iasi)
		Evaluare	1	
8.	Fizica nucleară. Radiații nucleare	5.4. Interacțiunea radiației nucleare cu Substanța. Detecția radiațiilor nucleare. Dozimetrie.	5	Ion Cazacu-Davidescu (Liceul Teoretic „Miron Costin” Pașcani)
		Evaluare	1	
9.	Fizica nucleară. Aplicațiile ultimilor 70 de ani	5.5. Fiziunea nucleară. Reactorul Nuclear. 5.6. Fuziunea nucleară. 5.7. (*) <i>Acceleratoare de particule</i> . 5.8. (*) <i>Particule elementare</i>	6	Ion Cazacu-Davidescu (Liceul Teoretic „Miron Costin” Pașcani)
		Evaluare	1	
Total			98?	

Unitatea de învățare: XII.1

Teoria relativității restrânse

sau

„Eppur si muove !”

sau

„Viteza luminii este o constantă notată cu c
de la cuvântul latinesc *celeris*, care înseamnă *iute, rapid!*”

Gheorghe Norozescu

Clasa: a XII-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 9

Conținuturi repartizate unității de învățare: **1.1 Bazele experimentale ale T.R.R.** 1.1.1. Relativitatea clasică. Transformările lui Galilei. 1.1.2. Experimentul lui Michelson și Morley. **1.2. Postulatele T.R.R.** **1.3. Cinematica relativistă. Consecințele cinematice ale transformărilor Lorentz.** 1.3.1. Constrația relativistă a lungimilor. 1.3.2. Dilatarea relativistă a duratelor (a timpului). 1.3.3. Formula de compunere a vitezelor. **1.4. Noțiuni de dinamică relativistă.** 1.4.1. Dependența masei de viteză. 1.4.2. Energia totală, energia cinetică și energia de repaus a particulelor în T.R.R. 1.4.3. Relația între energia totală, impulsul și masa de repaus în T.R.R.

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, 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.

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 neașteptată, și anume: *Există o viteză maximă posibilă ? ; Ce se întâmplă când ” zbor ” împotriva unei raze de lumină ? ; Ceasurile funcționează altfel în navele spațiale rapide ? ; Un măr poate să cântărească 50 Kg ? ; Se poate obține energie din materie ? .* Pe parcursul unității de învățare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: „Cine a fost Albert Einstein ? ; Ce se înțelege prin teoria relativității ? ; Vom zbura cândva spre stele îndepărtate ? ; Voi putea să trăiesc până în anul 3000 ? ; Cum obține Soarele energia sa ? ; Ce legătură există între Einstein și bomba atomică ? .

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 dacă descrierea unui mobil, realizată de doi observatori aflați în mișcare unul față de celălalt, este diferită. Realizează o bază istorică și conceptuală a evoluției în domeniul relativității clasice (în secolul al XVI-lea era acceptată teoria geocentrică a lui Ptolemeu, dar observațiile astronomice ale lui Tycho Brahe și ideile lui Copernic și Kepler sugerau că, de fapt, Pământul se <i>mișcă</i> în jurul Soarelui. Galilei a încercat să impună concepția heliocentrică, dar a întâmpinat două dificultăți. <i>Prima:</i> biserica susținea necondiționat concepția geocentrică; <i>a doua:</i> cei dispuși să discute argumentau că dacă Pământul s-ar mișca, fenomenele mecanice s-ar desfășura altfel;	• Evocă observații, experiențe și întâmplări personale privind faptul că pilotul unui avion vede copilotul în repaus, dacă două mașini se îndreaptă una spre cealaltă cu viteze egale, fiecare șofer va înregistra o <i>viteză dublă</i> a mașinii din față sa etc.;
• Evocă întrebarea de investigat din „Jurnalul de observații științifice” (la dispoziția elevilor în clasă): „<i>Dacă sunt în tren sunt în mișcare sau în repaus ?</i>” și cere elevilor să găsească explicații/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului observat;	• Formulează ipoteze (răspunsuri) la întrebare, întrebări, de exemplu: „stau pe banchetă sau mă deplasez pe hol în fața sau spatele vagonului ?”; „probabil că este necesar să se precizeze dacă trenul este în repaus sau în mișcare (rectilinie uniformă sau variată), ”; „traectoria este rectilinie sau curbilinie ?” și altele;
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (principiul inerției, principiul fundamental al dinamicii, sisteme de referință inerțiale și neinerțiale, compunerea vectorială a vitezelor etc.);	• Evocă/ exersează măsurarea vitezelor în diferite cazuri particulare, diferențierea mișcărilor în funcție de sistemul de referință ales (utilizând cunoștințele de mecanică din anii precedenți);
• Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor formulate de ei; orientează gândirea elevilor către identificarea proprietăților fizice (mișcarea și repausul, caracterul relativ al acestora) care disting ipotezele formulate;	• Disting situații care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica caracterul relativ al mișcării; se poate sugera experimentarea cu o minge aruncată vertical în sus și prinderea când recade în funcție de mișcarea aruncătorului; menționează sisteme de referință inerțiale și neinerțiale reformulează consecințele principiului relativității clasice: <i>distanța</i> dintre două puncte este <i>invariantă</i>; <i>durata</i> unui fenomen este <i>invariantă</i>; <i>viteza</i> unui mobil se schimbă, la trecerea de la un referențial inerțial la altul (legea galileeană de compunere a vitezelor); <i>acelerația</i> unui mobil este <i>invariantă</i>; <i>forța</i> care acționează asupra unui corp este <i>invariantă</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,	• Identifică produse pe care ar dori să le realizeze și evaluează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă și acasă și produse diverse. ¹	• 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 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 planifice verificarea ipotezelor, să extragă informații de tipul „Ce a adus nou T.R.R.?”. Se propune o activitate de documentare asupra T.R.R., folosind manualul, alte surse bibliografice și internetul.	• 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.

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, 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); • Oferă elevilor materiale pentru experimentare (Construiește-ți propriul interferometru Michelson – Morley: http://www.ligo-wa.caltech.edu/teachers_corner/lessons/IFO_9t12.html)	• 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.; valuează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, evaluează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.; • Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: observă dispozitivul experimental, cele două fascicule coerente care se propagă pe direcții paralele și perpendiculare pe direcția de mișcare a

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).

etc.) și cere elevilor să experimenteze (eventual, să verifice ideea că tentativa lui Michelson și Morley și reluarea experimentului și de alți fizicieni de-a lungul timpului, prin care aceștia urmăreau să măsoare viteza Pământului față de "eter", prin intermediul unui experiment de optică, a condus la un rezultat negativ, ceea ce înseamnă că <i>principiul galileean al relativității nu se aplică tuturor fenomenelor din natură</i>).	Pământului, două oglinzi, lama transparentă, oglinda semitransparentă, luneta de observație; măsoară și înregistrează : franjele de interferență;
• Cere elevilor să comunice observațiile;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile: contrar așteptărilor, Michelson nu a observat nici o deplasare semnificativă a franjelor; experiența a fost reluată în mai multe rânduri de diverși fizicieni, cu dispozitive din ce în ce mai perfecționate, pentru a mări cât mai mult precizia determinărilor (persistența acestor rezultate negative, de-a lungul a 80 de ani de cercetări, constituie cea mai bună dovadă că <i>vântul eteric</i> nu există în realitate ; • 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 caute și alte experimente ce au fost realizate și de alți fizicieni.	• Efectuează tema pentru acasă, ca răspunsuri la provocările lansate de profesor.

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).

Lecțiile 3-7

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 (<i>norme de protecția muncii în laborator</i> etc.); • Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției) : postulatele lui Einstein; transformările Lorentz; consecințe ale transformărilor Lorentz (relativitatea simultaneității a două evenimente care nu se petrec în același loc; dilatarea duratei unui fenomen care se produce într-un anumit loc; contracția lungimii unui segment paralel cu direcția vitezei relative; compunerea vitezelor; variația relativă a masei cu viteza; impulsul unei particule relativiste; relația masă-energie; energia	• 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 concluziile experimentelor efectuate de atâția fizicieni și pe o durată atât de lungă ; • Formulează ipoteze privind relațiile T.R.R.;

totală relativistă; energie de repaus; energie cinetică);	
• Cere elevilor să interpreteze relațiile T.R.R.;	• Constată că: 1. <u>postulatele lui Einstein nu conțin ipoteza timpului absolut și pleacă de la premisa că nu există un observator privilegiat (altfel spus, timpul și spațiul sunt relative, adică depind de observator)</u> ; 2. <u>transformările Lorentz stabilesc relațiile de legătură între coordonatele spațio-temporale (x, y, z, t) și (x', y', z', t) ale unui eveniment, în raport cu două referențiale inerțiale S.R.I și S'.R'.I', ca o consecință a postulatelor T.R.R.</u>; 3. la viteze mici ($v \ll c$) ale sistemelor, transformările LORENTZ se reduc la transformările lui GALILEI, astfel încât cele două teorii, newtoniană și einsteiniană, conduc la <u>aceleași rezultate</u> (principiul de corespondență); 3. <u>între lungimea unui corp măsurată în sistemul laboratorului (lungimea cinematică) și lungimea măsurată în sistemul propriu (lungimea proprie) există contracția lungimilor după direcția mișcării</u>, lungimea maximă pe direcția vitezei fiind cea proprie; 4. <u>între durata unui fenomen măsurată în sistemul laboratorului și durata proprie se evidențiază dilatarea duratelor</u>, durata minimă fiind cea proprie; 5. <u>dacă două evenimente nu se petrec în același loc dar sunt simultane în S.R.I., evenimentele nu mai rămân simultane și în S'.R'.I'</u> adică simultaneitatea lor este relativă; 5. masa unui corp aflat în mișcare depinde de mărimea vitezei; 6. <u>dacă cedăm energie unei particule extrem de rapide, facem să crească masa precum și o masă poate fi transformată în uriașă energie, etc.</u>;
• Precizează elevilor că prin urmare, după cum a concluzionat Einstein, masa nu este decât o formă de energie, așa cum putem transforma energia electrică în căldură și atenționează, că celebra formulă a lui Einstein va fi utilizată în cadrul fizicii nucleare în <i>procesul de fuziune nucleară</i> (Soarele consumă în fiecare secundă 564 milioane de tone de hidrogen, din care apar 560 milioane de tone de heliu, restul de 4 milioane de tone se transformă în energie, radiată sub formă de căldură și lumină), precum și în <i>procesul de fisiune nucleară</i> (nucleele nou-rezultate și particulele trebuie să aibă masă mai mică decât nucleul inițial și neutronul care îl lovește) ;	• Reformulează constatările că timpul, distanța și masa sunt dependente de viteză; • Constată că T.R.R. a fost un impuls enorm în fizica din ultima sută de ani ; • Reformulează observațiile din etapa de explorare-experimentare și propun explicații sub forma unor <i>generalizări (inducții)</i>: omul a trebuit să recunoască deschis că natura se comportă cu totul altfel decât ar fi fost de așteptat în domeniile de referință cele mai mici, cele mai mari și cele mai rapide; în trecutul secol XX s-a cercetat și descoperit mai mult decât în toate celelalte secole ale istoriei omenirii;
• Cere elevilor să revină la întrebările de investigat: Există o viteză maximă posibilă ?; Ce se întâmplă când „zbor” împotriva unei raze de lumină ?; Ceasurile funcționează altfel în navele spațiale rapide ?; Un măr poate să cântărească 50 Kg ?; Se poate obține energie din materie ? și cere elevilor să formuleze o explicație a fenomenelor observate;	• Formulează un argument la mirarea inițială: altfel se comportă materia la viteze apropiate de viteza luminii;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să rezolve probleme specifice T.R.R..	• 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 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 8

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă și cere elevilor să prezinte rezultatele obținute; • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <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): 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 T.R.R.: 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. Propune elevilor următoarea problemă; „Să presupunem că o navă cosmică trece pe lângă noi cu 99,9% din viteza luminii: la noi se scurg circa 22 de secunde, în vreme ce secundarul de pe nava cosmică nu se deplasează decât cu o singură unitate. Ceasul din navă funcționează pentru observatorul pământean de 22 de ori mai lent. Acest experiment nu poate fi încă realizat, dar fenomenul descris, poate fi demonstrat. La mare înălțime, la circa 20 Km deasupra capetelor noastre, iau naștere, sub influența radiațiilor cosmice, miunii, particule care au o viață atât de scurtă, încât după 1,5 microsecunde jumătate se dezintegrează. De fapt, chiar dacă se îndreaptă spre noi aproape cu viteza luminii, miunii nu ar trebui să ajungă la sol, ci în mod normal ar trebui să se dezintegreze după circa 450 m. Și totuși, multe particule ajung pe Pământ. Cum este posibil ?”	• Organizați în grupuri de lucru, elevii: - Observă că teoria relativității ne oferă un răspuns la această întrebare: deoarece particulele ating aproape viteza luminii, „ceasurile” lor, din punctul nostru de vedere, merg mai încet, iar în acest interval de timp mult mai generos particulele pot să ajungă pe Pământ; - extind ideea că nu numai timpul, ci și spațiul se schimbă la deplasări extrem de rapide; - calculează viteza cu care se deplasează particulele, precum și timpul cât rapizii miuoni descriși mai sus trăiesc pentru noi; - demonstrează că problema propusă a pus multă vreme fizicienii la grea încercare de așa-numitul „paradox al gemenilor”
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), implicându-i în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigațiilor proprii, oferind	• 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,

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).	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 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 9

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): prezentarea și evaluarea raportului final;	
• <i>*Cere elevilor să analizeze poezia La Steaua și fragmentul următor din Sărmanul Dionis de M. Eminescu: "...la un moment dat înțeleptul Ruben îi spune lui Dionis să călătorească departe...Vei trăi un secol și ți se va părea o zi...Eu sigur voi fi mort când vei reveni tu, căci orele vieții tale vor fi șir de ani întregi pentru Pământ..."</i> să realizeze previziuni (interpolări, extrapolări) pe baza T.R.R., să răspundă la întrebarea „Relativitatea a fost intuită de Eminescu?” și să motiveze răspunsul;	• <i>*Organizați în grupurile de lucru, elevii:</i> - demonstrează că Eminescu n-avea cum să știe o chestie inventată binișor după moartea lui...iar dacă <u>a intuit-o sau nu...este discutabil...</u>;
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea raportului final (portofoliului) pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competențele cheie³;	• Prezintă portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în <i>protocolul de</i>

³ 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)

	<i>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 viitoare etc.	• *Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele.

Bibliografie

** *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
 Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., 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;
 Popescu L.-B., *Fizica simpatcă* Ed. Vellant , 2010
 Ubelacker Erich, *Fizica modernă* ,RAO, 2001
 Bărbulescu N., *Introducere în teoria relativității*, Ed. Științifică și Enciclopedică, 1980
 Einstein A., *Teoria relativității pe înțelesul tuturor*, Ed. Humanitas
 Manualele alternative pentru clasa a XII-a
 Anthony Cody, <http://tlc.ousd.k12.ca.us/~acody/density1.html>;
 David S. Jakes, Mark E. Pennington, H. A. Knodle, www.biopoint.com;
 Marilyn Martello, <http://mypages.iit.edu/~smile/ph9613.html>;
<http://teachers.net/lessons/posts/1.html>;
<http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/>;
http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/
http://galileoandinstein.physics.virginia.edu/more_stuff//flashlets/mmexpt6.htm
http://www.ligo-wa.caltech.edu/teachers_corner/lessons/IFO_9t12.html

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 XII.2

Elemente de fizică cuantică.

Efectul fotoelectric extern și efectul Compton.

sau

„De ce există fotonii?”

Ion Cazacu-Davidescu

Clasa: a XII-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 7

Conținuturi repartizate unității de învățare: Efectul fotoelectric extern. Legile efectului fotoelectric extern. Ipoteza lui Planck. Ipoteza lui Einstein. Ecuația lui Einstein. Interpretarea legilor efectului fotoelectric extern. Efectul Compton. (Programa de fizică pentru clasa a XII-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: „Știind că abordarea ondulatorie a luminii permite explicarea unor fenomene precum reflexia, refracția, interferența sau difracția, cum ar trebui considerată lumina pentru a putea explica efecte precum efectul fotoelectric extern sau efectul Compton?”. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea că „Lumina prezintă un caracter dual, de undă și particulă.”.

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).

Lecțiile 1 și 2

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.	

• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): reamintește elevilor conceptul de undă electromagnetică ce permite explicarea fenomenelor de reflexie, refracție, interferență, difracție și polarizare, studiate în clasa a XI-a; subliniază că alte fenomene precum emisia, absorbția, efectul fotoelectric extern și efectul Compton nu pot fi explicate abordând lumina ca o undă electromagnetică. • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (explicarea efectului fotoelectric extern, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Evocă observații proprii, comunică răspunsurile în clasă;
• Comunică scopul prelegerii: efectul fotoelectric extern, legile efectului fotoelectric extern și cere elevilor să identifice, pe imaginile prezentate, elementele constructive și funcționarea dispozitivului de evidențiere a efectului fotoelectric extern.	• Evocă aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - <i>prezintă imagini sau simulări ale celei fotoelectrice integrate într-un experiment de evidențiere a producerii efectului fotoelectric extern;</i> - <i>remarcă prezența catodului și anodului în incinta vidată, a sursei de tensiune variabile, a voltmetrului și galvanometrului, a ferestrei de cuarț cu diverse filtre pentru selectarea lungimii de undă a radiației incidente;</i> - <i>remarcă apariția unui curent de electroni la iluminarea catodului;</i> - <i>sesizează influența tensiunii anod catod asupra intensității curentului în circuit.</i>
• Prezintă elevilor simulări și diagrame (caracteristica curent-tensiune, graficul tensiune de stopare-frecvență) și cere elevilor să formuleze observații asupra acestor diagrame.	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - <i>intensitatea curentului fotoelectric crește odată cu creșterea intensității radiației electromagnetice folosite;</i> - <i>intervalul de timp scurs între iluminarea fotocatodului și apariția curentului în circuit este neglijabil;</i> - <i>curentul apare doar dacă frecvența radiației incidente pe catod depășește o anumită valoare, specifică materialului catodului (frecvență de prag);</i> - <i>intensitatea curentului depinde de tensiunea aplicată între electrozi.</i>
• Cere elevilor să urmărească pe simulare influența variației tensiunii anod-catod asupra intensității curentului.	• Formulează aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - <i>în polarizare directă (- pe catod și + pe anod) intensitatea curentului crește cu tensiunea până la o valoare maximă numită curent de saturație;</i> - <i>în polarizare inversă (+ pe catod și - pe anod) intensitatea curentului scade iar sub o valoare a tensiunii (tensiune de stopare) efectul nu se mai produce;</i> - <i>tensiunea de stopare depinde doar de frecvența radiației incidente.</i>
• Discută cu elevii legile efectului fotoelectric extern.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• 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

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

	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;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile și constatările de până acum; 2. să prezinte un istoric al cercetărilor pe tema efectului fotoelectric extern etc.	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații 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. 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 3

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 prezinte rezultatele obținute; stimulează elevii să sintetizeze și să evalueze informațiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • 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 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): explicarea efectului fotoelectric extern în cadrul modelului clasic; norme de protecția muncii în laborator;	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Discută cu elevii legile efectului fotoelectric	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în

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.

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).

extern și cere elevilor să identifice modalitatea prin care electronii ar putea părăsi catodul deplasându-se apoi spre anod. • Definește lucrul mecanic de extracție și enumeră câteva caracteristici ale acestuia (dependență de natura materialului și de adâncimea față de suprafață la care se găsește electronul).	clasă (notate pe caiete): - într-un metal există electroni slab legați (de valență), care contribuie de exemplu la curentul electric; - dacă electronii de valență primesc suficientă energie (prin încălzirea metalului sau prin acțiunea radiației electromagnetice) ar putea părăsi rețeaua metalului;
• Prezintă elevilor ipoteza producerii efectului fotoelectric extern prin încălzirea catodului iluminat, ipoteză care explică forma caracteristicii curent-tensiune, existența lucrului mecanic de extracție și dependența curentului de saturație de intensitatea luminii incidente pe catod.	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Explică elevilor caracteristica curent tensiune folosind câmpul electric rezultat obținut din suprapunerea câmpului electric anod-catod și câmpul electric dintre catodul cu sarcină pozitivă după eliberarea de electroni și zona de sarcină electrică negativă a fotoelectronilor extrași.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Cere elevilor să scrie expresia bilanțului energetic pentru electronul extras din catod.	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - $E = L_{ex} + E_c$, energia electronului liber în metal este suma dintre lucrul mecanic de extracție și energia sa cinetică - E_c va avea valori diferite pentru că lucrul mecanic depinde de localizarea electronului în metal.
• Prezintă elevilor limitele modelului clasic pentru efectul fotoelectric extern: - conform modelului clasic, electronii pot fi extrași indiferent de frecvența radiației incidente dacă energia primită este suficientă; - considerând că emisia electronului este determinată de creșterea temperaturii catodului iluminat, ar trebui să existe un interval de timp necesar încălzirii catodului după care efectul să fie observat; - după modelul clasic, creșterea intensității radiației incidente ar trebui să determine creșterea energiei cinetice a electronilor extrași sau a tensiunii de stopare.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile și constatările de până acum; 2. să prezinte un istoric al cercetărilor pe tema „Efectul fotoelectric extern și fizica clasică” etc.	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: imagini, desene, demonstrații etc.).

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).

Lecțiile 4 și 5

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, evocă</i> 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): Ipoteza lui Planck. Ipoteza lui Einstein. Ecuația lui Einstein. Interpretarea legilor efectului fotoelectric extern; norme de protecția muncii în laborator; • Prezintă elevilor un scurt istoric al problemelor cu care s-a confruntat fizica la sfârșitul secolului al XIX-lea (radiația corpului negru, explicarea efectului fotoelectric extern).	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Explică elevilor contradicțiile din teoria clasică a radiației corpului negru și prezintă ipoteza lui Planck de cuantificare a nivelelor de energie ale atomilor.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - notează șirul de energii posibile pentru un electron din atom, $E = 0, h\nu, 2 h\nu, 3 h\nu, \dots$, h fiind constanta lui Planck
• Prezintă elevilor ipoteza lui Einstein (lumina este formată din cuante de lumină numite fotoni) și furnizează explicațiile necesare.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - <i>lumina este formată din fotoni având energia $E = h\nu$, unde h este constanta lui Planck iar ν este frecvența radiației luminoase;</i> - <i>fotonii sunt emiși sau absorbiți de către atomi pe principiul „totul sau nimic”;</i> - <i>un foton absorbit de un metal furnizează întreaga sa energie unui singur electron.</i>
• Cere elevilor să scrie relația lui Einstein (bilanțul energetic în efectul fotoelectric extern) folosind bilanțul energetic din teoria clasică studiată anterior și ipoteza lui Einstein.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - $h\nu = L_{ex} + E_{c\ max}$, unde $E_{c\ max}$ este energia cinetică maximă a fotoelectronului extras de pe suprafața catodului.
• Cere elevilor să explice legile efectului fotoelectric extern plecând de la ipoteza lui Einstein și ecuația lui Einstein.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - <i>creșterea intensității luminoase conduce la creșterea numărului de fotoni incidenti pe catod și deci la creșterea curentului;</i> - <i>producerea practic instantanee a efectului este datorată procesului de transfer al energiei de la foton la electron;</i> - <i>frecvența de prag este impusă de valoarea lucrului mecanic de extracție ($L_{ex} = h\nu_0$);</i> - <i>lucrul mecanic de extracție depinde de natura substanței datorită energiei de legătură a electronilor diferite;</i>
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le să identifice în bibliografia indicată aplicații tehnice ale efectului fotoelectric extern.	• 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 6

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): efectul fotoelectric extern.	• 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.;
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea ipotezei lui Planck, a ipotezei lui Einstein și a ecuației lui Einstein, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• *Propune elevilor să analizeze, în cadrul unei probleme, conceptul de foton și cere elevilor să determine frecvența, impulsul și energia acestuia plecând de la lungimea de undă cunoscută.	• *Aplică cunoștințele dobândite în rezolvarea problemei și formulează concluzii.
• *Propune elevilor să determine numărul de fotoni emiși în unitatea de timp de o lampă cu putere și lungime de undă predominantă cunoscută.	• *Aplică cunoștințele dobândite în rezolvarea problemei și formulează concluzii.
• *Propune elevilor să analizeze, în cadrul unei probleme, efectul fotoelectric produs pe același catod de două radiații de frecvențe diferite și cere elevilor să determine lucrul mecanic de extracție cunoscând relația dintre energiile cinetice maxime ale fotoelectronilor extrași.	• *Aplică cunoștințele dobândite în rezolvarea problemei și formulează concluzii.
• *Implică elevii în studiul efectului fotoelectric plecând de la diagramele experimentale pentru caracteristica curent-tensiune și $E_{c\ max}$ - frecvență	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• *Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să includă în portofoliul personal un set de probleme	• *Efectuează tema pentru acasă.

rezolvate de efect fotoelectric extern.	
---	--

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 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.);	• 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): Efectul Compton.	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă;
• Prezintă elevilor un scurt istoric al contradicțiilor legate de explicarea clasică a împrăstierii radiațiilor X pe electroni slab legați în atomii unei substanțe și rezultatele experimentale.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Prezintă elevilor o simulare sau imagine a experimentului de împrăstiere a radiației X pe un cristal de calcit, efectuat de Compton. Realizează o schiță a ciocnirii perfect elastice foton electron și cere elevilor să scrie legile de conservare ale impulsului și energiei totale.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - <i>reprezintă schema ciocnirii foton – electron;</i> - <i>scriu sistemul de ecuații.</i>
• Prezintă elevilor expresia finală a variației lungimii de undă a fotonului incident cu unghiul de împrăstiere.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea portofoliului, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competențele cheie⁶;	• Prezintă portofoliile, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;

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):

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.);

• 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 prezinte materialele/studiile realizate, în cadrul unor sesiuni de comunicări școlare/ locale etc.</i>

Bibliografie:

1. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2005;
2. Păcurari, O. (coord.), *Învățarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
3. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2006;
4. Crocnan, D. O., *Fizică, Manual pentru clasa a XII-a*, Ed. Sigma, București 2007;

-
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.

Unitatea de învățare: XII.3

Fenomene fizice în care se manifestă aspectul ondulatoriu al microparticulelor.

sau

„De ce rezoluția microscopului electronic este mai mare decât a microscopului optic?”

Ion Cazacu-Davidescu

Clasa: a XII-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 5

Conținuturi repartizate unității de învățare: Ipoteza de Broglie. Difracția electronilor. Aplicații. Dualismul undă-corpusul. (Programa de fizică pentru clasa a XII-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: „Dacă lumina prezintă caracter ondulatoriu (fenomenele de interferență, difracție) și caracter corpuscular (efectul fotoelectric extern și efectul Compton), se poate afirma că microparticulele prezintă de asemenea caracter ondulatoriu sau corpuscular?”.

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știi 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.	
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): prezintă câteva	• Evocă observații proprii, comunică răspunsurile în clasă;

informații privind evidențierea de către Einstein a caracterului corpuscular al luminii și ipoteza lui de Broglie asupra proprietăților ondulatorii ale microparticulelor. • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (lungimea de undă și impulsul fotonului, energie de repaus și energie de mișcare a unei microparticule, norme de protecția muncii în laborator etc.);	
• Comunică scopul prelegerii: Ipoteza De Broglie și cere elevilor să identifice relația dintre lungime de undă și impulsul unui foton.	• Evocă aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - $E = mc^2$, energia de mișcare a fotonului; - $E = h \nu$, energia unui foton; - $p = mc$, impulsul fotonului; - $\lambda = c \nu = h / p$, lungimea de undă.
• Enunță ipoteza lui De Broglie asupra aspectului ondulatoriu al microparticulelor pentru care lungimea de undă asociată se calculează cu aceeași formulă.	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă);
• Cere elevilor să calculeze valoarea lungimii de undă asociate unui electron nerelativist accelerat într-o diferență de potențial.	• Formulează aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - $mv^2/2 = eU$, <i>energia cinetică pe care o capătă un electron nerelativist accelerat într-o diferență de potențial.</i>
• Cere elevilor să compare lungimea de undă a unui electron relativist, având energia cinetică și energia de repaus cunoscute, cu lungimea de undă a unui foton de energie egală cu energia cinetică a electronului.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• 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;⁷	• 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)⁸;	• 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 gândească o metodă experimentală de evidențiere a aspectului ondulatoriu al electronilor etc.	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații etc.).

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. Eseu 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).

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 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): difracția electronilor; norme de protecția muncii în laborator;	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Prezintă elevilor o schiță a dispozitivului experimental folosit de Davisson și Germer pentru verificarea ipotezei lui De Broglie și cere elevilor să scrie pentru cazul difracției condiția de maxim de interferență.	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - $2d \sin\theta = n\lambda$, condiția pentru maximul de interferență de ordinul n.
• Cere elevilor să evalueze lungimea de undă asociată electronilor în ipoteza lui de Broglie, pentru cazul electronilor accelerați într-o diferență de potențial, incidenți pe o rețea de difracție constituită de un cristal de nichel.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - $\lambda = 2d \sin\theta / n = h / p$, lungimea de undă asociată electronilor; - $E = mv^2/2 = p^2/2m$, energia cinetică a electronului; - $E = eU$, energia cinetică a electronului accelerat la o diferență de potențial U; - $\lambda = h / \sqrt{2meU}$, expresia lungimii de undă în funcție de tensiunea de accelerare.
• Prezintă elevilor rezultatele experimentului realizat Davisson și Germer și cere acestora să facă observații asupra graficului.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - se observă maxime de intensitate pentru anumite unghiuri de împrăștiere a electronilor pe rețea; - maximele sunt similare celor obținute în cazul difracție luminii studiate în casa anterioară.
• Cere elevilor să calculeze lungimea de undă asociată unui corp macroscopic și cere acestora să facă observații asupra posibilității de observare a aspectului ondulatoriu.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete):

	- lungimea de undă asociată este mult mai mică decât distanța interatomică dintr-un cristal; - corpurile macroscopice pot fi considerate particule în aproape toate situațiile.
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le să realizeze referate sau prezentări despre difracția electronilor, experimente care au dovedit difracția electronilor, înregistrări ale figurilor de difracție etc.	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: imagini, desene, demonstrații etc.).

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: <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, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor instrumente de măsură, construcția și funcționarea unui microscop optic, mărimi caracteristice microscopului optic 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): aplicații ale difracției electronilor – microscopul electronic; norme de protecția muncii în laborator;	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Prezintă elevilor o reprezentare a unui microscop electronic și cere acestora să facă o corespondență între elementele acestuia și elementele unui microscop optic.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - <i>sursei de lumină îi corespunde o sursă de electroni;</i> - <i>lentilelor microscopului optic îi corespund lentilele electrice(o deschidere într-un condensator electric) sau magnetice(o bobină).</i>
• Cere elevilor să găsească o soluție pentru creșterea puterii separatoare a microscopului peste cea a microscopului optic.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - <i>există o legătură între lungimea de undă a radiației folosite și puterea separatoare a microscopului;</i> - <i>apare ideea de utilizare a fasciculelor de particule cu masă mai mare decât a electronilor</i>

• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le să realizeze referate despre microscopul electronic sau ionic, variante constructive (cu transmisie, cu reflexie), domenii de utilizare, tehnica pregătirii probelor etc.	– <i>protoni, ioni;</i> • 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: <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): Ipoteza de Broglie; difracția electronilor.	• 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.;
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor concepte legate de aspectul ondulatoriu al microparticulelor, fenomenul de difracție a electronilor pe o rețea cristalină, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• *Propune elevilor să analizeze, în cadrul unei probleme, aplicarea ipotezei de Broglie și cere elevilor să determine lungimea de undă asociată electronilor accelerați într-un tub de raze X la o tensiune dată, pentru cazurile nerelativist și relativist.	• *Aplică cunoștințele dobândite în rezolvarea problemei și formulează concluzii asupra: - scriu relațiile corespunzătoare lungimii de undă asociate pentru cazul relativist și nerelativist; - compară valorile obținute în cele două cazuri.
• *Propune elevilor să analizeze, în cadrul unei probleme, aplicarea ipotezei de Broglie pentru diverse tipuri de particule și cere elevilor să determine lungimea de undă asociată electronilor sau protonilor accelerați la o tensiune dată, pentru cazurile nerelativist și relativist.	• *Aplică cunoștințele dobândite în rezolvarea problemei și formulează concluzii asupra: - scriu relațiile corespunzătoare lungimii de undă asociate electronilor sau protonilor pentru cazul relativist și nerelativist; - compară valorile obținute.
• *Implică elevii în determinarea vitezei și energiei cinetice a unui electron care are lungimea de undă asociată egală cu	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - scriu relația corespunzătoare lungimii de undă asociate

lungimea de undă Compton.	electronilor; - determină viteza și energia cinetică a acestuia; - discută cazul nerelativist / relativist.
*Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să realizeze portofolii cu tema dualismului undă-corpusul: măsurarea și principiul de nedeterminare Heisenberg, abordarea ondulatorie / corpusculară a radiației electromagnetice, abordarea corpusculară / ondulatorie a microparticulelor etc.	*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): dualismul undă - corpusul.	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă;
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea portofoliului, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competențele cheie⁹;	• Prezintă portofoliile, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;
• Anunță verificarea orală pentru lecția următoare și testul scris pentru cea de-a doua oră	

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):

9. **competențe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alți elevi, profesori, experți, folosirea judicioasă a resurselor etc.);
10. **abilități cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
11. **competența antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovație, execuție, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
12. **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.

de verificare, 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.	• *Își propun să prezinte materialele/studiile realizate, în cadrul unor sesiuni de comunicări școlare/ locale etc.

Bibliografie:

3. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2005;
4. Păcurari, O. (coord.), *Învățarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
5. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2006;
6. Crocnan, D. O., *Fizică, Manual pentru clasa a XII-a*, Ed. Sigma, București 2007;

Unitatea de învățare: XII.4 Modele ale atomului

sau

De la modelul planetar al atomului, la modelele actuale ...

sau

Atomul, un Univers în miniatură!

Simona Radoslavescu

Clasa: a XII-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 11

Conținuturi repartizate unității de învățare: Noțiuni generale despre atom. Experimentul lui Rutherford. Modelul planetar al atomului. Deficiențele modelului planetar al atomului. Modelul atomic a lui Bohr. Experimentul Franck-Hertz. Spectroscopul. Serii spectrale. Analiză spectrală. Modelul Bohr - **Sommerfeld**. Atomul cu mai mulți electroni. Radiațiile X. Efectul LASER. (Programa de fizică pentru clasa a XII-a/ 2006).

Modelul de învățare asociat: STUDIUL DE CAZ

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

Secvențele unității de învățare	Competențe specifice
I. Evocare - Anticipare	1. Stabilirea cazului de rezolvat și avansarea unor soluții;
II. Explorare - Experimentare	2. Achiziția de informații, argumentarea pozițiilor și realizarea rapoartelor de cercetare;
III. Reflecție - Explicare	3. Dezbaterea cazului, argumentarea și reevaluarea pozițiilor, adoptarea unei soluții;
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 studiului de caz** (definind competențe specifice), ca un grup de lecții focalizate pe o **întrebare deschisă** (Cum este în lumea atomului? Cum au evoluat reprezentările despre atom, modelele atomice? Cum arată un model atomic care se bazează pe filozofie, religie și știință? Cât am descoperit din universul atomic? Cât de mult am pătruns în universul atomic?), învățarea noțiunilor temei progresând odată cu parcurgerea etapelor studiului de caz. Procesul cognitiv central este *analogia cu anticiparea efectului*, reprezentând etapele confruntării elevilor cu un ansamblu de cazuri similare, reale sau simulate, ca exemple reprezentative și semnificative pentru cazul/ situația de rezolvat.

Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de o situație-problemă, și anume: „*Evoluția ipotezelor despre structura atomului s-a aflat adeseori la răspântiile dintre domenii conflictuale: religie, știință, filosofie!*”. Pe parcursul unității de învățare, gândirea elevilor se dezvoltă către o evoluție istorică și conceptuală a ideii de atom, plecând de la experimentele care au fundamentat aceste concepte și spre explorarea atomică pe plan științific, tehnic, aplicativ.

Secvența I. Evocare-anticipare

Generic: Ce știu sau cred eu despre asta?

Competențe specifice (derivate din modelul studiului de caz): 1. Stabilirea cazului de rezolvat și avansarea unor soluții.

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, 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): Folosindu-se de mijloacele didactice (filme, articole științifice, articole SF, etc.) sunt prezentate scopul și obiectivele lecției, încadrează noțiunea de atom într-un concept mai cuprinzător (fenomene chimice, fenomene termodinamice). Scoate în evidență că pășind în domeniul microscopic vor studia fenomene și legi noi, diferite de cele studiate în fizica clasică macroscopică. Fizica atomică este total deosebită de celelalte ramuri tradiționale ale fizicii, prin faptul că operează cu obiecte pe care nu le putem sesiza și mânu direct. Ca atare, multe dintre consecințele deduse din datele experimentale sau din teorie pot fi considerate ca speculații, uneori foarte ingenioase, alte ori foarte interesante și solide dar . . . rămân tot speculații. Realizează o bază istorică și conceptuală a evoluției ideii de atom plecând de la ideile filozofilor greci. • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (atomul o structură invizibilă care păstrează nealterate proprietățile specifice ale substanței, conceptul de atom la antici, conceptul de atom în lingvistică, informatică, social; norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Evocă observații, experiențe realizate la - chimie, teorii studiate (legea combinațiilor chimice, legea periodicității elementelor chimice); - fizica termodinamică și moleculară, fizica solidelor, fizica lichidelor, referitoare la structura substanței; divizarea unui corp, molecule; forma, volumul, masa, sarcina unui atom; • Evidențiază fenomene fizice (difuzia fluidelor, fenomene de capilaritate, mișcarea de agitație termică, mișcarea fluidelor etc.) sau chimice (dizolvare, amestecare, etc.) studiate care implică atomul/ evoluția ipotezelor despre structura atomului.
• Evocă situația-problemă: Cum arată un atom care se bazează pe filosofie, religie și știință? Întrebările: Până unde poate merge diviziunea substanței? Care este structura atomului? și cere elevilor să găsească răspunsuri la acestea.	• Formulează ipoteze (răspunsuri) la întrebări pe baza noțiunilor studiate la chimie, fizică, a studiului individual, a emisiunilor științifice vizualizate: Soare, Pământ, Lună, flori, animale sunt constituite din atomi; Materia este continuă, poate fi divizată până la infinit; Corpurile sunt formate din molecule, moleculele din atomi, aceștia din electroni, protoni, neutroni; etc.,
• Stabilește cazul ce trebuie rezolvat: <i>Cum sunt distribuite particulele constitutive în atom și cum se mișcă acestea?</i>	
• Stimulează elevii în rezolvarea cazului prin întrebări deschise: <i>Se mișcă electronii printre protoni? Sunt electronii în repaus? Sarcina pozitivă este distribuită uniform? Cum interacționează particulele constitutive? Există modele ale atomului? Cine le-a realizat? Ce experimente au pus în evidență aceste modele? Putem face o cronologie a acestor modele?</i>	• Formulează răspunsuri și ipoteze privind așezarea particulelor, mișcarea acestora, interacțiunea dintre ele, modele ale atomului.
• 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

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

	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 <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 elevilor să se informeze, analizeze și să prezinte diverse modele atomice, experimente care au confirmat sau infirmat aceste modele, prezentând sursele de informare.	• Efectuează tema pentru acasă - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, 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 studiului de caz): 2 Achiziția de informații, argumentarea pozițiilor și realizarea rapoartelor de cercetare.

Tipul lecției: Lecție de formare/ dezvoltare a capacităților de explorare; 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; stimulează elevii să sintetizeze și să evalueze informațiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă. • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor dispozitive electrice, electronice, calculatorul etc.); electroliza pune în evidență unitatea de sarcină electrică; 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.; • Evaluează informațiile propuse, modalitățile de verificare, resursele materiale, de timp; rolurile și sarcinile în grup, etapele de realizare. Dobândesc limbajul științific specific unității.
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): analizarea experimentelor ce aduc informații referitoare la structura atomului; argumentarea rezultatelor experimentale, elaborarea concluziilor; norme de protecția muncii în laborator;	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Implică elevii în prezentarea experimentelor lui J.J. Thomson http://www.youtube.com/watch?v=4QAz6fe8rE&fe	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): Electroliza evidențiază unitatea de sarcină electrică. Radiația catodică

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.

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).

ature=related și a lui E. Goldstein.	este purtătoare de sarcină . Devierea particulelor este independentă de gazul aflat în tub, tipul catodului, Particulele sunt universal identice; Thomson precizează că razele catodice sunt electronii. Millikan determină valoarea sarcinii electrice a electronului. Devierea razele canal depinde de natura gazului din tub, nu sunt universal identice. Determină din rezultatele experimentale prezentate proprietățile particulelor evidențiate, și natura acestora pe baza cunoștințelor anterioare.
• Revine la rezultatele experimentelor și cere elevilor - să evidențieze concluziile - să precizeze un model al atomului susținut de experiment. • Prezintă modelul lui Thomson	• Trage concluziile și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): privind apartenența electronilor și protonilor la atom, proprietățile acestor particule, modelul atomic al lui J.J. Thomson
• Implică elevii în prezentarea experimentului lui Rutherford folosind un material filmat http://www.youtube.com/watch?v=5pZj0u_XMbc : schema dispozitivului experimental realizat de Rutherford; precizarea rolul fiecărui element din structura dispozitivului, caracteristicile acestuia; proprietățile particulei α; rezultatele experimentale.	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete); Particula α nu poate interacționa decât cu particule cu masa foarte mare; etc. • Realizează schema împrăstierii particulelor α pe atom în funcție de parametrul de ciocnire și deduce mișcarea acestuia.
• Cere elevilor: - să analizeze mișcarea particulei α în funcție de parametrul de ciocnire, - să analizeze interacțiunea particulei α cu electronul, sarcina pozitivă; - analizeze fenomenul de împrăstiere în două situații: - când sarcina pozitivă a atomului este uniform distribuită într-o sferă cu raza egală cu raza atomului, - când sarcina pozitivă a atomului e concentrată într-un nucleu.	• Analizează și descrie interacțiunea particulei α cu electronul și sarcina pozitivă. • Organizați în două grupuri de elevi: - stabilesc forțele electrice ce apar între particula α și sarcina pozitivă din atom în cele două situații, - analizează mișcarea particulei alfa sub acțiunea forței electrice în cele două situații, - compară rezultatele teoretice cu cele experimentale culese de Rutherford,
• Stimulează elevii - să sintetizeze și să evalueze rezultatele, - să comunice concluziile experimentului, - să precizeze un model al atomului susținut de experiment - prezinte modelul lui Rutherford.	• Trage concluziile și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): privind structură lacunară a atomului, existența unui nou tip de forțe „forțele nucleare” și precizează modelul atomic susținut de experiment.
• Implică elevii în prezentarea experimentului lui Franck și Hertz: folosind prezentările din film: http://www.youtube.com/watch?v=JrvCDHQcj40 http://www.youtube.com/watch?v=uVkpDw-5y0&feature=related - schema dispozitivului experimental; precizează rolul fiecărui element din structura dispozitivului, caracteristicile acestuia; etapele experimentului.	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): referitoare la interacțiunea electronului cu atomii de mercur în funcție de energia acestuia.
• Stimulează elevii: - să sintetizeze și să evalueze rezultatele, - să comunice concluziile experimentului - să precizeze un model al atomului susținut de experiment	• Precizează concluziile: atomul nu „acceptă” decât o energie bine determinată.
• Prezintă modelul atomic a lui Bohr, postulatele lui Bohr.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete) .
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le elevilor să se informeze, analizeze și să prezinte modul în care radiația emisă de substanță poate fi înregistrată, analizată.	• Efectuează tema pentru acasă - având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, construcții, demonstrații etc.), lucrând pe grupe/ individual.

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; îi stimulează 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 dispozitive electrice, electronice, calculatorul etc.); elemente dispersive, sisteme de înregistrare a radiației electromagnetice; 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: o altă direcție de cercetare a structurii atomului bazată pe o nouă metodă de analiză instrumentală – analiza spectrală; norme de protecția muncii în laborator;	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): Primele observații spectrale au fost făcute de J Fraunhofer, care a studiat radiația emisă de Soare, etc.
• Cere elevilor să răspundă la întrebările: Care este componența unui dispozitiv care să descompună și să înregistreze radiația emisă de corpuri?, Care este schema unui spectrograf?, Care este rolul fiecărei componente a spectrografului?, Ce imagine se obține pe placa fotografică?, Ce formează aceste imagini?, Există două elemente care să dea aceeași imagine spectrală?, Ce relație se poate stabili între liniile spectrale? Care este mecanismul de formare a spectrelor? etc. • Plecând de la întrebări și folosind imaginile¹², prezintă elevilor cele trei tipuri de spectre de emisie (de linii, bandă, continue), relația lui Rydberg, analiza spectrală calitativă și cantitativă, modul de înregistrare a radiației absorbite de atom, tipurile de spectre.	• Formulează ipoteze (răspunsuri) la întrebări pe baza noțiunilor studiate: Sisteme dispersive sunt prisma, rețeaua de difracție; Radiația poate fi înregistrată pe o placă fotografică, de o celulă fotoelectrică, Imaginea fantei colimatorului este o linie spectrală, Liniile au culori diferite, Fiecare grup de linii formează o serie spectrală, Fiecare element chimic are spectrul lui specific, Radiația absorbită nu mai ajunge pe placa fotografică, etc.
• Stimulează elevii - să sintetizeze și să evalueze rezultatele, - să comunice concluziile experimentului - să precizeze un model al atomului susținut de experiment	• Conchide: Existența liniilor spectrale a elementelor chimice, cuantificate, mereu aceeași, indiferent de combinațiile în care au intrat conduc la existența unei structuri atomice.
• Prezintă - modelul atomic a lui Bohr - Sommerfeld. - teoria lui Schrödinger	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete) .
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le elevilor să se informeze, analizeze modelele atomice elaborate pe baza corelării rezultatelor experimentelor discutate, vizitarea unei secții de analiză spectroscopică din cadrul UCMR – ului	• 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. Dezbaterea cazului, argumentarea și reevaluarea pozițiilor, adoptarea unei soluții;

¹² http://www.youtube.com/watch?v=2ZlhRChr_Bw&feature=related
<http://www.youtube.com/watch?v=1gT7hlyvKg0&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=l4yg4HTm3uk&feature=related>

Tipul 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 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/ ipotezele formulate cu privire la modelele atomice ;	• 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): completarea enunțului „Un atom seamănă cu un.....” în diverse etape de dezvoltare a fizicii; norme de protecția muncii în laborator;	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete):
• Stimulează elevii în prezentarea evoluției modelelor atomice. Grupează elevii în echipe ce prezintă câte un model atomic (Modelul lui Thomson, modelul lui Rutherford, Modelul lui Bohr, modelul Bohr – Sommerfeld), punând accent pe impactul avut în lumea științei la momentul respectiv, problemele pe care le soluționează și pe deficiențele acestuia. Fiecare grupă își notează, intervine și precizează ce aduce nou modelul său; ce deficiență rezolvă și care este contribuția la modelul actual al atomului.	• Organizați în grupe, prezintă folosindu-se de mulaje, filmulețe, articole, foi flipchart principalele modele atomice susținute de experimentele analizate. - ilustrează modelul, evidențiază fenomenele pe care le explică, elementele care sunt considerate corecte și în prezent dar și deficiențele acestuia,
• Implică elevii în - realizarea unei scheme a evoluției modelelor atomice. - conturarea modelului atomic actual	• Alcătuiesc o schemă a modelelor atomice legate de experimentele studiate, teoriile cunoscute și legăturile dintre acestea. • Descriu imaginea actuală a atomului.
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), vizând acțiuni colective în afara clasei: studiul calitativ a modelului vectorial și ondulatoriu al atomului.	• 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.

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	• Organizați în grupe, prezintă în clasă rapoarte de autoevaluare 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: (modelul atomic a lui Rutherford, momentul forței, momentul cinetic, Formulează concluziile referitoare la deficiențele modelului planetar al atomului. norme de protecția muncii în laborator etc.);	efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante, impactul noilor cunoștințe etc.; Evaluează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, resursele folosite.
• Prezintă elevilor un <i>organizator cognitiv</i> (scopul și obiectivele lecției) aplicarea modelelor atomice pentru atomul de H și ionii hidrogenoizi.	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă;
• Implică elevii în particularizarea modelului planetar al atomului pentru cel mai simplu sistem atomic, atomul de hidrogen. • Stimulează elevii să analizeze proprietăților energetice și mecanice ale atomului de hidrogen.	• Organizați în grupe de lucru, elevii: - aplică modelul planetar al atomului pentru atomul de hidrogen. - determină forțele care acționează asupra electronului, traiectoria acestuia, - compară forța electrostatică și forța de atracție gravitațională dintre electron și proton, - calculează energia cinetică, potențială și totală a atomului, - analizează starea electronului în atom, traiectoria acestuia în funcție de energie, - reprezintă grafic energiile electronului, - determină energia de legătură a electronului, energia de ionizare a atomului - deduc momentul forței și momentul cinetic al electronului în raport cu centrul atomului.
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă). Refacerea aplicației pentru ionii hidrogenoizi	• Efectuează tema pentru acasă.

Lecția 6

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: (modelul atomic Bohr, postulatele lui Bohr, deficiențele modelului planetar al atomului, 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.; Evaluează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, resursele folosite. • Formulează concluziile referitoare la deficiențele modelului planetar al atomului. Enunță postulatele lui Bohr,					
• Prezintă elevilor un <i>organizator cognitiv</i> (scopul și obiectivele lecției) aplicarea modelelor atomice pentru atomul de H, ionii hidrogenoizi.	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă;					
• Stimulează pe elevi - să determine lungimea de undă asociată electronului, condiția ca unda să fie staționară, - să determine condiția de cuantificare a momentului cinetic al electronului, - să aplice condiția în calcularea razei orbitei electronului, viteza, energia cinetică, potențială și totală acestuia, pentru atomul de hidrogen și ionilor hidrogenoizi. - să completeze tabelul,	• Aplică legea lui L. de Broglie în cazul electronului, Împărțiți în două grupe elevii: • Calculează forțele care acționează asupra electronului,; raza orbitei electronului, viteza, energia cinetică, potențială și totală; (o grupă pentru at. de hidrogen și o grupă pentru atomii hidrogenoizi) • Formulează concluziile referitoare la cuantificarea razelor orbitelor și energiei, • Completează rezultatele în tabel: <table><tr><td rowspan="2">Mărimea calculată</td><td colspan="2">Relația de calcul pentru</td></tr><tr><td>Atomul de hidrogen</td><td>Ionii hidrogenoizi</td></tr></table>	Mărimea calculată	Relația de calcul pentru		Atomul de hidrogen	Ionii hidrogenoizi
Mărimea calculată	Relația de calcul pentru					
	Atomul de hidrogen	Ionii hidrogenoizi				

- să analizeze datele din tabel și să prezinte concluziile, - să realizeze diagrama nivelelor energetice, - să calculeze frecvența radiației emise de electron la trecerea de pe un nivel energetic pe altul, - să prezinte concluziile aplicației.	Distanța electronului de nucleu, r (m)		
	Viteza electronului pe orbită, v (ms^{-1})		
	Energia cinetică E_c (J sau eV)		
	Energia potențială E_p (J sau eV)		
	Energia totală E (J sau eV)		
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă). Cere elevilor să răspundă la întrebările: De ce apar mai multe linii acolo unde modelul lui Bohr stabilește doar una? Cum se vor numi aceste noi nivele? De ce se scindează liniile spectrale la introducerea substanței într-un câmp magnetic?	• Stabilesc legăturile dintre viteza electronului și raza orbitei; dependența mărimilor de numărul cuantic principal; legătura dintre starea electronului și valoarea, semnul energiei; • Desenează diagrama nivelelor energetice. Calculează λ, ν radiației emise de electron în urma tranziției cuantice, înlocuiește constantele și determină relația lui Rydberg. • Formulează concluziile și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): Liniile spectrale dintr-un spectru de emisie apar ca urmare a tranzițiilor electronului din stare excitată în stare fundamentală. Limita unei serii spectrale corespunde tranziției electronului pe nivelul $n=\infty$, etc.		
	• Efectuează tema pentru acasă.		

Lecția 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: (deficiențele modelului lui Bohr, traiectoria electronului, momentul cinetic al electronului , <i>norme de protecția muncii în laborator etc.</i>);	• 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.; Evaluează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, resursele folosite.																
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere): în cazul traiectoriei eliptice poziția electronului este dată de două variabile și se impune introducerea a două numere cuantice pentru a desemna starea energetică a electronului; • Definește numerele cuantice n și l; valorile pe care le pot lua, semnificația lor.	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă;																
• Cere elevilor - să completeze tabelul, - să analizeze dependența dintre poziția electronului pe orbită și viteza acestuia	• Determină valorile lui l și semnificația acestora:<table><tr><td>n</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>l (cifre)</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>l (litere)</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>L</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	n	1	2	3	l (cifre)				l (litere)				L			
n	1	2	3														
l (cifre)																	
l (litere)																	
L																	

	<table><tr><td>f rma traiec oriei</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> • Descriu - variația vitezei în funcție de poziția pe orbită a electronului pentru $L = ct$, relația de nedeterminare a lui Heisenberg. - variația masei (relația lui Einstein) - variația energiei de l	f rma traiec oriei																													
f rma traiec oriei																															
• Implică elevii în - deducerea legăturii dintre mișcarea electronului pe orbită și câmpul magnetic creat. - analiza interacțiunii electronului cu un câmp magnetic exterior,	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): Mișcarea electronului pe orbită este echivalentă cu o spirală parcursă de curent electric, etc.																														
• Prezintă elevilor un <i>organizator cognitiv</i> (prelegere):introduce noțiunea de moment magnetic orbital; magnetonul Bohr – Procopiu; cuantificarea proiecției momentului cinetic orbital; a numărului cuantic magnetic orbital, valorile posibile și semnificația acestuia; mișcarea de spin; număr cuantic de spin, valori și semnificație.	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete):																														
• Cere elevilor - să completeze tabelul - să reformuleze tipurile de interacțiuni la care este supus electronul în atom	<table><tr><td>Număr cuantic</td><td>Semni- ficația</td><td>Relația de definiție</td><td>Valori posibile</td><td>Simbolul special</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> • Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): interacțiunea spin- orbită, etc.	Număr cuantic	Semni- ficația	Relația de definiție	Valori posibile	Simbolul special																									
Număr cuantic	Semni- ficația	Relația de definiție	Valori posibile	Simbolul special																											
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă). Cere elevilor - să completeze tabelul <table><tr><td>n</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>l (cifre)</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>m</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>m_l</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>m_s</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	n	1	2	3	l (cifre)				m				m _l				m _s				• Efectuează tema pentru acasă.										
n	1	2	3																												
l (cifre)																															
m																															
m _l																															
m _s																															

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).

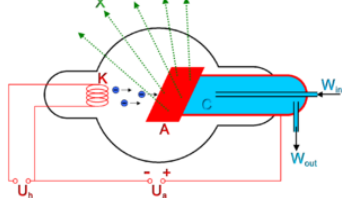
Lecția 8

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;	• 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.; Evaluează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, resursele folosite.																																												
• Prezintă elevilor un <i>organizator cognitiv</i> (scopul și obiectivele lecției). Identificarea modului în care se completează cu electroni stările energetice ale unui atom, aflat în stare fundamentală.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);																																												
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la ordonarea elementelor chimice în Sistemul periodic al elementelor, <i>norme de protecția muncii în laborator etc.</i>);	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă; elementele chimice au fost ordonate după masa atomică și proprietățile chimice, etc.																																												
• Prezintă elevilor un <i>organizator cognitiv</i> (prelegere) ordinea și modul în care se completează cu electroni stările energetice ale unui atom se stabilește prin aplicarea principiilor: - principiul ocupării cu electroni în ordinea crescătoare a energiei, - principiul lui Pauli, - regula I a lui Hund	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);																																												
• Cere elevilor să determine nr. de electroni care au aceleași perechi de numere cuantice: (n,l,m_l), (n,l), (n)	• Scriu relațiile de calcul a nr. de stări posibile pentru perechile perechi de numere cuantice: (n,l,m_l), (n,l), (n), Completează tabelul: <table><tr><td>n</td><td>1</td><td colspan="2">2</td><td colspan="3">3</td><td colspan="4">4</td></tr><tr><td>l</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>Nr. stări</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Nr. total stări</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td><td colspan="4"></td></tr></table>	n	1	2		3			4				l	0	0	1	0	1	2	0	1	2	3	Nr. stări											Nr. total stări										
n	1	2		3			4																																						
l	0	0	1	0	1	2	0	1	2	3																																			
Nr. stări																																													
Nr. total stări																																													
• Prezintă „regula tablei de șah”	Distribuie electronii elementelor chimice din fiecare grupă a sistemului periodic (câte o echipă pentru fiecare grupă) pe niveluri și subniveluri energetice. Prezintă concluziile. Rezolvă probleme (se dă Z, să se afle grupa și perioada în care se află elementul chimic)																																												
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă). Să se informeze asupra misterioaselor raze X.	• Efectuează tema pentru acasă.																																												

Lecția 9

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;	• 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.;
Captează atenția și interesul elevilor pentru ceea ce urmează să fie învățat, prin intermediul unor imagini, film, o întrebare incitantă, a unei probleme, pe care se focalizează prezentarea, ca	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);

 de exemplu: http://carmendohanici.files.wordpress.com/2010/11/shell-x-ray-1-theorem-2004.jpg	
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției) determinarea mecanismului de producere a radiațiilor X, proprietățile și aplicațiile acestora.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă :
• Cere elevilor să răspundă la întrebările: Unde au mai întâlnit termenul de radiație X?, Ce proprietăți au radiațiile X?, De ce se numește radiația X?, Cum se produce ?	• Formulează răspunsurile în clasă (notate pe caiete); Radiațiile X le întâlnim în radiația soarelui.; Sunt ușor absorbite de corpurile ușoare și grele.; Sunt folosite în realizarea radiografiilor. etc.
• Implică elevii în - prezentarea tubului de raze X (structură, caracteristicile elementelor componente), fenomenele care apar la pătrunderea electronului în atom.  - obținerea relației de calcul a ν (λ) a radiației x de frânare și caracteristice, - evidențierea tipurilor de spectre.	• Formulează ipoteze referitoare la interacțiunea electronului rapid cu atomul: Electronii cu viteză foarte mare pot să treacă ușor prin învelișul electronic al atomului și să se apropie de nucleu.; O parte din electroni sunt frânați de nucleu, alții ciocnesc electronii aflați pe orbitele inferioare. • Grupați în două echipe (o echipă pentru radiația X de frânare alta pentru cea caracteristică) - calculează: energia electronului la pătrundere în atom; relației de calcul a ν (λ) a radiației x , - analizează spectrele radiațiilor și prezintă concluziile, - rezolvă probleme
• Stimulează elevii în - determinarea proprietăților radiației X, - determinarea aplicațiilor în domeniul științei, medicinei, tehnicii, criminalistică, în determinarea autenticității unor lucrări de artă sau la restaurarea unor picturi. (folosind imagini, filmulețe, articole, http://gbrasildigital.com/exames/img/radiologia/foto_radiologia.jpg , http://www stiintatehnica.com/o-noua-tehnica-de-analiza-la-scara-atmica_270.html, http://image.stirileprotv.ro/media/images/400x300/Jul2010/60435039.jpg), http://www.alarmsystemsgroup.ro/detectie_metal_e_explozivi_arme.html etc.	• Formulează răspunsurile în clasă (notate pe caiete): razele x indică într-un compus prezența unui element chimic; Cu ajutorul lor putem fotografia ceea ce nu se poate vedea cu ochiul liber; Radioscopia și radiografia ne oferă posibilitatea în interiorul pieselor metalice, a obiectelor de lemn, pietrelor, maselor plastice, țesăturilor, tablourilor, alimentelor, plantelor și animalelor, fără a provoca acestora nici o deteriorare sau distrugere etc.
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), vizând acțiuni colective în afara clasei, vizitarea unui cabinet de radiologie.	• Efectuează tema pentru acasă.

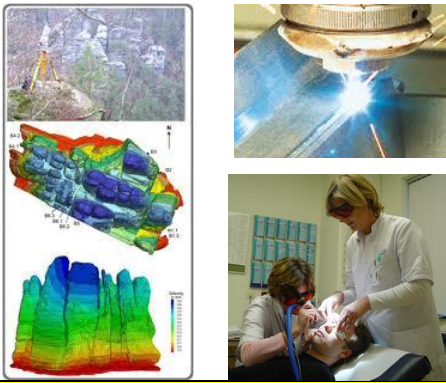
Lecția 10

Rolul profesorului	Sarcini de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
Captează atenția și interesul elevilor pentru ceea ce urmează să fie învățat, prin intermediul unor imagini, film, o întrebare incitantă, a unei	• Evocă observații, experiențe și întâmplări personale legate de efectul laser, termeni legați științific, aplicativ etc.;

probleme, pe care se focalizează prezentarea, ca de exemplu: Scrie pe tablă LASER și cere elevilor să precizeze semnificația termenului, să completeze cu alți termeni legați de aceasta.	
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției) o scurtă prezentare a evoluției laserilor în timp, analizarea principiului de funcționare, a laserul cu rubin.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă.
• Implică elevii în prezentarea: - tranzițiilor cuantice, - tranzițiilor spontane și induse, - probabilitatea de tranziție în unitatea de timp $P = \lim_{\Delta t \rightarrow \infty} \left(- \frac{\Delta N}{N} \frac{1}{\Delta t} \right)$ - legea de variație a numărului de sisteme aflate în starea excitate	• Deduc matematic legea $N = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ • Evidențiază semnificația legii și a mărimilor fizice din relație.
Cere elevilor să identifice metode de excitație a atomilor.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă. Excitație termică, electrică și fotonică, etc.
• Prezintă legea de distribuție Boltzmann a atomilor în funcție de temperatură	• Analizează legea $N_m = N_n e^{-\frac{W_m - W_n}{kT}}$ • Emit ipoteze referitoare la nr. de atomi excitați pe nivelele n, m.
• Definește fenomenul de inversie de populație	
• Implică elevii în prezentarea efectului LASER: - prezentarea structurii unui laser, - particularizarea pentru laserul cu rubin http://energienucleara.ro/cap_09_files/image002.gif - precizează λ a radiației electromagnetice obținută în tubul de descărcare, - stabilește și caracterizează nivelele energetice ale atomului de Cr între care au loc tranzițiile cuantice,	• Analizează rolul elementelor componente, Descrie mecanismul inversiei de populație
• Stimulează elevii să: - descrie fenomenele care au loc în tubul cristalului de rubin, - prezinte concluziile referitoare la proprietățile radiației laser (monocromaticitate, direcționalitate, coerență, intensitate)	• Explică folosindu-se de desen emisia spontană și stimulată de radiație e.m., • Stabilesc proprietățile radiației laser, le prezintă și le argumentează. 
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) , cere elevilor să analizeze în paralel radiația electromagnetică emisă de o sursă de lumină obișnuită (naturală sau artificială) și radiația laser..	• Efectuează tema pentru acasă.

Lecția 11

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;	• 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.; Evaluează ipotezele propuse, modalitățile de verificare, resursele folosite.
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției). Prezentarea mai multor tipuri de laser, aplicațiile acestora.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice , nevoile de	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă; Părțile constitutive ale unui

<i>cunoaștere:</i> părțile componente ale laserilor și rolul acestora, norme de protecția muncii în laborator etc.);	laser sunt: mediul activ, sistemul de excitare și rezonatorul optic,; etc.
• Implică elevii în prezentarea: - laserilor solizi (emisia stimulată are loc de pe un nivel intermediar superior pe unul inferior, pompajul optic are loc de pe E_1 pe E_4; inversia de populație se realizează mai rapid; randamentul este mai mare, etc.,) - laseri cu semiconductori (pompajul se face pe cale electrică, randamentul = 60% -70%, volum mic, greutate mică, etc.), - laseri lichizi (principiul este asemănător cu cel al laserilor solizi, teoretic se poate obține o radiație de orice frecvență, randamentul $\approx 50\%$, etc. - laserii cu gaze (radiația are un înalt grad de coerență și monocromaticitate, inversia se face prin ciocniri electrice, etc.)	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete).
• Stimulează elevii în prezentarea aplicațiilor laserilor plecând de la proprietățile acestora (folosind imagini, filme didactice, articole științifice, etc.) în – industrie, - metrologie, - comunicații, - medicină și biologie, - prelucrarea optică a informațiilor și calculatoarele, - prelucrarea materialelor, - știință¹³ 	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă: diamantul se taie cu ajutorul laserului, în industria textilă este „foarfeca” care taie stoffele și țesăturilor, este folosit în construcții pentru determinarea liniei drepte, cu ajutorul lor se pot localiza diferitele obiecte în spațiu, imaginea în relief (hologramele) se realizează și se reproduc folosind laserii, etc. • Evocă/ revin la întrebarea inițială: „Evoluția ipotezelor despre structura atomului s-a aflat adeseori la răspântiile dintre domenii conflictuale: religie, știință, filosofie!”.
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea portofoliului, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competențele cheie¹⁴;	• Prezintă portofoliile, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;

¹³ <http://www.youtube.com/watch?v=5nQZqEi1bFI>
<http://www.dialogtextil.ro/content/tehnologia-de-taiere-cu-laser-industria-usoara-din-romania>
<http://www.medici-stomatologi.ro/infodent/tratament-stomatologic-cu-laser>
<http://www.migali.ro/prezentare/aparatura>
http://www.youtube.com/watch?v=R_NPumON150
http://www.migali.ro/app/web/main/public/images/aparate/MD_Handpiece_Gold.jpg
<http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSF3MYWPj2ZgfTudMBP4Tz4dx0IO4fQhw41fu6NcHdXzyXh5jf5>
<http://www.youtube.com/watch?v=C-3mTfiExMg>
<http://www.youtube.com/watch?v=ThRTQPitB6k&feature=related>

¹⁴ **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):

13. **competențe de comunicare** (cu un public cât mai larg, cooperare cu alți elevi, profesori, experți, folosirea judicioasă a resurselor etc.);

• 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/ <i>de rezolvare de probleme</i>;	
• 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:

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. Melania Guțui Văluță, *Structura electronică atomilor*, Ed. Albatros, București 2001;
4. Dan Apostol, *Laseri*, Editura Științifică și Enciclopedică, București , 2000;
5. Liliana Ciascai, *Didactica fizicii*, Ed. Corint, 2001;
6. Ioan Cerghit, *Metode de învățământ*, Editura: polirom, 2001;
7. Știință și Tehnică, nr.4, 2011;
8. Carlo Cercignani, *Ludwing Boltzmann – Omul care a crezut în atom*, Ed. Tehnic;
9. http://www.sar.org.ro/files/536_Policy%20brief%20nr.%2050.pdf

-
14. **abilități cognitive** (lingvistice, logico-matematice, naturaliste, interpersonale, intra-personale etc.);
 15. **competența antreprenorială** (capacitatea de a realiza produse de calitate - inovație, execuție, tehnica estetică, de a valorifica rezultatele etc.);
 16. **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: XII.5 Semiconductoare. Aplicații în electronică

sau

„Un alt tip de conducție electrică”

sau

„Ce tip de conducție se realizează în materialele semiconductoare?”

Elisabeta Rîșniță (Caraș-Severin)

Clasa: a XII-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 10

Conținuturi repartizate unității de învățare: 4. Semiconductoare. Aplicații în electronică 4.1.

Conducția electrică în metale și semiconductori. Semiconductori intrinseci și extrinseci. 4.2. Dioda semiconductoare. Redresarea curentului alternativ. 4.3. Tranzistorul cu efect de câmp. Aplicații 4.4. Circuite integrate

(Programa de fizică pentru clasa a XII-a, F1).

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, 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.

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 neașteptată, și anume: „Există materiale cu un alt tip de conducție, decât cea a metalelor, numite semiconductoare”; „Ce tip de conducție se realizează în semiconductoare? ”; „În ce condiții se poate realiza conducția curentului electric în unele materiale care nu fac parte din categoriile cunoscute (conductoare, izolatoare). Pe parcursul unității de învățare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: „Revoluției produse în electronică prin utilizarea semiconductoarelor în componentele electronice: dioda, tranzistorul, circuitele integrate”.

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

Activitatea profesorului	Activități de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): Folosindu-se de	• Evocă observații, experiențe și întâmplări personale privind aparatele electronice (de ex. televizor, computer,

mijloacele didactice (filme, articole științifice etc.) sunt prezentate scopul și obiectivele lecției, încadrează noțiunea de semiconductor într-un concept mai cuprinzător (fenomene chimice, fenomene electrice, proprietățile solidelor). Realizează o bază istorică și conceptuală a evoluției în domeniul electronicii, evidențiind rolul materialelor semiconductoare în această evoluție. Anticipează aplicațiile semiconductorilor: dioda, tranzistorul și circuitele integrate, folosite în aparatele electronice;	telefon mobil), componente ale circuitelor electronice, materiale folosite pentru realizarea acestor componente, etc;
• Evocă întrebările de investigat din „Jurnalul de observații științifice” (la dispoziția elevilor în clasă): „<i>Ce tip de conducție se realizează în semiconductori, materiale folosite în componentele circuitelor electronice?</i>” „<i>Care sunt proprietățile (avantajele) pe care le prezintă semiconductorii?</i>” și cere elevilor să găsească explicații/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebări, privind cauzele fenomenului observat;	• Formulează ipoteze (răspunsuri) la întrebare/ întrebări, prin reactualizarea unor cunoștințe anterioare despre: curentul electric, purtători de sarcină electrică în metale, conductoare și izolatoare, structura solidelor, structura atomului, de exemplu: „probabil că purtătorii de sarcină în semiconductori ar putea fi alții (sau „și” alții) decât electronii”; „probabil că doar în anumite condiții electronii pot realiza conducția în semiconductori”; „probabil că electronii din semiconductori au proprietăți deosebite”; „dacă am încălzi semiconductorul, el ar deveni conductor?” și altele; • Posibile avantaje: consum redus de energie, permit construirea unor aparate de dimensiuni mici (miniaturizare), oferă posibilități de automatizare etc.;
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (conductoare și izolatoare, conducția în metale, structura solidelor - structura cristalină, nivelele energetice ale atomilor izolați, legături chimice, componente ale aparatelor electronice, cunoștințe empirice despre proprietățile și funcționarea aparatelor electronice, stimulând curiozitatea elevilor pentru explicarea proceselor care stau la baza circuitelor electronice; norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Evocă proprietăți și fenomene fizice (conducția electrică în conductoare, structura solidelor - structura cristalină, nivelele energetice ale atomilor izolați etc.) sau fenomene chimice (legături chimice etc.) studiate, care ar putea fi implicate în procesul investigației.
• Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor formulate de ei; orientează gândirea elevilor către identificarea proprietăților fizice (natura purtătorilor de sarcină din semiconductori, energiile electronilor) care disting ipotezele formulate; identifică explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere (explicarea conducției în cele trei tipuri de solide – conductori, semiconductori, izolatori – pe baza benzilor de energie din solide);	• Disting situații care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica tipul de conducție caracteristic semiconductorilor: existența benzilor de energie; clasifică solidele în funcție de lărgimea benzii de energie interzisă; menționează energia și temperatura ca variabile de controlat și reformulează ipotezele: „<i>în anumite condiții semiconductorii pot avea electroni în banda de conducție</i>”, „<i>proprietățile semiconductorilor îi situează între conductori și semiconductori</i>” „<i>temperatura ar putea influența conductivitatea electrică</i> etc.; • 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,	• Identifică produse pe care ar dori să le realizeze și evaluează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă și acasă și produse diverse. ¹⁵ Propune pentru portofoliu: - Referate științifice cu tema utilizarea semiconductoarelor în diverse dispozitive/circuite electronice; - Montaje electronice simple; - Filme de montaj (utilizând secvențe prezentate pe Internet);	• 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); ¹⁶	• 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?”. - se propune o activitate de documentare asupra semiconductoarelor, folosind manualul, alte surse bibliografice și internetul.	• 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.

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.;

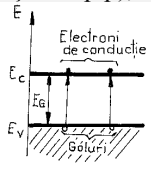
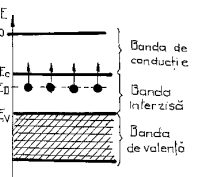
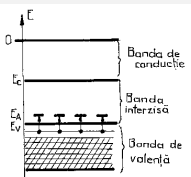
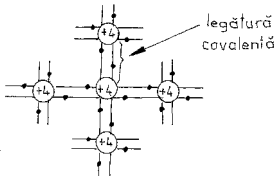
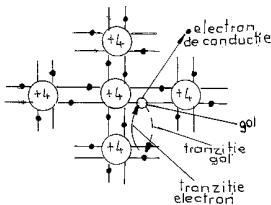
Procesul cognitiv/ scenariul lecției: *analogie cu anticiparea efectului.* Elevul reperează o anumită dificultate a unui concept de înșușit/ problemă de rezolvat/ produs de realizat, încearcă să o corecteze, experimentând mijloace (conceptuale sau materiale) și verificând dacă sunt eficiente sau nu (Meyer,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

Lecția 2

Activitatea profesorului	Activități 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: (formarea benzilor de energie, ocuparea lor cu	• 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.;

¹⁵ **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.

¹⁶ **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).

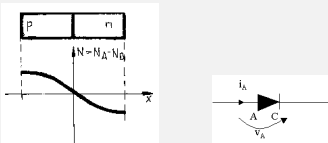
electroni, tranzițiile electronilor, comportarea diferită în privința conducerii a celor trei tipuri principale de solide, utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecția muncii în laborator etc.);	
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): caracterizarea generală a semiconducătorilor; semiconducători intrinseci (puri) și extrinseci (cu impurități: de tip n și de tip p);    Implică elevii în examinarea efectului impurificării unui semiconductor;	• Observă că majoritatea materialelor sunt semiconducători; • Menționează reprezentanții tipici ai semiconducătorilor: germaniul și siliciul; • Evocă legătura covalentă;   • Formulează observații și comunică răspunsurile solicitate de profesor; • Examinează efectul impurificării unui semiconductor și distinge două tipuri de impurități: donoare și acceptoare.
• Oferă elevilor materiale pentru experimentare (calculatoare și softuri educaționale pentru <i>experiment virtual</i>);	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: Observă fenomenele care au loc într-un semiconductor, <i>simulate cu ajutorul animației</i>;
• Cere elevilor să comunice observațiile;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile privind tranzițiile electronilor, mișcarea de drift a electronilor într-un câmp electric, formarea golurilor și deplasarea lor în sens opus deplasării electronilor; disting proprietățile semiconducătorilor intrinseci (puri) și extrinseci (cu impurități), respectiv, ale semiconducătorilor de tip n (cu purtători majoritari electroni) și de tip p (cu purtători majoritari goluri); • 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 să se informeze și să prezinte modul în care depinde conductivitatea semiconducătorilor de temperatură.	• Efectuează tema pentru acasă asumându-și sarcini de informare și de formulare a unor răspunsuri justificate.

Lecția 3

Activitatea profesorului	Activități 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: descrierea semiconducătorilor intrinseci și extrinseci (de tip n și de tip p); (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Prezintă în clasă temele efectuate, 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): verificarea experimentală a modului în care depinde rezistivitatea semiconductorilor de temperatură ;	
• Oferă elevilor materiale pentru experimentare (termistor, pahar Berzelius cu apă fierbinte, termometru, ohmmetru și cere elevilor să efectueze experimentul indicat în fișa de lucru; • Cere elevilor să comunice observațiile;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: observă fenomenul studiat, măsoară și înregistrează: temperatura și valoarea corespunzătoare a rezistenței termistorului; trasează grafice; • Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile privind: variația rezistivității semiconductorilor cu temperatura, eventuale dificultăți întâmpinate pe parcursul efectuării experimentului etc.; • 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 alcătuiască un inventar cât mai complet al proprietăților fizice și chimice ale semiconductorilor.	• Efectuează tema pentru acasă, căutând surse de informare diverse pentru efectuarea sarcinii primite.

Lecția 4

Activitatea profesorului	Activități 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: descrierea proprietăților fizice și chimice ale semiconductorilor; (utilizarea unor instrumente de măsură, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Prezintă în clasă temele efectuate, 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): joncțiunea p-n; dioda semiconductoră; rolul de redresare a curentului alternativ; Model unidimensional al joncțiunii p-n. Simbolul diodei redresoare  Caracteristica statică a diodei ideale  • Implică elevii în identificarea fenomenelor care au loc la suprafața de contact dintre doi semiconductori diferiți;	• Formulează idei și comunică răspunsurile;
• Oferă elevilor materiale pentru experimentare (diodă redresoare cu Ge și cu Si, miliampermetru, microampermetru, voltmetru, potențiometru, conductori de legătură, sursă de tensiune continuă, variabilă 0-24 V), osciloscop și cere elevilor să efectueze experimentele indicate în	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: - realizează montajele experimentale; - observă fenomenul studiat: dependența intensității curentului de tensiunea aplicată unor joncțiuni; - măsoară și înregistrează: intensitatea curentului în funcție de tensiunea aplicată ;

fișa de lucru;	- alcătuiesc tabele cu datele înregistrate; - vizualizează pe osciloscop curba caracteristică a unei diode redresoare;
• Cere elevilor să comunice observațiile;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică observațiile privind: polarizarea directă și inversă a diodei, modul în care depinde intensitatea curentului de tensiune în cele două situații, eventuale dificultăți întâmpinate pe parcursul efectuării experimentului, etc; • 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 să traseze curba caracteristică statică pe hârtie milimetrică folosind unități adecvate.	• Efectuează tema pentru acasă , trasând curbele solicitate.

Secvența a III-a. Reflecție-explicare

Generic: Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

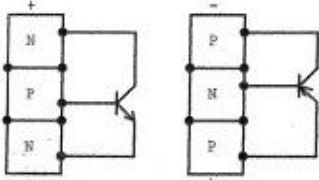
Competențe specifice (derivate din modelul proiectului): 3. Testarea ipotezelor alternative și propunerea unei explicații;

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 5

Activitatea profesorului	Activități 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 graficele realizate, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.; Caracteristicile diodelor redresoare reale cu Si și Ge:
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): să distingă un patern (model, regulă) care să explice fenomenele care au loc în joncțiunea p-n, să analizeze datele experimentale, să prelucreze și să interpreteze informațiile cantitative colectate pe cale experimentală;	• Formulează ipoteze privind modelul solicitat; • Prelucrează datele experimentale, determină tensiunea de deschidere a diodei, U_D și rezistența dinamică, R_d; • Utilizează corect unitățile de măsură; • Compară cele două curbe (Ge, Si) și curbele trasate cu cea vizualizată pe osciloscop;
• Cere elevilor să extindă analiza asupra unei situații mai complexe, obținute prin adăugarea unui al treilea semiconductor, adică, o dublă joncțiune, de tip n-p-n sau p-n-p; • Prezintă modelul unidimensional idealizat al	• Analizează situația prezentată; • Formulează explicații folosind analogia cu modelul studiat anterior: joncțiunea p-n sau n-p; • Explică procesele fizice care au loc în joncțiunile de tip n-p-n sau p-n-p;

tranzistorului; 	
• Precizează elevilor că, pentru exprimarea cantitativă a proprietăților și proceselor specifice semiconductoarelor, se definesc următoarele mărimi fizice: - concentrația de electroni/goluri (n, p) - viteza de drift a electronilor/golurilor (v_e, v_g) - mobilitatea electronilor/golurilor (μ_n, μ_p)	• Formulează enunțuri pentru definițiile mărimilor fizice; • Stabilesc relații între mărimile fizice;
• Cere elevilor să revină la întrebarea de investigat:): „Ce tip de conducție se realizează în semiconductori, materiale folosite în componentele circuitelor electronice?” „Care sunt proprietățile (avantajele) pe care le prezintă semiconductorii?” și cere elevilor să formuleze răspunsuri argumentate;	• Formulează răspunsuri: - Semiconductoarele se situează între conductoare și izolatoare; - Conducția are un caracter diferit față de cea a metalelor; - Conductivitatea semiconductoarelor este influențată de temperatură; - Purtătorii de sarcină în semiconductoare sunt perechile „electron-gol”; - Suprafața de contact dintre două semiconductoare diferite are proprietăți utile pentru circuitele electronice; - Dimensiunile mici ale dispozitivelor semiconductoare permit miniaturizarea aparatelor electronice; - Consumul de energie este redus etc.
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să explice efectul de tranzistor (TRANSFER REZISTOR).	• 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.;

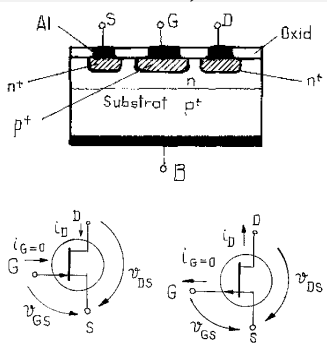
Procesul cognitiv/ scenariul lecției: *deductiv*. Elevul observă o definiție a conceptului de înșușit/ o regulă de rezolvare a unei probleme/ instrucțiuni de producție, le aplică în exemple particulare, explicitează caracteristicile care nu sunt conforme cu definiția/ regula/ instrucțiunile (Meyer, G.,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

Lecția 6

Activitatea profesorului	Activități 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): dioda semiconductoare în montaje de redresare;	

• 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 etc.: sursă de tensiune alternativă (0-18V), ampermetru de c.a. (0-1A), voltmetru de c.a. (0-30V), patru diode, rezistență de sarcină, osciloscop catodic; • Cere elevilor să efectueze sarcinile conform fișei de lucru pentru studiul redresorului în punte;	• Organizați în grupuri de lucru, elevii: - evocă efectul de redresare al diodei; - efectuează calculele indicate pentru alegerea diodelor; - construiesc montajul cu elementele alese; - vizualizează pe osciloscop tensiunea pulsatorie redresată; - măsoară amplitudinea tensiunii pe ecranul osciloscopului; - calculează valoarea medie a tensiunii redresate; - compară valoarea medie cu valoarea efectivă măsurată cu voltmetrul la intrarea în redresor; - identifică sursele de erori;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă): cere elevilor să rezolve problemele indicate din manual.	• Efectuează tema pentru acasă, rezolvând problemele indicate pe caiete.

Lecția 7

Activitatea profesorului	Activități 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): Tranzistoarele cu efect de câmp cu joncțiune Simbolul TECJ: a) cu canal n; b) cu canal p	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de autoevaluare, evocă</i> dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
 Rolul de amplificare a unui semnal electric; Construcție. Simboluri. Principii de polarizare;	• Descriu construcția tranzistoarelor cu efect de câmp cu joncțiune; • Identifică și definesc părțile componente ale TEC: sursă, drenă, poartă, canal; • Explică principiile de polarizare și funcționarea TEC; • Identifică rolul tranzistorului în circuitul electronic;
• Implică elevii în explicarea construcției și funcționării unor tipuri de tranzistori și a unor circuite cu tranzistori;	• Organizați în grupuri de lucru, elevii: - Observă caracteristicile tipurilor de tranzistori prezentați; - Explică rolul tranzistorilor în circuitele electronice prezentate; - Calculează parametrii specifici ai circuitelor electronice cu tranzistori; - Exersează simbolurile dispozitivelor electronice în reprezentările grafice ale circuitelor studiate; - Rezolvă exerciții aplicative;

• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă): cere elevilor să realizeze un montaj simplu cu dispozitive semiconductoare, diode și tranzistori (de exemplu o sonerie electronică) sau un referat privind utilizarea semiconductoarelor în diverse dispozitive/circuite electronice, consultând site-ul www.electronica-azi.ro.	• Efectuează tema pentru acasă, ca montaje electronice simple sau referate având ca temă utilizarea semiconductoarelor în diverse dispozitive/circuite electronice.
---	--

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 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 8

Activitatea profesorului	Activități de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă și cere elevilor să prezinte montajele sau referatele realizate; • 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): folosindu-se de mijloacele didactice (filme, articole științifice etc.) sunt prezentate scopul și obiectivele lecției, circuite integrate-prezentare generală;	
• Implică elevii și îi ghidează în studiul circuitelor integrate, oferindu-le materiale informative; orientează atenția elevilor pentru a înțelege rolul și importanța acestora în apariția și dezvoltarea microelectronicii; prezintă tehnologii de elaborare a circuitelor integrate; stimulează curiozitatea elevilor pentru cunoașterea tehnologiilor moderne și a impactului acestora asupra mediului; 	• Organizați în grupuri de lucru, elevii: - consultă materialele informative; - formulează idei și le comunică în clasă; - definesc circuitele integrate ca o unitate constructivă inseparabilă de microelemente interconectate electric, plasate cu mare densitate în volumul, sau pe suprafața unei baze comune; - identifică criterii de clasificare și alcătuiesc clasificări ale CI; - identifică funcțiile îndeplinite de CI; - caracterizează complexitatea și parametrii care definesc capacitatea CI - descriu circuitele integrate monolitice, peliculare și hibride, analogice și numerice;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), implicându-i în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigațiilor proprii.	• 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.
--	---

Lecția 9

Activitatea profesorului	Activități de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Implică elevii în verificarea temelor efectuate acasă și cere elevilor să prezinte montaje sau referatele realizate; • 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): folosindu-se de mijloacele didactice (filme, videoclipuri, articole științifice etc.) sunt prezentate scopul și obiectivele lecției, aplicații ale circuitelor integrate;	
• Implică elevii și îi ghidează în studiul aplicațiilor circuitelor integrate, oferindu-le materiale informative; orientează atenția elevilor pentru a înțelege rolul și importanța acestora într-o mare varietate de domenii, de la cel casnic până la domenii ca: cercetarea, tehnica spațială, aparatura de măsură și control, controlul automat al proceselor industriale, construcția sistemelor automate din telecomunicații, construcția de calculatoare electronice, realizarea de traductori și senzori cu aplicații în medicină și în industrie; prezintă cele mai importante categorii de circuite integrate: amplificatoare operaționale, filtrele active, amplificatoare de semnal continuu cu modulare-demodulare, stabilizatoarele de tensiune continuă; stimulează curiozitatea elevilor pentru cunoașterea tehnologiilor moderne și a avantajelor pe care le prezintă folosirea circuitelor integrate (aparate electronice miniaturale, cu performanțe îmbunătățite, prețuri de cost scăzute);	• Organizați în grupuri de lucru, elevii: - consultă materialele informative; - formulează idei și le comunică în clasă; - evocă exemple din experiența personală; - identifică domenii de aplicare a circuitelor integrate; - caracterizează cele mai importante aplicații sub îndrumarea profesorului; - descriu alcătuirea și funcționarea acestora; - selectează informații pentru îmbogățirea portofoliului de evaluare;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), implicându-i în conceperea raportului final: cere elevilor să întocmească un scurt raport scris privind rezultatele investigațiilor proprii.	• 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.
--	--

Lecția 10

Activitatea profesorului	Activități 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 (susținerea prezentărilor, utilizarea calculatorului, a aparatului de proiecție video, verificarea/ demonstrarea funcționării montajelor electronice construite, 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;	
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea <i>raportului final (portofoliului)</i> pentru <i>evaluarea rezultatelor finale</i>, vizând competențele cheie¹⁷;	• 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 viitoare etc.	• *Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele.

Bibliografie

- Cerghit I., Metode de învățământ, 2006
- Schlett Z., Hoffman I., Câmpeanu A., Semiconductoare și aplicații, 1981
- Fizica – Manual clasa aXII-a; R. Ionescu-Andrei, C. Onea, I. Toma; Ed. Art; Bucuresti – 2008
- <http://mritsec.blogspot.com/2009/01/electronic-device-animations.html>

¹⁷ **Criteriile evaluării finale bazate pe 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.

- http://www.ibiblio.org/kuphaldt/socratic/output/animation_bridge_rectifier_nonideal_fast.gif
- <http://www.kjanssen.de/Studium/Forschungen/Diplomarbeit/da/weTEiS/weteis/diode1.htm>
- <http://www-g.eng.cam.ac.uk/mmg/teaching/linearcircuits/diode.ht>
- <http://www.electronica-azi.ro>

Unitatea de învățare: XII.6

Fizica nucleară. Proprietățile generale ale nucleului.

sau

„Cum s-ar putea dovedi existența neutronului?”

Ion Cazacu-Davidescu (Iași)

Clasa: a XII-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 4

Conținuturi repartizate unității de învățare: Proprietăți generale ale nucleului. Energia de legătură a nucleului. Stabilitatea nucleului. (Programa de fizică pentru clasa a XII-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: „*Știind că neutronul are sarcina electrică nulă, cum ar trebui să arate un detector de neutroni?*”. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea că „*Protonul și neutronul au masele aproape egale și pentru detectarea neutronilor se poate folosi ciocnirea acestora cu protonii*”. Ei își completează imaginea despre constituenții nucleului atomic și stabilitatea acestuia.

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.	
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (<i>prelegere introductivă</i>): prezintă câteva informații despre experimentul lui Becquerel prin care acesta pune în evidență radioactivitatea	• Evocă observații proprii, comunică răspunsurile în clasă;

uraniului. • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (constituenții atomului, sistemul periodic al elementelor, numărul atomic Z și numărul de masă A, izotopi, izobari, norme de protecția muncii în laborator etc.);	
• Comunică scopul prelegerii: descoperirea neutronului, determinarea masei și razei nucleului atomic și cere elevilor să identifice metodele prin care se pot măsura mărimile precizate.	• Evocă aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă); prezintă imagini sau animații ale atomului sau ale experimentelor și aparatelor necesare determinării masei sau razei nucleului: - <i>experimentul lui Chadwick pentru demonstrarea existenței neutronului;</i> - <i>spectrometrul de masă pentru măsurarea masei nucleului;</i> - <i>principiul experimentului lui Rutherford pentru determinarea razei nucleului.</i>
• Definește (operațional) noțiunile de izotopi, izobari, izotoni și izomeri și cere elevilor : - să observe valorile numărului atomic Z și a numărului de masă A pentru speciile menționate; - să identifice asemănări și deosebiri între speciile menționate.	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - izotopii sunt nuclee cu același Z; - izobarii sunt nuclee cu același A; - izotonii sunt nuclee cu același număr de neutroni N; - izomerii sunt nuclee care au aceleași numere Z, A, și N dar energii diferite.
• Cere elevilor să precizeze valoarea sarcinii electrice a protonului și legătura cu sarcina electrică a electronului;	• Formulează aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă: <i>protonul are sarcina pozitivă egală cu sarcina electrică elementară iar electronul are sarcina negativă egală în valoare absolută cu sarcina elementară.</i>
• Discută cu elevii metoda lui Chadwick de evidențiere a existenței neutronilor și cere elevilor să identifice principiul metodei de detectarea a unei particule neutre din punct de vedere electric.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - <i>detectorul de neutroni se bazează pe detectarea protonilor</i> - <i>protonii detectați rezultă din ciocnirea neutronilor cu protonii unei substanțe.</i>
• Prezintă elevilor o simulare a spectrografului de masă, și cere elevilor să identifice principiul de funcționare al acestuia.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - <i>ionii obținuți de la o sursă sunt deviați în ansamblul de câmpuri electric și magnetic perpendiculare între ele și pe direcția vitezei ionilor, obținându-se ioni de aceeași viteză;</i> - <i>ionii de aceeași viteză intră într-un câmp magnetic ce curbează traiectoria acestora;</i> - <i>raza traiectoriei ionilor depinde de raportul q/M.</i>
• Prezintă elevilor tabelul cu masele particulelor constituate ale atomului, definește noțiunile de unitate atomică de masă și de electron-volt și cere elevilor să compare masele neutronului și protonului.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - <i>neutronul și protonul au mase apropiate;</i> - <i>exprimă masele particulelor în unități atomice de masă</i> - <i>exprimă energia de repaus a particulelor în Joule și în electron-volt.</i>
• Prezintă elevilor o imagine a experimentului lui Rutherford de determinare a razei nucleului, și cere elevilor să aplice conservarea energiei pentru a găsi formula corespunzătoare.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - <i>energia cinetică a particulei α este egală cu energia potențială de interacțiune electrostatică particulă-nucleu;</i> - <i>raza nucleului este de ordinul $10^{-14}m$.</i>
• Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale, alcătuit după preferințe (profiluri cognitive, stiluri de învățare,	• Identifică produse pe care ar dori să le realizeze și evaluează resursele materiale, de timp, roluri și sarcini în grup, etapele de realizare etc.;

roluri asumate într-un grup), cuprinzând temele efectuate în clasă și acasă și produse diverse; ¹⁸	• Negociază cu profesorul conținutul și structura portofoliului, convîn 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)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), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile și constatările de până acum; 2. să evalueze concentrația nucleonilor (protoni și neutroni) din nucleu folosind relația dintre raza nucleului și numărul de masă etc.	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații etc.).

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se 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: <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, <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 informațiile culese, dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în

¹⁸ **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.

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).

(scopul și obiectivele lecției): energia de legătură a nucleului; norme de protecția muncii în laborator;	clasă (notate pe caiete);
• Prezintă elevilor diagrama de variație a energiei specifice de legătură în funcție de numărul de masă.	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Cere elevilor să evalueze masa totală a constituenților nucleului și precizează că experimentele au dovedit că masa nucleului este mai mică această valoare.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - Masa totală a nucleonilor este: $Z m_p + (A-Z) m_n$; - $M < Z m_p + (A-Z) m_n$
• Definește energia de legătură a nucleului ca diferența dintre energia de repaus a nucleonilor și energia de repaus a nucleului și cere elevilor să scrie formula energiei de legătură.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - $W_{leg} = [Z m_p + (A-Z) m_n] c^2 - M c^2$
• Definește energia specifică de legătură a nucleului și cere elevilor să formuleze observații asupra acestei mărimi pe baza diagramei prezentate anterior.	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - $B = W_{leg} / A$ - B crește rapid pentru A între 1 și 16, are un maxim pentru $A=60$ și scade treptat până la ultimul element din sistemul periodic - forțele nucleare sunt de atracție - din $W_{leg} \sim A$ rezultă proprietatea de saturație a forțelor nucleare
• Definește proprietatea de saturație a forțelor nucleare ce rezultă din $W_{leg} \sim A$	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le să evalueze energia media a unor particule obținute la o dezintegrare radioactivă etc.	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: imagini, desene, demonstrații etc.).

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: 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	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în

(scopul și obiectivele lecției): stabilitatea nucleului atomic; norme de protecția muncii în laborator; • Prezintă elevilor diagrama variației cu distanța a energiei de interacțiune dintre doi nucleoni.	clasă (notate pe caiete);
• Cere elevilor să observe asemănările și diferențele dintre diagrama pentru energia potențială de interacțiune electrostatică dintre doi protoni și cea pentru energia potențială de interacțiune dintre doi nucleoni.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - la distanțe mari, forțele de interacțiune dintre doi protoni sunt de respingere electrostatică; - la distanțe de ordinul 10^{-15} m apar forțe de atracție - la interacțiunea proton-neutron, forțele de atracție se manifestă la distanțe de ordinul 10^{-15} m - la distanțe mult mai mici de 10^{-15} m se manifestă forțe de respingere între nucleoni.
• Precizează că prin experimente indirecte s-a demonstrat că și în cazul neutronilor forțele de atracție se manifestă la distanțe de ordinul 10^{-15} m.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Cere elevilor să formuleze concluziile cu privire la forțele de interacțiune dintre particulele nucleare.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - interacțiunea dintre nucleoni se realizează prin forțe aproximativ egale; - tăria interacțiunii dintre nucleoni nu depinde de sarcina electrică a acestora; - forțele nucleare sunt forțe cu rază scurtă de acțiune (pe distanțe de ordinul razei nucleului).
• Prezintă elevilor diagrama stabilității nucleelor atomice și cere elevilor să formuleze observații asupra domeniilor de stabilitate nucleară.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - domeniul de stabilitate este liniar pentru nuclee cu $Z < 20$; - pentru nucleele ușoare, sunt mai stabile cele cu număr egal de protoni și neutroni; - pentru nucleele grele, sunt mai stabile cele cu număr mai mare de neutroni decât numărul de protoni.
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le să identifice în bibliografia indicată și alte criterii de stabilitate a nucleelor atomice precum și informații despre modelele nucleare (modelul picătură și modelul în pături).	• 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.

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	• Organizați în grupe, prezintă în clasă rapoarte de autoevaluare și evocă dificultăți/ probleme întâlnite în

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): nucleul atomic; forțele nucleare.	efectuarea temei pentru acasă, 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 concepte legate de nucleu, nucleoni, energie de legătură, forțe nucleare, stabilitate nucleară, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• *Propune elevilor să analizeze, în cadrul unei probleme, descompunerea unui nucleu într-un număr de particule α și un alt nucleu și cere elevilor să determine energia necesară acestei descompuneri cunoscând energiile medii de legătură pe nucleon pentru particula α și pentru nucleeele date.	• *Aplică cunoștințele dobândite în rezolvarea problemei și formulează concluzii asupra: - <i>energiei de legătură a nucleului inițial;</i> - <i>energiei de legătură a particulelor finale</i> - <i>energiei necesare descompunerii nucleului inițial.</i>
• *Implică elevii în studiul unui proces de ciocnire elastică neutron – deuteriu și cere elevilor determinarea fracțiunii din energia inițială pierdută la ciocnire.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• *Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor: să calculeze energia totală de legătură și energia specifică de legătură a unor nuclee și să formuleze concluzii asupra stabilității acestora.	• *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 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 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 etc.;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): modele nucleare.	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă;
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea portofoliului, pentru evaluarea	• Prezintă portofoliile, expun produsele realizate, evaluează lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite

rezultatelor finale, vizând competențele cheie ²⁰ ;	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 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.	• *Își propun să prezinte materialele/studiile realizate, în cadrul unor sesiuni de comunicări școlare/ locale etc.

Bibliografie:

5. Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2005;
6. Păcurari, O. (coord.), *Învățarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
7. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2006;
8. Crocnan, D. O., *Fizică, Manual pentru clasa a XII-a*, Ed. Sigma, București 2007;

²⁰ 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.

Unitatea de învățare: XII.7.1 Fizică nucleară. Radioactivitatea sau

„Materiale radioactive efectele și aplicații ”

Daniela Drăgan

Clasa: a XII-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 9

Conținuturi repartizate unității de învățare: 5.3. Radioactivitatea. Legile dezintegrării radioactive
(Programa de fizică pentru clasa a XII-a).

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, 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.

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 neașteptată, și anume: „*Un trunchi de copac plutește pe apă, în timp ce o pietricică se scufundă!*”. Pe parcursul unității de învățare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: „*Un corp mic poate avea totuși o densitate mare!*”.

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): identifică sursele de poluare, acțiunea fiziologică a radiațiilor, tipurile de radiații nucleare, necesitatea dezintegrării nucleelor pentru a ajunge la o stare stabilă energetic (radiații α, β, γ, legile de conservarea a numărului de masă și a numărului atomic Z etc.); • Evocă întrebarea de investigat din „Jurnalul de observații științifice” (la dispoziția elevilor în clasă): „<i>Ce nucleee se pot dezintegra și de ce?</i>” „<i>De ce este necesar studiul radioactivității?</i>”	• Evocă observații, experiențe privind existența radiațiilor în mediul înconjurător, identificarea surselor de radiații, precum și efectele acestora asupra oamenilor, animalelor, mediului înconjurător (pe baza unei prezentări Power Point); • Formulează ipoteze (răspunsuri) la întrebare, întrebări, de exemplu: „de ce nucleee se dezintegrează?”; „cum poate un nucleu să ajungă într-o stare stabilă din punct de vedere energetic? probabil că

Ce surse de poluare radioactivă cunoașteți?” și cere elevilor să găsească explicații/ răspunsuri/ ipoteze alternative la întrebare, privind cauzele fenomenului;

- **Vizează cunoștințele anterioare** ale elevilor, *preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere* cu privire la sarcinile de efectuat (acțiunea fiziologică a radiațiilor etc.);
- **Îndrumă elevii să proiecteze verificarea ipotezelor** formulate de ei; **Orientează gândirea elevilor către identificarea** unor de conservare valabile în orice proces de dezintegrare radioactivă (conservarea numărului de nucleoni, a sarcinii electrice) care disting ipotezele formulate, **identifică explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere**;

- **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.²¹

- **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);²²

- **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?”.

prin emiterea unor particule nucleul poate ajunge într-o stare stabilă energetic”; „identifică sursele de poluare radioactivă”; „formulează premise privind necesitatea cunoașterii surselor de radieră și a efectelor biologice ale acestora și altele;

- **Evocă** efectele nocive ale iradierii, exemplificând cu exemple concrete în urma accidentelor nucleare de la Cernobîl și Fukushima;

- **Disting** tipurile de radiații, reacțiile nucleare specifice, identifică legi de conservare (conservarea numărului de nucleoni, a numărului de masă, a sarcinii electrice); **Menționează** conservarea numărului de nucleoni, a sarcinii electrice scriu reacțiile nucleare corespunzătoare proceselor de dezintegrare radioactivă și **reformulează** ipotezele formulate anterior și identifică „nucleele care au stabilitate”; „înțelegerea studiului cauzelor și efectelor radioactivității”;

- **Alcătuiesc grupuri de lucru** în funcție de variantele de răspuns sau de preferințe;

- **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, **convîn** modalitatea de prezentare (poster, prezentări multimedia, filmări etc.);

- **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.

- **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.

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,

²¹ **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.

²² **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).

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; • Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): identificarea a mărimilor specifice unor surse radioactive (activitatea unei surse radioactive, timpul de înjumătățire, legea dezintegrării radioactive) ; • Oferă elevilor materiale pentru calculul timpilor de înjumătățire ai diferitelor substanțe radioactive; • Implică elevii în identificarea seriilor de dezintegrare radioactivă (prin vizualizarea acestora http://www.walter-fendt.de/ph14ro/decayseries_ro.htm)	• 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.; • Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: - Observă mărimile specifice surselor de iradiere; - definesc: activitatea unei surse radioactive, timpul de înjumătățire al materialelor radioactive - compară timpii de înjumătățire pentru diferite materiale radioactive și consecințele ce decurg de aici; - calculează timpii de înjumătățire a unor preparate; - observă modul în care se formează o serie radioactivă și compară familiile radioactive și identifică relația după care se generează o asemenea familie radioactivă; - face simularea prin calculator, programe educaționale, cum ar fi: http://www.walter-fendt.de/ph14ro/decayseries_ro.htm
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor, organizați în grupurile de lucru stabilite, să calculeze timpii de înjumătățire a unor preparate; să realizeze proiecte legate de radioactivitatea naturală, seriile radioactive în natură și efectele lor asupra mediului înconjurător;	• Efectuează tema pentru acasă, prin rezolvări de probleme și realizare de proiecte.

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 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	• Organizați în grupe, prezintă în clasă <i>rapoarte de</i>

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;

- **Prezintă elevilor un organizator cognitiv (scopul și obiectivele lecției): să distingă un patern (model, regulă)** pentru reacțiile nucleare prin analogie cu reacțiile chimice;

- **Oferă elevilor materiale** pentru identificarea legilor de conservare care sunt verificate în toate reacțiile nucleare: legea conservării sarcinii electrice, legea conservării masei, legea conservării energiei și legea conservării impulsului;

- **Oferă elevilor materiale** pentru calculul distingerea tipurilor de reacții nucleare în funcție de natura particulei incidente;

- **Precizează** elevilor că distincția dintre radioactivitatea naturală și cea artificială;

- **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.²³ aplicațiile practice ale izotopilor radioactivi în cercetarea științifică, în industrie, în medicină, în agricultură, în paleontologie, geologie

autoevaluare, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;

-

- **Formulează ipoteze** privind mărimile fizice care sunt implicate într-o reacție nucleară;

- **Constată** că:

- Analogia reacție chimică-reacție nucleară oferă posibilitatea stabilirii: legea conservării sarcinii electrice, legea conservării masei, legea conservării energiei și legea conservării impulsului;

- reacție nucleară este influențată de tipul și energia particulei incidente;

- clasifică reacțiile nucleare având drept criteriu de clasificare tipul particulei incidente;

- definesc radioactivitatea artificială;

- identifică necesitatea și efectele utilizării radioactivității artificiale;

- **Reformulează constatările**, efectele redescoperii radioactivității artificiale constau în obținerea de izotopi radiativi cu aplicații diverse în mai multe domenii de activitate;

- **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**

- Organizați în grupe, **prezintă** în clasă *rapoarte de*

²³ **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.

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;
- **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

- **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. *Preambul*; 2. *Teoria lucrării* (definiții ale mărimilor fizice utilizate, enunțuri de legi/ teoreme, descrierea metodei folosite); 3. *Aplicații*; 4. *Concluzii* (enunțuri generale, validarea unui enunț).

autoevaluare, evocă dificultăți, probleme noi întâlnite în efectuarea temei pentru acasă, aspecte interesante sesizate în verificările proprii etc.;

- Organizați în grupuri de lucru, elevii:
 - a) **rezolvă** probleme și **identifică** tipurile de reacții nucleare;
 - b) **identifică** reacțiile nucleare care au loc în stele, Soare, reactor nuclear, etc.;
 - c) **prezintă și argumentează** aplicațiile izotopilor radioactivi;

- **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 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 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	• 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.;

evaluarea raportului final;

- **Cere elevilor să distingă/ clasifice** reacțiile nucleare și legile de conservare, radioactivitatea naturală și cea artificială, legile dezintegrării radioactive;

- **Implică elevii** în prezentarea și autoevaluarea raportului final (portofoliului) pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competențele cheie²⁴;

- **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.

- **Prezintă** portofoliile/ produsele realizate/ rapoartele de lucru, **expun** produsele realizate, **evaluează** lucrările prezentate, pe baza criteriilor stabilite în protocolul de evaluare;

- ***Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele.**

Bibliografie

- (1) ** *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, The National Academies Press, Washington 2000;
- (2) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., 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/;
- (11) Cristea, Gh., Ardelean, I, *Elemente fundamentale de fizică*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1985;
- (12) *** *Fizică, manual pentru clasa a XII-a*, Editura All, 2007;
- (13) Halliday, D., Resnick, R., *Fizică Vol.II*, Editura Didactică și Pedagogică, București 1975.
- (14) http://www.walter-fendt.de/ph14ro/decayseries_ro.htm

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) 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: XII.7.2

Nucleul atomic

sau

Micul univers interior! sau Lumea celor mai mici particule

Clasa: a XII-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 10

Conținuturi repartizate unității de învățare: 1.1 Proprietățile generale ale nucleului. 1.1.1 Proprietățile generale ale nucleului. 1.2 Energia de legătură a nucleului. 1.2.1 Energia de legătură a nucleului. 1.2.2 Stabilitatea nucleului. 1.2.3 Forțele nucleare. 1.2.4 Probleme. 1.2.5 Radioactivitatea. 1.2.6 Tipurile de reacții nucleare. Legile de conservare. 1.2.7 Radioactivitatea naturală și radioactivitatea artificială. 1.2.8 Legea dezintegrării radioactive (programa de fizică clasa a XII-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 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 *planificarea sau anticiparea* (dezvoltarea noilor cunoștințe pe baza îndeplinirii unui plan).

Interesul elevilor pentru noțiunile temei este declanșat de o observație incitantă, de exemplu . Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: „Nucleul este un mic univers guvernat de legi fizice bine stabilite”, Nucleul – sursă înfinită de energie.

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

Activitatea profesorului	Activități de învățare Elevii (individual, în grupuri, cu profesorul):
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): focalizarea prezentării pe încadrarea temei unității de învățare într-un concept mai general (structura atomului), pe aspecte istorice etc., prin intermediul unor poante, povești, imagini captivante, grafice, întrebări	• Evocă observații, cunoștințe anterioare referitoare la structura atomului, nucleului, proprietăților particulelor constitutive

incitante, probleme, studiu de caz, produse tehnologice, norme de protecția muncii etc. ilustrând <i>tema</i> ;	
• Oferă elevilor un <i>portofoliu de teme</i> propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unității de învățare, sub forme ca: (1) construcții: macheta unui atom, a unui nucleu; (2) referate științifice explicând: dovezi ale existenței nucleului; proprietăți ale particulelor constituente; tipuri de dezintegrări; etc. (3) postere, desene, eseuri literare etc., evocând noile cunoștințe etc.²⁵;	• Se orientează asupra realizării unor proiecte, alcătuiesc grupuri de lucru, evaluează tema pentru care au optat (interesantă, accesibilă, relevantă, productivă, complexă etc.); • Asumă roluri în grupul de lucru, negociază tipul de produs care va fi prezentat (construcții, demonstrații/ determinări experimentale, rezolvare de probleme din culegeri, eseu științific, eseu plastic sau literar etc.);
• Cere elevilor să evoc <i>cunoștințele proprii</i> legate de proiectele propuse (ceea ce elevii știu), să distingă <i>noțiunile relevante</i> (masă atomică, sarcină electrică, proton, electron, neutron); • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat	• Evocă aspecte interesante, curiozități, dificultăți legate de proiectul ales, experiențe personale, observații în mediul înconjurător
• 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)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), cerându-le să detalieze proiectele, să evalueze resursele, să extragă din diferite surse informații de tipul „Ce este un proton?”, Ce este energia nucleară?, Care pot fi aplicațiile energiei nucleare?.	• 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 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 2-7

Activitatea profesorului	Activități de învățare
--------------------------	------------------------

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. Esau 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).

	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, <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 informațiile culese cu privire la proiectul ales, dificultăți, probleme noi întâlnite în 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): structura nucleului(2); energia de legătură(3), stabilitatea nucleului, forțele nucleare(4); radioactivitatea naturală(5); legi de conservare(6), tipuri de dezintegrări(7)	• Formulează ipoteze privind <i>relațiile studiate</i>;
• Oferă elevilor materiale (reviste de specialitate, cărți, diferite documente și documentare, site-uri) din care să extragă informații utile, scheme, reprezentări grafice privind structura nucleului(2); energia de legătură(3), stabilitatea nucleului, forțele nucleare(4); radioactivitatea naturală(5); legi de conservare(6); tipuri de dezintegrări(7)	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii observă/reorganizează noțiunile necesare fiecărei teme în parte
• Cere elevilor să comunice rezultatele obținute;	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii comunică rezultatele privind tema: • 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 modalități atractive și eficiente de prezentare a materialului selectat	• 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 contraexemplu (Meyer, G., 2000, p. 145).

Lecția 8

Activitatea profesorului	Activități 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</i>	• 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.; valuează informațiile colectate 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);	
• Invită elevii să distingă informațiile credibile din materialul ales (tipurile de dezintegrări)	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii analizează datele credibile de la celelalte grupe (ce date păstrăm, ce date eliminăm?) și raportează concluziile/ explicațiile pe care le înregistrează grupa vizată • Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: - reformulează constatările din etapa de explorare-experimentare - propun explicații (sub forma unor <i>generalizări/ inducții</i>) formulează enunțul (legea): Legea dezintegrării radioactive
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor să răspundă la întrebări, cum sunt: 1. ce este defectul de masă? 2. Ce este activitatea sursei radioactive? 3. Ce este timpul de înjumătățire? 4. Care este energia de legătură a nucleului de deuteriu? 5. Cum se poate determina vârsta unui obiect folosind izotopul C-14?	• Efectuează tema pentru acasă - având ocazia să prezinte rezultatele în maniere diverse (eseu, poster, 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 9

Activitatea profesorului	Activități 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, 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.;
• Oferă elevilor materiale pentru evaluarea propriilor produse finale, 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?	• Organizați în grupurile de lucru stabilite, elevii: d) particularizează legile învățate pentru diferite nuclee; e) descoperă aplicații ale fenomenelor învățate; f) imaginează propriile aplicații ale fenomenelor descoperite; g) optimizează organizarea materialului și experienței acumulate pentru o prezentare eficientă;

Ce soluție mai bună am putea adopta? Etc.	
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), implicând elevii în conceperea <i>raportului final</i>: 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 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.

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 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 10

Activitatea profesorului	Activități 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, 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.;
• Implică elevii în prezentarea și evaluarea proiectului/ raportului final, vizând competențele cheie²⁷;	• Expun produsele realizate și prezintă în fața clasei, a consiliului profesoral al clasei, al comisiei metodice □ Științe □ rapoartele de lucru;
• Anunță verificarea orală/ testul scris pentru lecția următoare, reamintește elevilor criteriile evaluării sumative bazate pe <i>competențele specifice înscrise în programele școlare</i>, vizând	

²⁷ **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):

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.

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/ proiecte viitoare etc.	• Își propun să expună produsele realizate în expoziții școlare, întâlniri cu responsabili ai administrației locale și altele.

Bibliografie

- (1) Programa de fizică pentru clasa a XII-a
- (2) Cerghit, I. ș.a., *Prelegeri pedagogice*, Ed. Polirom, Iași 2001;
- (3) Sarivan, L., coord., *Predarea interactivă centrată pe elev*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2005;
- (4) Păcurari, O. (coord.), *Învățarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
- (5) Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2006;
- (6) <http://mypages.iit.edu/~smile/physinde.html>;
- (7) <http://teachers.net/lessons/posts/1.html>;
- (8) <http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/>;
- (9) http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/

Unitatea de învățare: XII.8

Fizica nucleară. Radiații nucleare.

sau

„Pericole și beneficii ale radiațiilor nucleare.”

Ion Cazacu-Davidescu

Clasa: a XII-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 5

Conținuturi repartizate unității de învățare: Interacțiunea radiației nucleare cu substanța. Detecția radiațiilor nucleare. Dozimetrie. (Programa de fizică pentru clasa a XII-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: „*Știind că radiațiile nucleare sunt constituite din diverse tipuri de particule, care este mecanismul de interacțiune al acestora cu substanța?*”. Pe parcurs, imaginea elevilor asupra radiațiilor nucleare este *întregită de metodele de detecție a acestora și de aspectele nocive / beneficiile radiațiilor nucleare*.

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

Activitatea profesorului	Activități 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;
• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (<i>prelegere introductivă</i>): prezintă câteva informații despre radioactivitatea naturală sau indusă și despre radiațiile nucleare. • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor,	

preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (energie de legătură, reacții nucleare, intensitate a radiației nucleare, norme de protecția muncii în laborator etc.);	
• Comunică scopul prelegerii: interacțiunea radiației nucleare cu substanța și cere elevilor pentru început să identifice tipurile de radiații nucleare.	• Evocă aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - particule grele purtătoare de sarcină electrică (protoni, nuclee, ioni); - particule ușoare purtătoare de sarcină electrică (electroni, pozitroni); - particule neutre (neutroni); - radiație electromagnetică (radiație X, radiație γ).
• Prezintă și discută cu elevii aspecte ale interacțiunii cu substanța a particulelor grele purtătoare de sarcină electrică, cerându-le elevilor să denumească natura interacțiunii;	• Formulează aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - interacțiunea este de natură coulombiană; - ciocniri particule-electroni, ce pot duce la ionizarea atomilor; - ciocniri particule-nuclee, ce duc la împrăștiere mari ale particulelor proiectil.
• Prezintă și discută cu elevii aspecte ale interacțiunii cu substanța a particulelor ușoare purtătoare de sarcină electrică, cerându-le elevilor să denumească natura interacțiunii;	• Formulează aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - interacțiunea este de natură coulombiană; - parcursul în mediu al particulelor este mai mare datorită vitezei mai mari; - interacțiunea cu electronii conduce la împrăștiere mai mar; - radiația de frânare produsă determină frânarea particulelor ușoare cu sarcină electrică.
• Prezintă și discută cu elevii aspecte ale interacțiunii cu substanța a radiației electromagnetice, cerându-le elevilor să enumere mecanisme de interacțiune învățate anterior; prezintă suplimentar mecanismul de generare de perechi electron-pozitron.	• Formulează aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - efectul fotoelectric extern; - efectul Compton
• Prezintă și discută cu elevii aspecte ale interacțiunii cu substanța a particulelor neutre, cerându-le elevilor să enumere câteva caracteristici ale neutronului; prezintă aspecte ale interacțiunii la energii mari, respectiv energii mici ale neutronilor.	• Formulează aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - sarcină electrică nulă; - masa apropiată de a protonului.
• Implică elevii în conceperea portofoliului propriu, util evaluării finale, alcătuit după 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 criteriilor de evaluare a rezultatelor: 1. asumând sarcini personale; 2. imaginând aspecte ale lucrărilor/ produselor pe care le vor realiza; 3. proiectând cercetările/ etapele

²⁸ **Tipuri de produse ale 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.

²⁹ **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

	de lucru prin conexiuni/ analogii cu experiențele proprii și altele;
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le, de exemplu: 1. să rezume ideile și constatările de până acum; 2. să realizeze un referat despre camera cu ceață; 3. să găsească informații despre interacțiunea radiațiilor nucleare cu substanța pe care să le includă în portofoliile personale etc.	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații etc.).

Secvența a II-a. Explorare-experimentare

Generic: Cum se 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

Activitatea profesorului	Activități 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 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): detecția radiațiilor nucleare; norme de protecția muncii în laborator;	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Prezintă elevilor principiul care stă la baza detecției radiațiilor nucleare – interacțiunea cu atomii țintei.	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Prezintă elevilor o schiță a detectorului cu gaz și un tabel privind funcționarea acestuia pentru diverse tensiuni aplicate; cere elevilor să formuleze observații proprii privind utilizarea acestui detector.	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Prezintă elevilor o schiță a detectorului cu scintilație și cere elevilor să formuleze observații proprii privind funcționarea și utilizarea acestui detector.	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Prezintă elevilor o schiță a detectorului cu semiconductori și cere elevilor să formuleze observații proprii privind funcționarea și utilizarea acestui detector.	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le să realizeze prezentări,	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: imagini, desene,

specifice ale programei școlare, incluse în formularea itemilor/ sarcinilor de evaluare, în formularea sarcinilor de învățare).

referate, simulări ale detectoarelor de radiații nucleare etc.	demonstrații etc.).
--	---------------------

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

Activitatea profesorului	Activități 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 prezinte rezultatele obținute; stimulează elevii să sintetizeze și să evalueze informațiile colectate prin efectuarea temei pentru acasă; • 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 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): dozimetrie; norme de protecția muncii în laborator; • Prezintă elevilor principiile dozimetriei și domeniile de utilizare ale celor două sisteme dozimetrice: rontgenologic și radiobiologic.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Definește în cadrul sistemului rontgenologic <i>doza de ioni</i> și debitul dozei și cere elevilor să facă observații asupra utilizării acestor mărimi.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Definește în cadrul sistemului radiobiologic <i>doza absorbită, eficacitatea biologică relativă și doza biologică</i> și cere elevilor să facă observații asupra utilizării acestor mărimi.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Prezintă elevilor comparativ valori ale dozei biologice în cazul expunerii naturale, medicale sau accidentale și cere acestora să formuleze observații pe baza materialelor bibliografice asupra acestor expuneri.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le să identifice în bibliografie informații despre doza biologică pentru diferite situații de iradiere și efectele acesteia asupra diferitelor organe ale omului etc.	• 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 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

Activitatea profesorului	Activități 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): interacțiunea radiațiilor nucleare cu substanța; elemente de dozimetrie.	• 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.;
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor concepte legate de interacțiunea cu substanța a radiațiilor electromagnetice și a particulelor ușoare cu sarcină electrică, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Definește noțiunea de atenuare a unui fascicul de radiații într-un material, coeficientul de atenuare și grosimea de înjumătățire și cere elevilor să deducă expresia acesteia plecând de la formula de variație a intensității radiației cu distanța parcursă în material.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• *Propune elevilor să analizeze o problemă de interacțiune a radiației gama cu substanța și cere elevilor să determine coeficientul de atenuare cunoscând grosimea materialului și raportul intensităților radiației.	• *Aplică cunoștințele dobândite în rezolvarea problemei și formulează concluzii;
• *Propune elevilor să analizeze probleme de iradiere a diferitelor materiale cu diferite tipuri de radiații nucleare și cere elevilor să determine doza absorbită sau doza biologică.	• *Aplică cunoștințele dobândite în rezolvarea problemei și formulează concluzii;
• *Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor: 1. să prezinte sub formă de referat diferite detectoare de radiații nucleare; 2. să prezinte comparativ sistemul rontgenologic și cel radiobiologic 3. să prezinte efecte nocive și efecte pozitive ale radiațiilor.	•* Efectuează tema pentru acasă.

Secvența a V-a. Transfer

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

Activitatea profesorului	Activități 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): Interacțiunea radiațiilor nucleare cu substanța. Detecția radiațiilor nucleare. Dozimetrie.	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă;
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea portofoliului, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competențele cheie³⁰;	• 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 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.	• *Își propun să prezinte materialele/studiile realizate, în cadrul unor sesiuni de comunicări școlare/ locale etc.

Bibliografie:

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

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.

10. Păcurari, O. (coord.), *Învățarea activă, Ghid pentru formatori*, MEC-CNPP, 2001;
11. Leahu, I., *Didactica fizicii. Modele de proiectare curriculară*, M.E.C.T./ P.I.R., București 2006;
12. Crocnaș, D. O., *Fizică, Manual pentru clasa a XII-a*, Ed. Sigma, București 2007;

Unitatea de învățare: XII.9 Fizica nucleară. Aplicațiile ultimilor 70 de ani.

sau

„Cum s-ar putea rezolva problema resurselor energetice?”

Ion Cazacu-Davidescu

Clasa: a XII-a

Numărul orelor/ lecțiilor repartizate: 6

Conținuturi repartizate unității de învățare: Fiziunea nucleară. Reactorul nuclear. Fuziunea nucleară. Acceleratoare de particule. Particule elementare. (Programa de fizică pentru clasa a XII-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: „Știind că energia de legătură pe nucleon scade pentru elementele grele, ar putea fi acestea transformate în alte elemente, eliberând energie?”. Pe parcurs, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea că „Neutronul poate juca un rol în această reacție”. Ei își completează imaginea despre posibilitatea obținerii de energie și prin unirea nucleelor ușoare.

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: <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.	

• Prezintă elevilor un organizator cognitiv (prelegere introductivă): prezintă câteva informații despre producerea izotopilor radioactivi și prima reacție de fisiune nucleară. • Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (energie de legătură pe nucleon, stabilitate nucleară, reacții nucleare, radioactivitate naturală, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Evocă observații proprii, comunică răspunsurile în clasă;
• Comunică scopul prelegerii: fisiunea nucleară și cere elevilor pentru început să identifice metodele de obținere a radioactivității artificiale.	• Evocă aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă); prezintă imagini sau animații ale experimentelor lui Irene și Frederic Joliot-Curie de obținere a radioactivității artificiale prin iradierea aluminiului.
• Definește reacția de fisiune nucleară și cere elevilor : - să observe ecuația de fisiune a uraniului; - să identifice legile de conservare în variantele acestei reacții; - să observe rolul neutronilor în reacție; - să identifice principiul de obținere a energiei în urma reacției de fisiune nucleară.	• Formulează (în perechi) aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă): - în reacție se conservă numărul atomic și numărul de masă; - neutronii inițiază reacția și sunt printre produșii finali ai reacției; - energia se obține de la fragmentele de fisiune (de la produșii de fisiune nucleară).
• Prezintă și discută cu elevii bilanțul energetic al reacției de fisiune nucleară;	• Formulează aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă);
• Definește reacția în lanț și precizează condițiile în care aceasta se poate produce, după valoarea factorului de multiplicare;	• Formulează aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă);
• Justifică necesitatea masei critice pentru obținerea reacției de fisiune în lanț;	• Formulează aprecierile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete, apoi pe tablă);
• 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;³¹	• 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)³²;	• 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: 1. să rezume ideile și constatările de până acum; 2. să evalueze energia eliberată prin fisiune de o cantitate dată de uraniu; 3. să găsească cantitatea echivalentă de combustibil fosil care eliberează aceeași cantitate de energie	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: eseu, poster, desen, demonstrații etc.).

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. Esu literar/ plastic pe temele studiate etc.

³² **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).

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. 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: <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, <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 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): reactoare nucleare și armament nuclear; norme de protecția muncii în laborator;	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Prezintă elevilor o schiță a unui reactor nuclear și cere acestora să identifice părțile componente și modul de funcționare.	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Cere elevilor să evalueze condițiile în care reacția de fisiune nucleară devine necontrolată.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - factorul de multiplicare $k > 1$
• Explică modul de realizare a condițiilor de reacție nucleară explozivă în cazul armamentului nuclear.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Definește accidentul nuclear și cere elevilor să enumere pe baza surselor bibliografice efectele pe care le au armele sau accidentele nucleare asupra organismului și mediului.	• Formulează ipoteze și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le să realizeze prezentări ale efectelor unor accidente nucleare asupra oamenilor și medului etc.	• Efectuează tema pentru acasă (având posibilitatea să prezinte rezultatele în maniere diverse: imagini, desene, demonstrații etc.).

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, <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 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): fuziunea nucleară; norme de protecția muncii în laborator; • Prezintă elevilor diagrama energiei de legătură pe nucleon funcție de numărul de nucleoni și discută cazul elementelor ușoare.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Definește reacția de fuziune nucleară și cere elevilor să observe ecuația acesteia.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - <i>observă condiția de producere a reacției nucleare de fuziune;</i> - <i>determină energia eliberată de reacția de fuziune.</i>
• Prezintă variante ale reacției de fuziune deuteriu-tritiu, precizând energiile obținute în urma fiecăreia.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Prezintă elevilor principiile unui reactor de fuziune nucleară și cere acestora să formuleze observații.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Prezintă elevilor comparativ energia de legătură pe nucleon la câteva nuclee grele și nuclee ușoare și cere acestora să formuleze observații asupra eficienței reacțiilor de fisiune și fuziune nucleară. Cere elevilor să găsească și alte argumente pentru avantajul prezentat de fuziunea nucleară.	• Formulează constatările/ ipotezele lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă), cerându-le să identifice în bibliografia indicată informații despre stele, reacțiile de fuziune din acestea, evoluția și viața stelelor, efecte posibile ale utilizării armamentului de fuziune etc.	• 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: <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 <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 <i>organizator cognitiv</i> (scopul și obiectivele lecției): acceleratoare de particule.	• 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.;
• Vizează cunoștințele anterioare ale elevilor, <i>preconcepțiile/ explicațiile neștiințifice, nevoile de cunoaștere</i> cu privire la sarcinile de efectuat (utilizarea unor concepte legate de nucleu, nucleoni, interacțiune electrică, interacțiune magnetică, norme de protecția muncii în laborator etc.);	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete);
• Definește acceleratorul de particule și cere elevilor să facă observații asupra posibilităților de accelerare a sarcinilor electrice.	• Formulează ideile lor și comunică răspunsurile în clasă (notate pe caiete): - accelerarea sarcinilor electrice se poate face în câmpuri electrice; - particula poate fi menținută pe o traiectorie circulară în câmp magnetic. - traiectoria particulei pe durata accelerării poate fi liniară sau curbă;
• *Propune elevilor să analizeze diverse acceleratoare de particule și cere elevilor să formuleze observații asupra principiilor constructive și modului de funcționare.	• *Aplică cunoștințele dobândite în rezolvarea problemei și formulează concluzii;
• *Extinde activitatea elevilor în afara orelor de clasă (ca temă pentru acasă) și cere elevilor: 1. să prezinte sub formă de referat sau animație diferite tipuri de acceleratoare de particule; 2. să prezinte descoperirea particulelor elementare; 3. să prezinte și să caracterizeze forțele fundamentale din natură; 4. să clasifice particulele elementare.	• *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).

Lecțiile 5 și 6

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 <i>organizator cognitiv</i> (scopul și obiectivele lecției): Fisiunea și fuziunea nucleară; acceleratoare de particule; particule elementare.	• Evocă observații, experiențe și comunică răspunsurile în clasă;
• Implică elevii în prezentarea și autoevaluarea portofoliului, pentru evaluarea rezultatelor finale, vizând competențele cheie³³;	• 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 prezinte materialele/studiile realizate, în cadrul unor sesiuni de comunicări școlare/ locale etc.

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;
- Crocnan, D. O., *Fizică, Manual pentru clasa a XII-a*, Ed. Sigma, București 2007;
- <http://phet.colorado.edu/en/simulation/nuclear-fission>

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 înșușite) 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.

