

SISTEMATIZAREA EXPERIMENTULUI DEMONSTRATIV LA PREDAREA REFLEXIEI ȘI REFRACTIEI LUMINII

Mihail POPA, conf. univ. dr.,
Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, R. Moldova

Abstract: *The article presents the classical and alternative demonstration experiment to be used of teachers in teaching of themes from chapter „Geometric Optics.*

Termeni-cheie: *experiment, disc optic, oglindă plană, reflexie, refracție, unghi limită.*

1.Introducere

În cadrul lecțiilor de fizică se pot folosi metode variate, cum ar fi problematizarea și descoperirea, metode clasice cu valențe participative (experimentul, observația și conversația euristică); metode stimulative, competitive (jocul didactic, concursul). Experimentul este calea fundamentală de predare a fizicii, fiind considerat un „pilon” de susținere al metodelor active.

Experimentul demonstrativ este realizat de profesor, în fața clasei, în următoarea succesiune de etape: asigurarea unei pregătiri teoretice: sunt actualizate sau prezentate cunoștințele teoretice care vor fi utilizate pe parcursul desfășurării activității experimentale sau la prelucrarea datelor și stabilirea concluziilor; cunoașterea aparaturii de către elevi: sunt descrise trusele, aparatele, instalațiile experimentale; executarea lucrării experimentale de către profesor, cu explicarea demersurilor efectuate și asigurarea unei atitudini active din partea elevilor; elaborarea concluziilor, prin antrenarea elevilor [1].

Experimentul are un caracter accentuat aplicativ cu pondere deosebită în formarea deprinderilor practice ale elevilor având la bază intuiția. Orice experiment trebuie să implice procesele gândirii concretizate în interpretarea fenomenelor observate, deducerea concluziilor, analiza și compararea datelor experimentale obținute, generalizarea unor cazuri particulare, transferul în alte contexte teoretice, sesizarea interrelațiilor dintre domeniile teoretice și cele aplicative. Experimentul implică activități de provocare, reconstituire și modificare a unor fenomene și procese, în scopul studierii lor [1].

6. ГРИНЧЕНКО, Н. А. *К изучению законов отражения и преломление света* В: Физика в школе, 1967, Nr. 2, с. 58.
7. МУЮМОВ, Б. А. *Для нахождения показателя преломление стекла* В: Физика в школе, 1988, Nr. 1, с. 72.
8. *Преломление света.mpg* [online], [accesat 15 martie 2017]. Disponibil: <https://www.youtube.com/watch?v=KAcFT64oc2s>
9. *Закон преломления света* [online], [accesat 6 septembrie 2017]. Disponibil: <https://www.youtube.com/watch?v=vfycD1rA2ek>
10. *Полное внутреннее отражение.mpg* [online], [accesat 20 noiembrie 2017]. Disponibil: <https://www.youtube.com/watch?v=sEVniNvMQ5c>
11. *Полное внутреннее отражение* [online], [accesat 2 decembrie 2017]. Disponibil: https://www.youtube.com/watch?v=va9-CVIY_Bk

Scopul acestui articol este de prezenta experimentul demonstrativ clasic și de alternativă, care trebuie utilizat de profesori la predarea unor teme din capitolul *Optica geometrică*. Reușita orelor de fizică este nemijlocit legată de demonstrarea reușită a experimentelor descrise mai jos.

Experimentul demonstrativ la predarea temei „*Reflexia luminii. Oglinda plană*”

La introducerea în tema respectivă se menționează că la granița de separare a două medii au loc fenomenele de reflexie și refracție a luminii. La separarea fasciculului de lumină se respectă legea conservării energiei. Fenomenul de reflexie se poate demonstra cu ajutorul discului optic (Fig. 1).



Fig. 1. Demonstrarea reflexiei

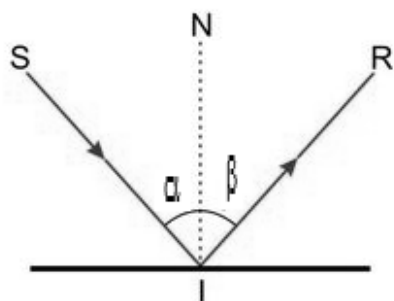


Fig. 2. Reflexia luminii

Pe acesta se fixează o oglindă plană care se iluminează cu lumină albă sub un anumit unghi de incidență. Astfel, experimentatorul demonstrează reflexia luminii și legile reflexiei după care urmează formularea acestora.

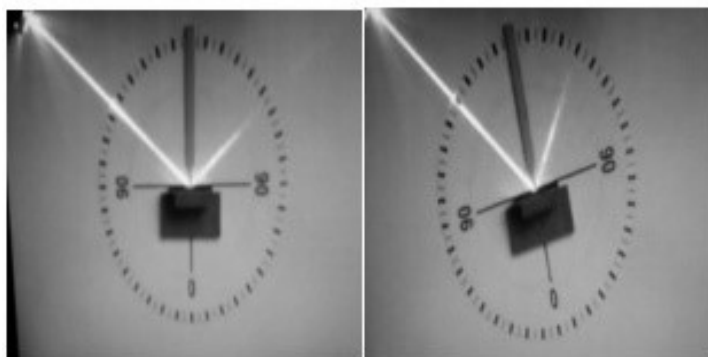
Reflexia luminii este fenomenul de schimbare a direcției de propagare a luminii la suprafața de separare a două medii, lumina întorcându-se în mediul din care a venit.

Dacă lumina atinge suprafața de separare sub un unghi, atunci aceasta este reflectată sub același unghi, asemănător cu felul în care o minge sare când atinge Pământul. Lumina care este reflectată de pe o suprafață plană, cum ar fi suprafața dintre aer și un lac, va forma o imagine în oglindă.

Următoarea etapă în predarea temei constă în explicarea noțiunilor: raza incidentă SI , raza reflectată IR , perpendiculara (normala) în punctul de incidență NI , unghiul de incidență $SIN = \alpha$ și unghiul de reflexie $NIR = \gamma$ (Fig. 2).

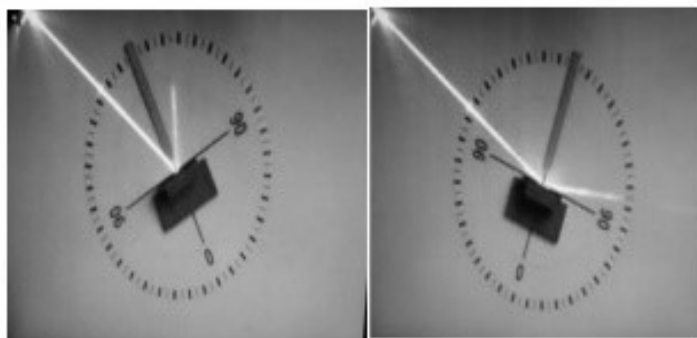
Legile reflexiei luminii:

1. Raza incidentă SI , raza reflectată IR și perpendiculara coborâtă în punctul de



a

b



c

d

Fig. 3. Demonstrarea reflexiei luminii pe masa orizontală [5, 6]

incidență la suprafața reflectoare NI se află în același plan.

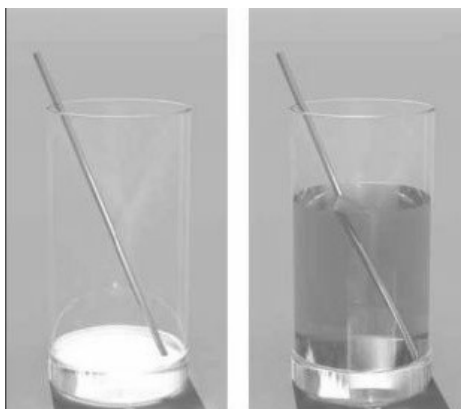
2. Unghiul de incidență α este egal cu unghiul de refracție β : $\alpha = \beta$. Dacă discul optic lipsește în laboratorul de fizică, sau este defectat, putem folosi pentru demonstrare o masă orizontală (sau verticală) pe care putem fixa o sursă de lumină, un cadran gradat în grade și o oglindă plană plasată în centrul cadranului gradat. Dacă utilizăm tabla verticală este necesar ca

toate elementele să aibă lipite la suprafață magneti, pentru a putea fi prinse de tablă.

Îndreptăm raza de lumină pe oglinda plană și observăm că unghiul de incidență este egal cu 55° și este egal cu unghiul de reflexie (Fig. 3a). Dacă rotim oglinda plană și modificăm unghiul de incidență se modifică și unghiul de reflexie. Pentru $\alpha = 40^\circ$, $\beta = 40^\circ$ (Fig. 3b), iar pentru $\alpha = 25^\circ$, $\beta = 25^\circ$ (Fig. 3c). Dacă mărim unghiul de incidență până la $\alpha = 75^\circ$, unghiul de reflexie devine $\beta = 75^\circ$ (Fig. 3d).

II. Experimentul demonstrativ la predării temei „Refracția luminii”

Inițial, elevilor li se propune să fie atenți la următorul experiment, care poate fi repetat și în condiții casnice. Se iau două pahare Berzelius, unul din ele fiind gol (Fig. 4.a), iar în celălalt se toarnă apă care apoi se colorează cu o picătură de cerneală. Se pune pe rând bastonașul de ebonită inițial în paharul gol, apoi în paharul cu apă colorată (Fig. 4.b). Elevii observă că porțiunea



bastonașului de ebonită din apă apare mai frântă decât cea din aer. Se trage concluzia că în apă se manifestă fenomenul de reflexie a luminii, după care elevilor li se propune să formuleze definiția acestuia.

Refracția luminii este fenomenul de schimbare a direcției de propagare a luminii, atunci când aceasta traversează suprafața de separație a două medii transparente diferite.

Pentru studierea legilor refracției luminii se folosește discul optic, analizat anterior, pe care se fixează un semicilindru din sticlă, de înălțimea mică, care se găsește în trusa de instrumente optice din laboratorul de fizică.

O rază de lumină foarte îngustă de la sursa discului optic (sau de la aparatul de proiecție universal cu lampa de 300 W) se îndreaptă inițial perpendicular la suprafața plană a semicilindrului. Se observă că raza trece prin cilindru fără să-și modifice direcția de propagare.

Apoi se rotește sursa și raza de lumină se îndreaptă sub un unghi față de perpendiculară. În semicilindru se vede raza de lumină reflectată, iar pe discul alb – continuarea razei reflectate (Fig. 5a).

Odată cu modificarea unghiului de incidență se poate observa cum se modifică luminozitatea razelor incidentă și reflectată, adică cea a primei raze se micșorează, iar

cele de a doua rază crește. Se demonstrează că unghiul de incidență tot timpul este mai mare decât unghiul de reflexie, iar dacă un unghi se mărește (sau se micșorează), cel de-al doilea tot se mărește (sau se micșorează) (Fig. 5b).

Următoarea etapă în predarea temei constă în explicarea noțiunilor: raza incidentă SI , rază refractată IR , perpendiculara (normala) în punctul de incidență NI , unghi de incidență $SIN = \alpha$, unghi de reflexie $N'IR = \gamma$ (Fig. 6).

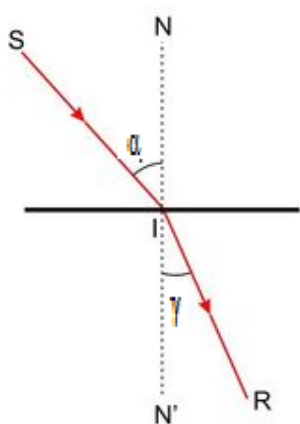
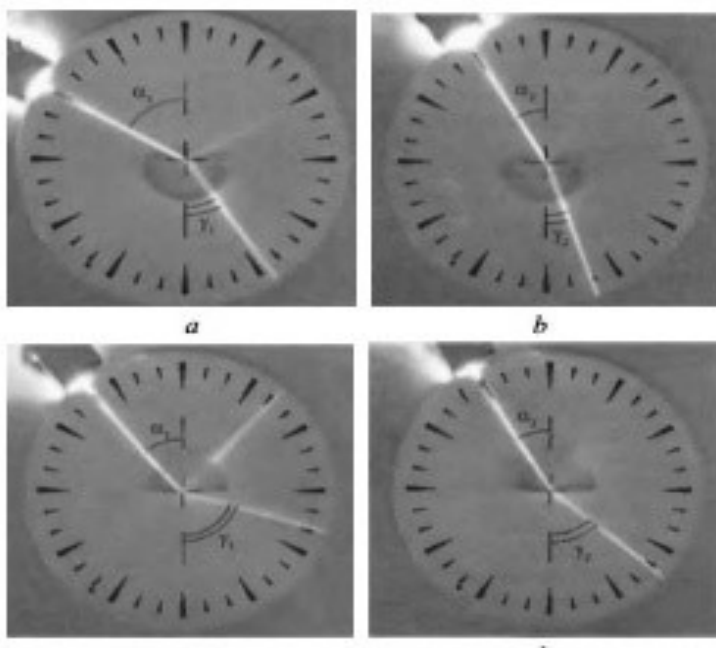


Fig. 6. Refracția luminii

Se accentuează că această constantă se numește **indice relativ de refracție al mediului doi față de primul mediu**, care la rândul său este egală cu

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}, \quad (2)$$



Legile reflexiei luminii:

1. Raza incidentă SI , raza refractată IR și perpendiculara coborâtă în punctul de incidență la suprafața reflectoare NI se află în același plan.
2. Raportul dintre sinusul unghiului de incidență și sinusul unghiului de refracție este o constantă specifică ambelor medii.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_{21}. \quad (1)$$

unde n_1 și n_2 sunt indicii absoluți de refracție ai celor două medii. Ecuația precedentă (2) se numește **legea lui Snell**.

Indicele de refracție (absolut) al unui mediu este o mărime fizică adimensională egală cu raportul dintre viteza luminii în vid (c) și viteza luminii în mediul respectiv (v)

$$n = \frac{c}{v}. \quad (3)$$

Este necesar de făcut următoarele **observații**:

1. Dacă $n_2 > n_1$ atunci $\gamma < \alpha$, raza refractată se apropie de normală.
2. Dacă $n_2 < n_1$ atunci $\gamma > \alpha$, raza refractată se îndepărtează de normală.

Pentru a demonstra ultima observație rotim cilindrul cu 180° și îl instalăm ca în Fig. 5c. Astfel, demonstrăm că unghiul de incidență tot timpul este mai mare decât unghiul de reflexie, iar dacă un unghi se micșorează (sau mărește), cel de-al doilea tot se micșorează (sau se mărește) (Fig. 5d).

În cazul în care discul optic este defectat sau lipsește în laboratorul de fizică, putem folosi pentru demonstrare o masă orizontală (sau verticală) pe care putem fixa o sursă de lumină, un cadran gradat în grade și un semicilindru din sticlă, de înălțimea mică, care se plasează astfel încât raza de lumină intră în cilindru în centrul cadranelui gradat. Dacă utilizăm tabla verticală este necesar ca toate elementele să aibă lipite la suprafață magneți pentru a se prinde de tablă. Îndreptăm raza de lumină pe semicilindru și observăm că unghiul de incidență este egal cu 45° , iar cel de refracție este egal cu 30° (Fig. 7).

Sinusul unghiului de incidență este egal cu $\frac{\sqrt{2}}{2}$, iar sinusul unghiului de reflexie este egal cu $\frac{1}{2}$, de unde rezultă că indicele de refracție este egal cu $\sqrt{2}$.



Fig. 7. Demonstrarea refracției luminii pe masa orizontală [9]

3. Experimentul demonstrativ la predării temei „Reflexia totală a luminii”

În centrul planului discului optic punem un semicilindru din sticlă optică.

Îndreptăm o rază de lumină perpendiculară la suprafața de separație a două medii: sticlă – aer.

Observăm că raza de lumină nu-și modifică direcția.

Rotim sursa și îndreptăm raza de lumină sub un unghi față de normală și observăm că unghiul de incidență prin



a



b



c



d

Fig. 8. Demonstrarea reflexiei totale a luminii cu discul optic [2, 3, 10]

sticlă este mai mic decât unghiul de refracție prin aer (Fig. 8.a). Mărim unghiul de incidență și observăm că unghiul de refracție crește proporțional. (Fig. 8.b). Pentru un anumit unghi de incidență, numit *unghi limită*, unghiul de refracție devine egal cu 90° (Fig. 8.c). Pentru unghiuri și mai mari raza de lumină se întoarce complet în sticlă, iar fenomenul se numește *reflexie totală* (Fig. 8.d).

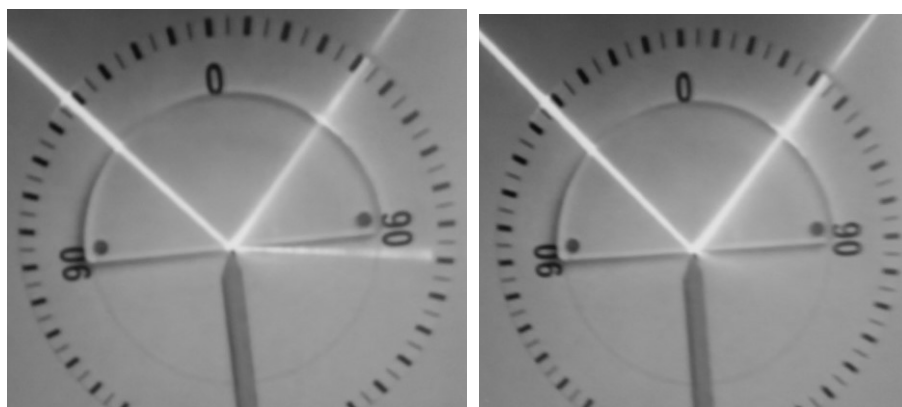
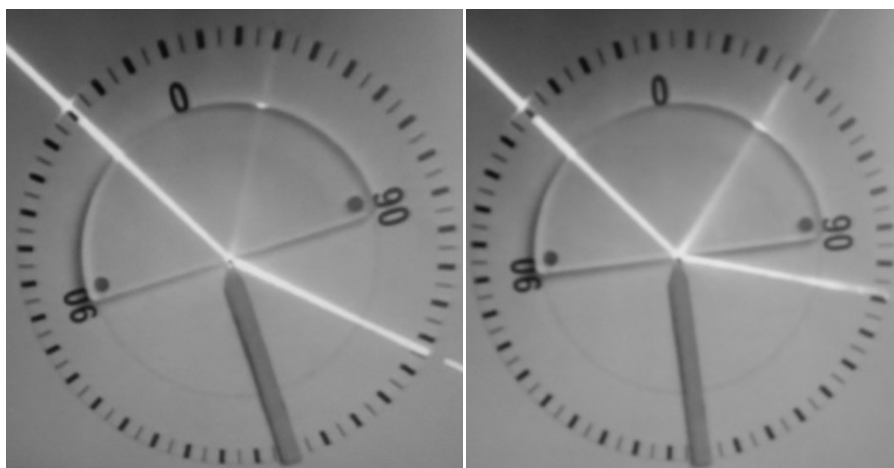
Trebuie de atras atenția elevilor că fenomenul respectiv are loc la trecerea luminii dintr-un mediu mai dens în altul mai puțin dens. Urmează deducerea legii reflexiei totale a luminii:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{\sin \alpha_{lim}}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1}, \quad (4)$$

de unde obținem

$$\sin \alpha_{lim} = \frac{n_2}{n_1}. \quad (5)$$

Relația (5) reprezintă **legii reflexiei totale a luminii**. Dacă lumina trece din apă ($n_1 = 1,33$) în aer ($n_2 = 1$) obținem $\alpha_{lim} \approx 49^\circ$, iar dacă lumina trece din sticlă ($n_1 = 1,5$) în aer ($n_2 = 1$) obținem $\alpha_{lim} \approx 42^\circ$



Dacă discul optic este defectat sau lipsește în laboratorul de fizică, putem folosi, în mod analog, sursă de lumină, un cadran gradat în grade și semicilindrul din sticlă organică, folosit și în experimentele precedente. Comparativ, aici cilindrul este așezat astfel încât lumina să cadă pe suprafața curbă a semicilindrului. Lumina cade perpendicular pe această suprafață, iar la trecerea luminii dintr-un mediu mai dens în altul mai puțin dens, raza de lumină se refractă sub un unghi mai mare decât cel de

incidență (Fig. 9.a). Creștem unghiul de incidență și observăm că crește mai mult unghiul de refracție (Fig. 9.b). Dacă mărim și mai mult unghiul de incidență raza refractată se apropie de suprafața de separație a două medii, iar luminozitatea razei reflectate crește, iar cea a razei refractate se micșorează. Aceasta înseamnă că procentul de lumină care se reflectă este mult mai mare procentul de lumină care se refractă (Fig. 9.c). Pentru un anumit unghi de incidență, numit *unghi limită*, unghiul de refracție devine egal cu 90° . Pentru unghiuri și mai mari raza de lumină se întoarce complet în sticlă, iar fenomenul se numește *reflexie totală* (Fig. 9.d).

Concluzii

În lucrare a fost descris experimentul demonstrativ clasic și de alternativă care poate fi utilizat de profesori de fizică la predarea unor teme din capitolul *Optica geometrică*. Efectuarea acestor experimente favorizează formarea la elevi a abilităților intelectuale, practice și creative. Profesorul trebuie să elaboreze metodica de efectuare a experimentelor, astfel încât să lase elevilor posibilitatea de manifestare a inițiativei și independenței în efectuarea lor.

Referințe bibliografice

1. CERGHIT, I. *Metode de învățământ*, ediția a III-a, Editura Didactică și Pedagogică R.A., București 1997, 306 p.
2. БУРОВ, Б. С. и др. *Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы*, том II, *Электричество. Оптика. Физика атома*, под ред. А. А. Покровского, Москва «Просвещение», 1972, 448 с.
3. ШАХМАЕВ, Н. М. ПАВЛОВ, Н. И. ТЫЩУК, В. И. *Физический эксперимент в средней школе: Колебания и волны. Квантовая физика* Москва: Просвещение, 1991, 223 с.
4. *Отражение света.mpg* [online], [accesat 26 noiembrie 2017]. Disponibil: <https://www.youtube.com/watch?v=MGFIXfF-dqU&t=75s>
5. *Закон отражения света* [online], [accesat 6 februarie 2017]. Disponibil: <https://www.youtube.com/watch?v=8WEtExJjTh0>