

Unitatea de învățare: IX.1.2

Refracția luminii

„De ce în acvariul cu un peștișor se văd uneori doi, iar alteori nici unul?”

Clasa: a IX-a.

Numărul orelor/lecțiilor repartizate: 5.

Conținuturi repartizate: Optica geometrică. Condiții de producere a refracției. Indice de refracție. Legile refracției. Prisma optică. Reflexia totală. (Programa de fizică pentru clasa a IX-a 3458/09.03.2004).

Modelul de predare-învățare asociat unității de învățare: Experimentul.

Structura unității de învățare:

Secvențele unității de învățare	Tipul lecției	Competențele vizate de model (etapele experimentului)
I. Evocare–Anticipare	Lecția 1. Evaluarea inițială a situațiilor de învățare , stabilirea obiectivelor și realizarea unei prime reprezentări a situației de experimentat;	Sesizarea problemei. Avansarea ipotezelor și planificarea experimentului;
II. Explorare–Experimentare	Lecția 2. Dezvoltarea strategiilor cognitive (de explorare și experimentare);	Realizarea dispozitivului experimental și colectarea datelor , formularea unor concluzii preliminare (parțiale);
III. Reflecție–Explicare	Lecția 3. Elaborarea/enunțarea noilor cunoștințe (definiții, legi, generalizări);	Sinteza datelor. Prelucrarea datelor și elaborarea concluziei;
IV. Aplicare–Transfer	Lecția 4. Sistematizarea și consolidarea noilor cunoștințe;	Includerea altor informații. Testarea concluziei și a predicțiilor bazate pe ea și prezentarea rezultatelor;
	Lecția 5. Dezvoltarea atitudinilor , a percepției valorilor. Evaluarea rezultatelor învățării.	Impactul noilor cunoștințe (importanța, interesul) și valorificarea rezultatelor (concepte, proceduri și strategii cognitive, valori și limite). ¹

Mijloacele didactice: computer cu acces la Internet și videoproiector (facultativ), fișe de lucru pentru elevi, manuale, culegeri și alte resurse cu informații vizând tema.

Materiale didactice (pentru grupe de elevi): laser pointer, prismă optică din sticlă, cuvă prismatică din sticlă transparentă, apă, periscop didactic, coli de hârtie A4, creioane colorate.

O privire de ansamblu asupra strategiei de cunoaștere: Succesiunea lecțiilor corespunde etapelor experimentului, declanșat în clasă de următoarea situație-problemă: „Deși în acvariu este un singur peștișor, așa cum se vede de deasupra, când privesc dintr-o parte se vede uneori unul, alteori doi, niciodată trei sau mai mulți, dar alteori nici unul?”. Pe parcurs, gândirea elevilor se va dezvolta către ideea: „Imaginea peștișorului depinde de modul de propagare a luminii de la peștișor la ochi, și de poziția relativă a peștișorului și a observatorului”.

Strategia abordării întrebărilor pentru a putea da răspunsuri este **proactivă**: presupune stimularea elevilor ca, plecând de la realizarea unor experimente în condiții de laborator, să descopere, progresând odată cu parcurgerea etapelor experimentului, „ceea ce se cere”: noțiunile temei și să dezvolte noile cunoștințe pe baza observării unor exemple și contraexemple.

Derivarea lecțiilor/activităților de învățare din modelul de învățare:

¹ De-a lungul celor 4 secvențe sunt implicate mai multe tipuri de raționamente: anticipare (planificare); inducție (generalizare); deducție (particularizare); analogie cu anticiparea efectului, fără anticiparea mijloacelor; analogie cu anticiparea mijloacelor, fără anticiparea efectului.

I. Evocare–Anticipare

Ce știi sau cred eu despre asta?

Lecția 1. Confruntarea cu afirmația/întrebarea de investigat

„De ce în acvariul cu un peștișor se văd uneori doi, iar alteori nici unul?”

În această lecție, procesul cognitiv (tipul de raționament, demersul de gândire) ce trebuie activat la elevi, implicat în formarea competențelor este *planificarea* sau *anticiparea*. Aceasta constă în: i) identificarea scopului urmărit (găsirea unor răspunsuri la întrebarea dată spre studiu); ii) identificarea procedurilor care trebuie imaginate pentru acesta (controlul variabilelor); iii) proiectarea demersului de rezolvare (stabilirea etapelor, mijloacelor, anticiparea riscurilor, integrarea constrângerilor care apar).

În acest scop, profesorul:

Activitatea 1 (Prelegere interactivă – 10 min)

- **dezbate** cu elevii evenimente (fenomene) din viața de zi cu zi în care este prezentă refracția, toate acestea ilustrând întrebarea din tema unității de învățare;

- **demonstrează experimental** existența refracției și modul în care aceasta se manifestă, cu ajutorul unui laser pointer, a unei prisme din sticlă, a unei cuve transparente cu apă și a unor corpuri introduse în cuva cu apă;



Elevii sunt stimulați:

Activitatea 2 (Interviul în perechi – 5 min.)

- **să observe** situațiile prezentate de profesor în care apare refracția și **să confrunte** cele observate cu întrebarea unității de învățare, apoi **să evalueze** această întrebare: „Este interesantă?”; „Este relevantă pentru conceptul ce trebuie studiat?”; „Oferă variate cauze posibile de analizat?”;

Activitatea 3 (Investigație experimentală în grup – 25 min.)

- **să observe** că la suprafața de contact între două medii transparente au loc două fenomene distincte, reflexia și refracția;

- **să observe** modul în care se propagă lumina la traversarea suprafeței de separație dintre două medii transparente utilizând o prismă triunghiulară transparentă și o cuvă paralelipipedică umplută cu apă și un laser pointer;

- **să constate** că: la trecerea din aer în prismă razele se apropie de normală, la trecerea din prismă/cuvă în aer razele se depărtează de normală, modificând direcția razei care intră în prismă/cuvă se modifică direcțiile tuturor celorlalte raze;

- **să înregistreze** și **să comunice** observațiile realizate;

- **să formuleze răspunsuri** (ipoteze, explicații) la întrebări cu privire la existența refracției, la legătura posibilă dintre refracție și reflexie;

Pe parcursul lecției și la finalul acesteia, elevii sunt implicați în realizarea unor momente de *feedback metacognitiv*, necesare anticipării sarcinilor (competențe de însușit, procese cognitive / raționamente dezvoltate) și proiectării lecțiilor următoare:

- **evaluarea** nevoilor de învățare ale elevilor (Știu, vreau să știu, am învățat, Eseul de 5 min., Fișe de autoevaluare individuală și de grup și altele – 7 min.);

- **dezbaterea** (cu profesorul / cu membrii grupului) a portofoliului individual, a temei pentru acasă (extinderea activității în afara orelor de clasă), a protocolului evaluării finale (**Interviul în grup** – 3 min.).²

II. Explorare–Experimentare

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

Lecția 2. Explorarea soluțiilor posibile, colectarea/însușirea informațiilor necesare.

„Ce factori influențează amploarea deviației razei de lumină care se refractă?”

În această lecție întrebarea rămâne aceeași: „Cum se explică faptul că uneori un peștișor din acvariu nu se vede, iar alteori se văd doi?”. Este o lecție de formare și dezvoltare a capacităților de explorare, de experimentare. Procesul cognitiv ce trebuie activat la elevi, implicat în formarea competențelor este *analogia cu anticiparea efectelor*: elevii vor încerca să determine relația dintre amploarea deviației razelor de lumină și proprietățile mediilor transparente.

În acest sens, elevii sunt ghidați:

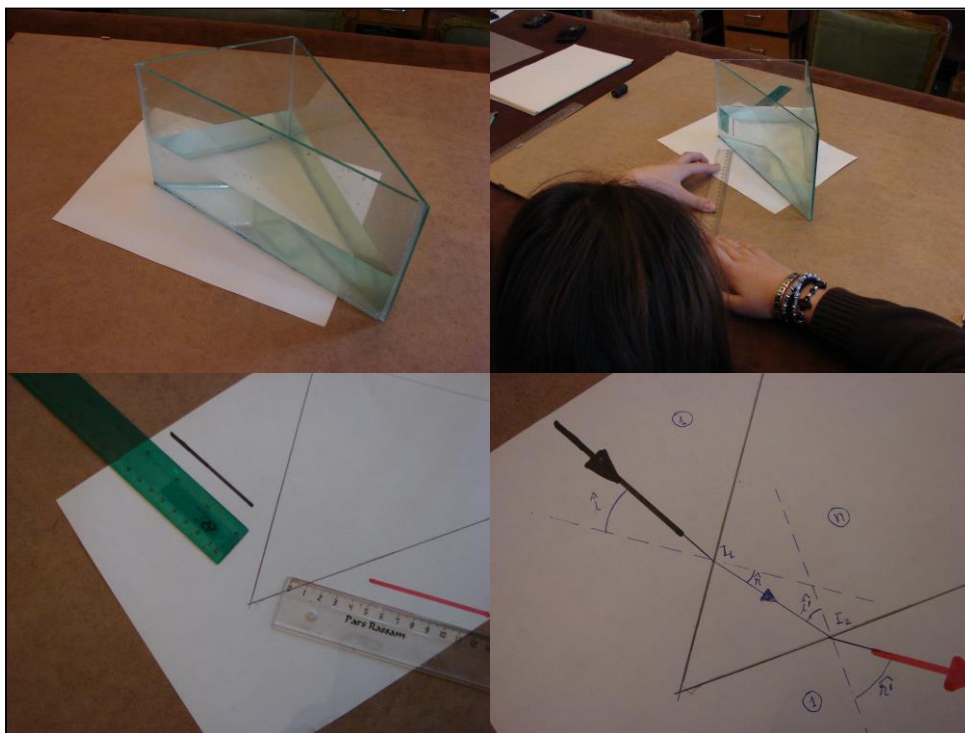
Activitatea 1 (Prelegere interactivă – 10 min.)

- **să deseneze** câte o schiță a fenomenului de refracție pentru ambele cazuri observate în ora precedentă ($n_1 < n_2$, respectiv $n_1 > n_2$) și **să evoce** cunoștințele anterioare despre fenomenul de refracție (raza incidentă, raza refractată, unghiurile de incidență și de refracție, normala);

Activitatea 2 (Investigație în grup – 30 min.)

- **să alcătuiască** un montaj optic folosind o cuvă prismatică din sticlă cu apă în ea, **să observe** prin ea diferite obiecte din cuvă sau din partea opusă față de observator și **să noteze** pe observațiile făcute pe caiet/fișa de lucru;

- **să traseze** conturul prisme pe o foaie A4; **să traseze** pe foaie un segment de dreaptă; **să traseze** pe foaie imaginea segmentului văzut prin prismă; **să înlăture** cuva și să traseze mersul razelor prin prismă;



- **să modifice** unghiul de incidență și să repete operațiile de mai sus de 10 ori;

² Cele două activități care se referă la evaluare se regăsesc la sfârșitul fiecărei lecții și sunt asemănătoare.

- **să înregistreze** într-un tabel unghiurile de incidență și de refracție pentru suprafața de contact aer-apă;

- **să determine** sinusurile acestor unghiuri și **să completeze** tabelul cu valorile obținute;

- **să calculeze** pentru fiecare pereche de unghiuri raportul $\sin i / \sin r$ și **să constate** că raportul sinusurilor are o valoare aproximativ constantă, independent de valoarea unghiurilor.

Pe parcursul lecției și la finalul acesteia, elevii sunt implicați în realizarea unor momente de *feedback metacognitiv*, necesare anticipării sarcinilor (competențe de înșușit, procese cognitive / raționamente dezvoltate) și proiectării lecțiilor următoare:

- **evaluarea** lecției curente, a nevoilor de învățare ale elevilor (**Eseul de 5 min.**, **Fișe de autoevaluare** individuală și de grup și altele – **7 min.**);

- **dezbaterea** (cu profesorul / cu membrii grupului) a portofoliului individual, a temei pentru acasă (să reprezinte grafic: $\sin r$ funcție de $\sin i$), a protocolului evaluării finale (**Interviul în grup** – **3 min.**).

III. Reflecție–Explicare

Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecția 3. Sinteza datelor colectate și propunerea unei explicații

„Legile refracției”

În această lecție procesul cognitiv ce trebuie activat la elevi, implicat în formarea competențelor este *inducția* (sau *generalizarea*), prin care elevii, plecând de la sinteza datelor colectate în etapa de explorare, descoperă aspecte comune sau constante ale fenomenelor observate și disting *pattern-uri* (relații existente) între datele colectate.

În acest sens, activitatea elevilor este îndrumată de profesor către sinteza datelor și formularea generalizărilor.

Activitatea 1 (Prelegere interactivă – 10 min.)

- **să comunice** rezultatele obținute în ora precedentă și în efectuarea temei: raportul $\sin i / \sin r$ are o valoare aproximativ constantă și graficul $\sin r$ funcție de $\sin i$ este o funcție liniară;

- **să exprime concluziile** sub forma unor legi preliminare ale refracției și **să definească** indicele de refracție relativ;

- **să determine** valoarea medie a indicelui de refracție relativ pentru suprafața de contact aer-apă;

Activitatea 2 (Investigație în grup – 20 min.)

- **să înregistreze** într-un tabel unghiurile de incidență și de refracție pentru suprafața de contact apă-aer utilizând fișele realizate în ora precedentă;

- **să determine** sinusurile acestor unghiuri, **să calculeze** pentru fiecare pereche de unghiuri raportul $\sin i / \sin r$ și **să constate** că raportul sinusurilor are o valoare aproximativ constantă și în acest caz;

- **să determine** valoarea medie a indicelui de refracție relativ pentru suprafața de contact apă-aer, **să calculeze** erorile absolute asociate măsurărilor și eroarea absolută medie;

Activitatea 3 (Prelegere interactivă – 10 min.)

- **să definească** indicele de refracție absolut al unui mediu ca fiind raportul dintre sinusul unghiului de incidență și sinusul unghiului de refracție la refracția vid-mediul respectiv și **să înțeleagă** că acest indice depinde de viteza de propagare a luminii într-un anumit mediu;

- **să enunțe** legile refracției utilizând noțiunile nou învățate.

Pe parcursul lecției și la finalul acesteia, elevii sunt implicați în realizarea unor momente de *feedback metacognitiv*, necesare anticipării sarcinilor (competențe de înșușit, procese cognitive / raționamente dezvoltate) și proiectării lecțiilor următoare:

- **evaluarea** lecției curente, a nevoilor de învățare ale elevilor (**Eseul de 5 min.**, **Fișe de autoevaluare** individuală și de grup și altele – **7 min.**);

- **dezbaterea** (cu profesorul / cu membrii grupului) a portofoliului individual, a temei pentru acasă (extinderea activității în afara orelor de clasă – utilizarea legii Snell – Descartes $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ în rezolvarea unor probleme simple), a protocolului evaluării finale (**Interviul în grup** – **3 min.**).

IV. Aplicare–Transfer

Ce convingeri îmi oferă această informație?

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

Lecția 4. Includerea altor cazuri particulare, extinderea sferei noilor cunoștințe.

Impactul și valorificarea noilor cunoștințe.

„Cât de mult poate să devieze o rază de lumină care trece din apă în aer? Reflexia totală.”

În această lecție, atenția elevilor se va concentra asupra consolidării conceptelor obținute (deviația bruscă a razelor de lumină, dependența de natura mediilor traversate) în lumina a noi probe, relativ similare cu cele experimentate anterior. În etapa de aplicare, procesul cognitiv ce trebuie activat la elevi, implicat în formarea competențelor este *deducția* sau *particularizarea* (inversul procesului inductiv): plecând de la enunțuri generale („Dacă...”) elevii trebuie să ajungă la exemple particulare ale acestora („Atunci...”).

În acest sens, elevii sunt stimulați:

Activitatea 1 (Gândiți, lucrați în perechi, comunicați – 5 min.)

- **să ordoneze** fișele obținute în studiul experimental în sensul scăderii unghiului de incidență pentru suprafața de contact apă-aer și **să observe** că, pe măsură ce unghiul de incidență scade, unghiul de refracție crește;

- **să calculeze** valoarea unghiului de incidență pentru cazul în care unghiul de refracție este de 90°;

Activitatea 2 (SINELG – 10 min.)

- **să definească** unghi limită, reflexie totală;

- **să enumere** câteva aplicații ale reflexiei totale;

Activitatea 3 (Investigație în grup – 20 min.)

- **să construiască** imaginea unui obiect aflat pe fundul unui bazin, pe baza legilor refracției așa cum o percepe un observator de la marginea bazinului, din aer, utilizând două raze de lumină;

- **să constate** că fundul bazinului pare mai sus decât este în realitate, că apa pare mai puțin adâncă;

- utilizând o schiță a planului acvariului în care se află un peștișor, considerat sursă punctiformă, **să construiască** imaginea peștișorului (sursei) în cazul în care sursa este plasată în apropierea unei muchii a acvariului iar ochiul observatorului este plasat în exteriorul acvariului pe linia care unește sursa de muchia acvariului; **să constate** că se obțin de fapt două imagini ale peștișorului văzute din același loc;

- **să construiască** imaginea peștișorului în condițiile în care ochiul observatorului își păstrează poziția dar peștișorul se află din ce în ce mai aproape de peretele acvariului; **să constate** că la un moment dat raza refractată nu mai iese din apă, deci peștișorul nu mai poate fi observat;

- **să realizeze experimental** situații în care un obiect aflat în interiorul prisme cu apă se vede dublu sau nu se vede deloc.

Activitatea 4 (Gândiți, lucrați în perechi, comunicați – 5 min.)

- **să răspundă** la întrebarea unității de învățare (*De ce în acvariul cu un peștișor se văd uneori doi, iar altele nici unul?*) utilizând un limbaj științific adecvat.

Pe parcursul lecției și la finalul acesteia, elevii sunt implicați în realizarea unor momente de *feedback metacognitiv*, necesare anticipării sarcinilor (competențe de însușit, procese cognitive / raționamente dezvoltate) și proiectării lecțiilor următoare:

- **evaluarea** lecției curente, a nevoilor de învățare ale elevilor (**Eseul de 5 min.**, **Fișe de autoevaluare** individuală și de grup și altele – **7 min.**);

- **dezbaterea** (cu profesorul / cu membrii grupului) a portofoliului individual, a temei pentru acasă (extinderea activității în afara orelor de clasă – Fibre optice și aplicații ale acestora), a protocolului evaluării finale (**Interviul în grup** – **3 min.**).

Lecția 5. Includerea altor cazuri particulare, extinderea sferei noilor cunoștințe.

Impactul și valorificarea noilor cunoștințe.

„Prisma optică”

În lecția a 5-a, elevii sunt confrunțați cu modele de cunoaștere (relații conceptuale, scheme procedurale) mai flexibile, mai eficiente, prin testarea, extinderea și consolidarea explicațiilor anterioare în situații noi. Procesul cognitiv implicat în etapa de transfer *este analogia cu anticiparea mijloacelor*. Elevii fac încercări de aplicare a cunoștințelor în situații inedite (*conflicte cognitive*), observând și analizând reușitele parțiale ca *reprezentări succesive* ale corpului vizat, adică *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*.

Astfel, organizați pe grupe, elevii vor fi stimulați să rezolve probleme și să comunice rezultatele în maniere diverse:

Activitatea 1 (Investigație în grup – 30 min.)

- **să alcătuiască** din nou montajul optic folosind cuva prismatică din sticlă cu apă în ea; **să traseze** conturul prisme pe o foaie A4; **să traseze** pe foaie un segment de dreaptă; **să traseze** pe foaie imaginea segmentului văzut prin prismă; **să înlăture** prisma și să traseze mersul razelor prin prismă;

- **să identifice** și **să noteze** normalele în punctele de incidență, razele incidentă, refractată, emergentă, unghiurile de incidență, unghiurile de refracție, unghiul prisme, unghiul de deviație;

- **să aplice** formulele de la legile refracției și cunoștințe elementare de geometrie plană și **să deducă** setul celor patru formule ale prisme;

- **să exprime** indicele de refracție în funcție de unghiul prisme și de unghiul de deviație minimă și **să explice** utilitatea acestei relații în determinarea indicilor de refracție ai diferitelor lichide transparente;

Activitatea 2 (Gândiți, lucrați în perechi, comunicați – 10 min.)

- **să explice** formarea imaginilor în cazul „mirajului” (aer cald jos și rece sus) și în cazul fenomenului denumit „fata morgana”(aer rece jos și cald sus) pe baza explicațiilor profesorului că indicele de refracție al unor substanțe (de exemplu aerul) variază sensibil cu temperatura;

- **să explice** mersul razelor de lumină în periscopul didactic cu prisme cu reflexie totală.

Pe parcursul lecției și la finalul acesteia, elevii sunt implicați în realizarea unor momente de *feedback metacognitiv*, necesare anticipării sarcinilor (competențe de însușit, procese cognitive / raționamente dezvoltate) și proiectării lecțiilor următoare:

- **evaluarea** nevoilor de învățare ale elevilor (Știu, vreau să știu, am învățat, Eseul de 5 min., Fișe de autoevaluare individuală și de grup și altele – 7 min.);

- **dezbaterea** portofoliului individual (Interviul în grup – 3 min.) pentru *evaluarea finală* din lecția următoare, vizând competențele specifice repartizate unității (metode: Test, Turul galeriei, Cubul, Unul stă, trei circulă și altele – 1 oră).

Bibliografie

1. Judy Breckenridge și alții: 365 de super experimente științifice, Editura Aquila'93, 2007 – pag. 52-55
2. http://www.youtube.com/watch?v=SvBzAkO_A5A
3. <http://www.youtube.com/watch?v=2kBOqfS0nmE>

Anexa 1

Relația dintre competențele modelului și competențele specifice prevăzute de programa școlară pentru cl. a IX-a 3458/09.03.2004, repartizate pe secvențele unității de învățare

Competențe vizate de modelul de învățare	Competențele specifice ale programelor școlare
Secvența I. Evocare–Anticipare 1. Confruntarea cu întrebarea de experimentat „De ce în acvariul cu un peștișor se văd uneori doi, iar alteori nici unul?”	• Identificarea unor noțiuni și caracterizarea unor mărimi fizice utile în studiul opticii geometrice. • Evidențierea experimentală a refracției luminii și a legilor acesteia.
Secvența II. Explorare–	• Identificarea unor noțiuni și caracterizarea unor mărimi fizice utile în

Experimentare 2. Explorarea soluțiilor posibile, colectarea/însușirea informațiilor necesare: „Ce factori influențează amplitudinea deviației razei de lumină care se refractă?”	studiul opticii geometrice. • Descrierea și explicarea într-un limbaj specific a fenomenului de refracție a luminii. • Evidențierea experimentală a refracției luminii și a legilor acesteia.
Secvența III. Reflecție–Explicare 3. Sinteza datelor colectate și propunerea unei explicații: Legile refracției	• Identificarea unor noțiuni și caracterizarea unor mărimi fizice utile în studiul opticii geometrice. • Descrierea și explicarea într-un limbaj specific a fenomenului de refracție a luminii.
Secvența IV. Aplicare - Transfer 4. Includerea altor cazuri particulare, extinderea sferei noilor cunoștințe. 5. Impactul și valorificarea noilor cunoștințe. Reflexia totală. Prisma optică.	• Identificarea unor noțiuni și caracterizarea unor mărimi fizice utile în studiul opticii geometrice. • Evidențierea experimentală a refracției luminii și a legilor acesteia. • Descrierea și explicarea într-un limbaj specific a propagării luminii prin prisma optică*. • Identificarea condițiilor de producere a reflexiei totale*.

Anexa 2

Teme suplimentare pentru elevi curajoși:

- Drumul optic;
- Demonstrarea legii refracției utilizând un fascicul paralel și conceptul de drum optic.