

# Olimpiada Națională de Fizică

## Vaslui 2015

### Proba practică

# VIII

**Scopul lucrării:** studiul reflexiei și refracției luminii, determinarea indicelui de refracție.

**Materiale puse la dispoziție:**

- banc experimental cu ecrane;
- sursă de lumină;
- pahar Berzelius;
- riglă gradată;
- hârtie milimetrică;
- recipient cu lichid transparent;
- etichete pentru blocarea butonului de la laser (atenție: laserul nu trebuie lăsat mult timp în funcțiune din două motive: se poate deteriora și se descarcă bateriile).



**Atenție: Nu privi direct lumina emisă de sursă și n-o îndrepta către altcineva!**

1. Se recomandă rezolvarea sarcinilor de lucru în ordinea prezentării lor.
2. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
3. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
4. Punctajul maxim la proba experimentală este de 20 de puncte din care 2 puncte se acordă din oficiu.

**Sarcini de lucru:****A. Reflexia luminii**

Se așează laser-ul pe ghidajul bancului experimental astfel încât să lumineze perpendicular ecranul din față (ecranul 2).

Se așează paharul Berzelius, gol, în fața laser-ului, astfel încât pe ecranul din spatele laser-ului (ecranul 1) să se obțină două spoturi luminoase.

1. Neglijând grosimea peretelui paharului, demonstrați teoretic (matematic) faptul că unghiul dintre raza incidentă și raza reflectată pe fața exterioară a paharului Berzelius și unghiul dintre raza incidentă și raza reflectată pe fața interioară a paharului Berzelius sunt egale.
2. Verificați experimental dacă unghiul dintre raza incidentă și raza reflectată pe fața exterioară și cea interioară a paharului Berzelius sunt egale. Repetați măsurările de cel puțin cinci ori (pentru valori diferite).  
Indicație: poziția oricărui spot este dată de centrul său.
3. Precizați minim trei surse de erori.

**B. Refracția luminii. Determinarea indicelui de refracție**

Utilizând același aranjament experimental ca la sarcina de lucru A turnați lichid în paharul Berzelius.

1. Neglijând grosimea peretelui paharului, determinați teoretic (matematic) faptul că utilizând dispozitivul experimental dat se poate determina indicele de refracție al lichidului.
2. Determinați, cu ajutorul dispozitivului experimental dat, indicele de refracție mediu al lichidului, după efectuarea a cel puțin cinci măsurări diferite.
3. Precizați minim trei surse de erori.

Dacă vă este necesar puteți folosi acest tabel care conține valorile funcțiilor trigonometrice

Unghi	sin	cos	tg
0°	0,0000	1,0000	0,0000
1°	0,0175	0,9998	0,0175
2°	0,0349	0,9994	0,0349
3°	0,0523	0,9986	0,0524
4°	0,0698	0,9976	0,0699
5°	0,0872	0,9962	0,0875
6°	0,1045	0,9945	0,1051
7°	0,1219	0,9925	0,1228
8°	0,1392	0,9903	0,1405
9°	0,1564	0,9877	0,1583
10°	0,1736	0,9848	0,1763
11°	0,1908	0,9816	0,1944

Unghi	sin	cos	tg
45°	0,7071	0,7071	1,0000
46°	0,7193	0,6947	1,036
47°	0,7314	0,6820	1,072
48°	0,7431	0,6691	1,111
49°	0,7547	0,6561	1,150
50°	0,7660	0,6428	1,192
51°	0,7771	0,6293	1,235
52°	0,7880	0,6157	1,280
53°	0,7986	0,6018	1,327
54°	0,8090	0,5878	1,376
55°	0,8192	0,5736	1,428
56°	0,8290	0,5592	1,483

1. Se recomandă rezolvarea sarcinilor de lucru în ordinea prezentării lor.
2. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
3. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
4. Punctajul maxim la proba experimentală este de 20 de puncte din care 2 puncte se acordă din oficiu.



12°	0,2079	0,9781	0,2126
13°	0,2250	0,9744	0,2309
14°	0,2419	0,9703	0,2493
15°	0,2588	0,9659	0,2679
16°	0,2756	0,9613	0,2867
17°	0,2924	0,9563	0,3057
18°	0,3090	0,9511	0,3249
19°	0,3256	0,9455	0,3443
20°	0,3420	0,9397	0,3640
21°	0,3584	0,9336	0,3839
22°	0,3746	0,9272	0,4040
23°	0,3907	0,9205	0,4245
24°	0,4067	0,9135	0,4452
25°	0,4226	0,9063	0,4663
26°	0,4384	0,8988	0,4877
27°	0,4540	0,8910	0,5095
28°	0,4695	0,8829	0,5317
29°	0,4848	0,8746	0,5543
30°	0,5000	0,8660	0,5774
31°	0,5150	0,8572	0,6009
32°	0,5299	0,8480	0,6249
33°	0,5446	0,8387	0,6494
34°	0,5592	0,8290	0,6745
35°	0,5736	0,8192	0,7002
36°	0,5878	0,8090	0,7265
37°	0,6018	0,7986	0,7536
38°	0,6157	0,7880	0,7813
39°	0,6293	0,7771	0,8098
40°	0,6428	0,7660	0,8391
41°	0,6561	0,7547	0,8693
42°	0,6691	0,7431	0,9004
43°	0,6820	0,7314	0,9325
44°	0,6947	0,7193	0,9657
45°	0,7071	0,7071	1,0000

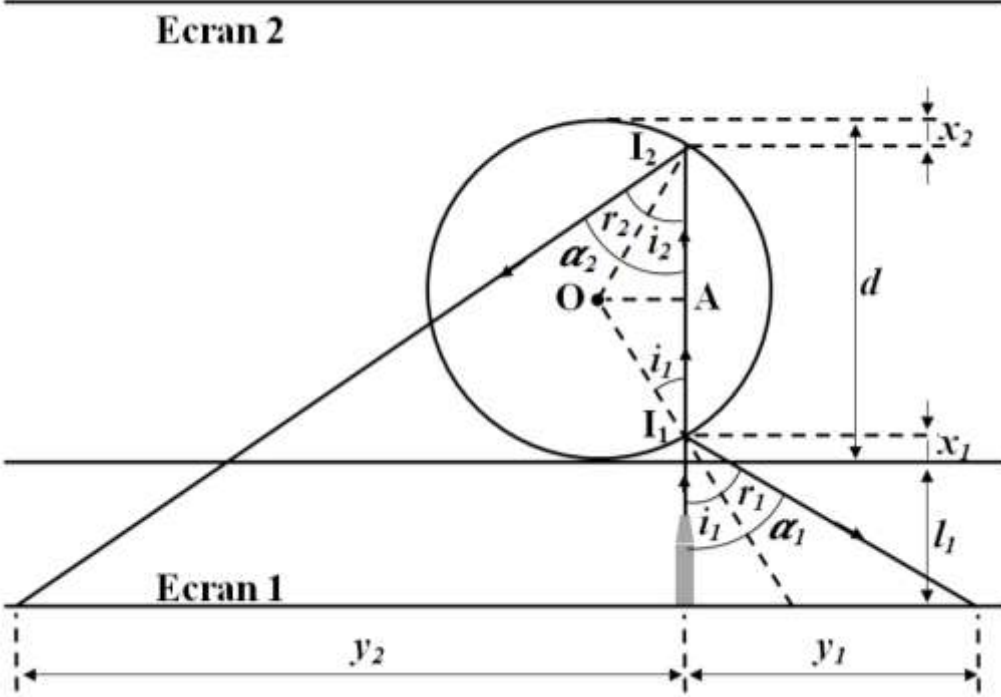
57°	0,8387	0,5446	1,540
58°	0,8480	0,5299	1,600
59°	0,8572	0,5150	1,664
60°	0,8660	0,5000	1,732
61°	0,8746	0,4848	1,804
62°	0,8829	0,4695	1,881
63°	0,8910	0,4540	1,963
64°	0,8988	0,4384	2,050
65°	0,9063	0,4226	2,145
66°	0,9135	0,4067	2,246
67°	0,9205	0,3907	2,356
68°	0,9272	0,3746	2,475
69°	0,9336	0,3584	2,605
70°	0,9397	0,3420	2,747
71°	0,9455	0,3256	2,904
72°	0,9511	0,3090	3,078
73°	0,9563	0,2924	3,271
74°	0,9613	0,2756	3,487
75°	0,9659	0,2588	3,732
76°	0,9703	0,2419	4,011
77°	0,9744	0,2250	4,331
78°	0,9781	0,2079	4,705
79°	0,9816	0,1908	5,145
80°	0,9848	0,1736	5,671
81°	0,9877	0,1564	6,314
82°	0,9903	0,1392	7,115
83°	0,9925	0,1219	8,144
84°	0,9945	0,1045	9,154
85°	0,9962	0,0872	11,43
86°	0,9976	0,0698	14,30
87°	0,9986	0,0523	19,08
88°	0,9994	0,0349	28,64
89°	0,9998	0,0175	57,29
90°	1,0000	0,0000	∞

Subiect propus de:

Prof. Hosofschi Neculai Aurelian - Liceul "Ștefan Procopiu" Vaslui  
Prof. Munteanu Gelu - Liceul "Ștefan Procopiu" Vaslui

1. Se recomandă rezolvarea sarcinilor de lucru în ordinea prezentării lor.
2. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
3. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
4. Punctajul maxim la proba experimentală este de 20 de puncte din care 2 puncte se acordă din oficiu.

**Proba practică**  
**Barem de corectare**

Sarcini de lucru	Punctaj
<b>A. Reflexia</b>	
<p><b>1. 1. Parte teoretică:</b></p> 	1p
<p>Triunghiurile <math>OAI_1</math> și <math>OAI_2</math> sunt egale deoarece:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-au unghiul A de <math>90^\circ</math>;</li> <li>-au ca ipotenuză raza cercului;</li> <li>-au latura OA comună.</li> </ul> <p>În punctul de incidență <math>I_1</math> avem două unghiuri opuse la vârf (deci egale) notate cu <math>i_1</math>. Aceasta demonstrează că unghiurile de incidență <math>i_1</math> și <math>i_2</math> sunt egale.</p>	0,5p
<p>Putem scrie: <math>i_1 = r_1</math> și <math>i_2 = r_2</math> (din legile reflexiei)</p>	0,5
<p>Deoarece:</p> $\alpha_1 = i_1 + r_1 = 2 \cdot i_1$ $\alpha_2 = i_2 + r_2 = 2 \cdot i_2$ <p>și:</p> $i_1 = i_2$ <p>rezultă că:</p> $\alpha_1 = \alpha_2$	1p
<p><b>2. Verificare experimentală:</b></p> <p>Din demonstrația de mai sus știm că <math>\alpha_1 = \alpha_2</math> deci triunghiurile dreptunghice din care fac parte sunt asemenea.</p>	0,5p

1.Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.

2.Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Ar trebui ca raportul dintre cateta opusă și cateta alăturată din triunghiul mare să fie egal cu raportul dintre cateta opusă și cateta alăturată din triunghiul mic: $(y_2)/(l_1+d-x_2)=(y_1)/(l_1+x_1)$	
Se repetă de cinci ori măsurările pentru: $y_2, y_1, l_1, d, x_1$ și $x_2$ (folosind rigla gradată sau hârtia milimetrică).	1p
Se calculează raporturile pentru $(y_2)/(l_1+d-x_2)$ și $(y_1)/(l_1+x_1)$	0,5p
Se compară rezultatele obținute pentru cele două rapoarte.	0,5
Dacă rezultatele sunt apropiate atunci cele două triunghiuri pot fi considerate asemenea și $\alpha_1 = \alpha_2$ . Se acceptă o marjă de eroare de 5%.	0,5
3. Precizarea a cel puțin trei surse de erori.	1p
Oficiu	1p
<b>Total</b>	<b>8p</b>
<b>B. Refracția. Determinarea indicelui de refracție</b>	
<b>2. Parte teoretică:</b>	
	1p
<p><b>Determinarea unghiului de incidență</b></p> <p>Pe fața exterioară a cilindruului se reflectă lumina formând un triunghi dreptunghic. Unghiul format pe fața exterioară a cilindruului este de două ori mai mare decât unghiul de incidență (din legile reflexiei).</p> <p>Se măsoară două dintre laturile triunghiului (la alegere) și se face raportul lor obținându-se una dintre funcțiile trigonometrice: <math>\sin, \cos, tg</math>.</p> <p>Se determină unghiul corespunzător funcției trigonometrice specificate (utilizând calculatorul neprogramabil sau tabelul anexat).</p> <p>Se determină unghiul de incidență știind că reprezintă jumătate din valoarea unghiului determinat.</p>	2p
<p><b>Determinarea unghiului de refracție</b></p> <p>Triunghiurile interioare cercului sunt egale deoarece:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-au ca ipotenuză raza cercului;</li> <li>-au o catetă comună (perpendiculara pe raza refractată).</li> </ul> <p>-sunt dreptunghice, deci:</p> $r_1 = r_2 = r$ .	2p

1.Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.

2.Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

<p>Se determină depărtarea dintre punctul în care raza de lumină pătrunde în cilindru și punctul în care raza de lumină părăsește cilindrului, astfel: se trasează cu creionul, pe o bucată de hârtie așezată sub paharul Berzelius, două semne chiar sub cele două puncte după care se scoate hârtia și se măsoară distanța.</p> <p>Distanța măsurată se împarte la doi pentru a obține lungimea catetei celei mai mari a triunghiurilor.</p> <p>Se face raportul dintre valoarea obținută prin împărțire și raza paharului Berzelius, obținându-se valoarea corespunzătoare pentru <math>\cos(r)</math> (unghiul de refracție).</p> <p>Se determină unghiul <math>r</math> corespunzător acestei valori (utilizând calculatorul neprogramabil sau tabelul anexat).</p>	
<p>Se aplică legea refracției:  <math>\sin(i)/\sin(r)=n_2/n_1</math>  unde <math>n_1</math> reprezintă indicele de refracție al aerului și are valoarea 1.  De aici se calculează <math>n_2= \sin(i)/\sin(r)</math></p>	1p
<p><b>2. Determinare experimentală:</b>  Se repetă de cel puțin cinci ori măsurările necesare pentru determinarea unghiului de incidență și a unghiului de refracție.</p>	2p
Se determină unghiurile (utilizând calculatorul neprogramabil sau tabelul anexat).	1p
Se calculează pentru fiecare set de măsurători indicele de refracție al lichidului.	0,5p
Se calculează indicele de refracție mediu al lichidului. Se acceptă o marjă de eroare de 10%.	0,5p
<b>3. Precizarea a cel puțin trei surse de erori.</b>	1p
<b>Oficiu</b>	1p
<b>Total</b>	<b>12p</b>

- 1.Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- 2.Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.