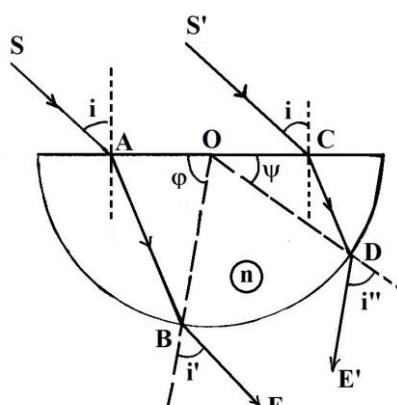
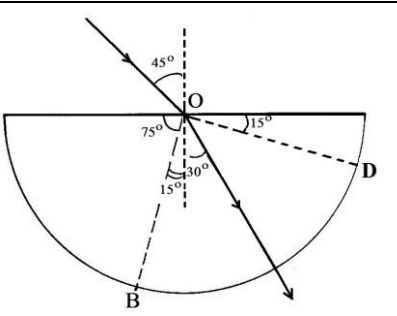
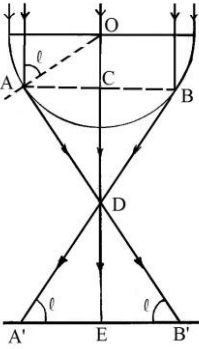




Subiect 1	Parțial	Punctaj
Barem subiect 1		10
a. Fie r unghiul de refracție din A și C. Fie r' unghiul incidenței interioare din B, pe fața curbă. Putem scrie succesiv $\sin r = (1/n) \sin i, \cos r = (1/n) \sqrt{n^2 - \sin^2 i},$ $\sin r' = (1/n) \sin i', r' = 90^\circ - (\varphi - r) \dots 1 \text{ p}$ Eliminăm unghiurile interioare (r și r') din aceste relații obținând în final $n = \left[\sin^2 i + \frac{(\sin i' - \sin \varphi \sin i)^2}{\cos^2 \varphi} \right]^{1/2} (*) \dots 1 \text{ p}$ În al doilea caz, $\sin r'' = (1/n) \sin i''$ și $r'' = 90^\circ - r - \psi. \text{ Se procedează la fel}$ (adică se elimină unghiurile r și r''), găsim relația $n = \left[\sin^2 i + \frac{(\sin i'' + \sin \psi \sin i)^2}{\cos^2 \psi} \right]^{1/2} (**) \dots 1 \text{ p}$	1 1 1	3
b. Situația limită corespunde lui $r' = r'' = \ell = \arcsin(1/n), \text{ caz în care}$ $i' = i'' = 90^\circ.$ Când $n = \sqrt{2}$, avem $r' = r'' = \ell = 45^\circ \text{ (atât în B cât și în D).}$ Apoi, din $\sin r = (1/n) \sin i = (1/\sqrt{2})(\sqrt{2}/2) = 1/2,$ rezultă $r = 30^\circ$ (atât în A cât și în C). În tr. AOB avem $\varphi + r' + 90^\circ - r = 180^\circ$, adică $\varphi = 75^\circ$. În tr. COD avem $\psi + 90^\circ + r + r'' = 180^\circ$, adică $\psi = 15^\circ$, (vezi desenul alăturat). <u>Altă metodă:</u> Conform enunțului, considerăm că $n = \sqrt{2}$. Din relația (*), pentru $\sin i' = 1$, (emergența dispare când începe reflexia totală, la $r' = \ell = \arcsin(1/n)$), găsim ecuația $\tan^2 \varphi - 2\sqrt{3} \tan \varphi - 1 = 0$, cu soluția fizică $\varphi = 75^\circ$. La fel, din relația (**), când $\sin i'' = 1$ (adică $r'' = \ell$) găsim ecuația $\tan^2 \psi + 2\sqrt{3} \tan \psi - 1 = 0$, cu soluția fizică $\psi = 15^\circ$. Indiferent de metodă: Pentru determinarea lui φ se acordă1 p Pentru determinarea lui ψ se acordă1 p	  2	2
c. Soluția finală de la punctual b) ne arată că există emergență doar în zona mediană BOD cu deschiderea unghiulară $180^\circ - (\varphi + \psi) = 180^\circ - 90^\circ = 90^\circ$.	1	1

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



Când $i = 45^\circ$ și $n = \sqrt{2}$, din legea refracției în O rezultă $\sin r = 1/2$, adică $r = 30^\circ$. Aceasta ne spune că raza de lumină ce cade în punctual de incidență O se propagă mai departe pe direcția bisectoarei unghiului BOD și iese afară din semicilindru fără să mai sufere o refracție propriu-zisă.		
d. Urmărim pe desenul alăturat traseul ultimelor raze de lumină ce mai ajung la ecran. Unghiul de incidență din A este $\ell = \arcsin(1/n)$, iar cel de refracție (exterior) este de 90°. Se pot stabili ușor relațiile: $AB = 2 \cdot AC = 2R \sin \ell = 2R/n,$ $OC = R \cos \ell = (R/n) \sqrt{n^2 - 1},$ $CD = AC \cdot \tan \ell = (R/n) \tan \ell = \dots = R/[n \sqrt{n^2 - 1}].$ Acum $DE = 2R - (OC + CD) = \dots = 2R - nR/\sqrt{n^2 - 1}$ și, pe bază de asemănare de triunghiuri găsim $A'B' = AB(DE/CD) = \dots = 2R(2\sqrt{n^2 - 1} - n).$ Numeric $A'B' \approx 1,17R$. Pentru precizarea fasciculului incident activ (pe desen corect).....1 p Pentru relațiile geometrice corecte.....1 p Rezultatul final pentru distanța $A'B'$1 p	 3	3
Oficiu		1
Subiect 2	Parțial	Punctaj
Barem subiect 2		10
A. Prima imagine se obține direct prin dioptrul plan la adâncimea $h_1 = h/n = R/2$. 0,5 p A doua imagine se obține prin reflexie pe oglinda sferică urmată de refracție în dioptrul plan. Prin reflexie în oglinda sferică $[1/x_2 + 1/(-\frac{R}{3}) = 2/(-R)]$ se obține o imagine intermediară la distanța $x_2 = R$ de vârful dioptrului 1 p Imaginea intermediară este la distanța $2R$ de dioptrul plan, 0,5 p deci imaginea finală se obține la $h_2 = 2R/n = 3R/2$ de suprafața plană a apei 0,5 p Distanța dintre cele două imagini este $\Delta h = h_2 - h_1 = R$ 0,5 p	0,5 1 0,5 0,5 0,5	3
B. În figura următoare este reprezentată formarea imaginii unei secțiuni din cub. Imaginea feței plane apropiate de lentilă se obține la $x_2 = 5f$ de aceasta în „spațiul imagine”. Pentru acest caz mărirea transversală este $\beta = -4$, deci latura imaginii va fi egală cu f și aria suprafeței $S = f^2$. 1 p	1	3

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.



Imaginea feței plane îndepărtate se obține la $x'_2 = 3f$ unde $\beta' = -2$, latura imaginii $\frac{f}{2}$ și aria $S' = \frac{f^2}{4}$ 1 p Imaginea cubului este un trunchi de piramidă al cărui volum îl putem calcula ca diferența dintre volumele a două piramide: $V = \frac{SH}{3} - \frac{S'h'}{3} = \frac{f^2 \cdot 4f}{3} - \frac{\frac{f^2}{4} \cdot 2f}{3} = \frac{7f^3}{6}$ 1 p	1 1	
C. Fasciculul laser ajuns la suprafața mată în punctul P este reflectat în mod difuz (în toate direcțiile). Razele de lumină (PA și PA') revenite pe fața lucioasă (transparentă) sub un unghi de incidență mai mic decât unghiul limită suferă atât fenomene de refracție (ies în aer) cât și fenomene de reflexie (revenind parțial spre fața mată). Desigur, unghiul de reflexie este egal cu cel de incidență. Razele care se refractă și ies în aer, se îndepărtează de normală ($r > i$). Ele duc în exterior o însemnată cantitate de energie luminoasă. De aceea, energia luminoasă care revine prin reflexie pe suprafața mată este destul de mică. Astfel se explică formarea regiunii circulare „mai întunecată”, cu diametrul D. Desigur, când la fața lucioasă $i \geq l$, are loc fenomenul de reflexie totală și energia luminoasă se întoarce în întregime spre fața mată determinând apariția inelului luminos.0,5 p Marginea interioară a inelului se obține chiar pentru unghiul limită: $n \cdot \sin l = 1$0,5 p Conform desenului $\operatorname{tg} l = \frac{D}{4d}$0,5 p Pe de altă parte $\operatorname{tg} l = \frac{\sin l}{\cos l} = \frac{\sin l}{\sqrt{1 - \sin^2 l}} = \frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}}$0,5 p	3 0,5 0,5 0,5 0,5	

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.



IX

Din cele două relații rezultă: $n = \sqrt{1 + \frac{16d^2}{D^2}}$	0,5 p	0,5	
Valoare numerică: $n = 5/3$	 0,5 p	0,5	
Oficiu			1
Subiect 3		Parțial	Punctaj
Barem subiect 3			10
a. Desen $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ $\sin i = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}$ $AC = h \cdot \operatorname{tgi} = h \cdot \frac{a}{b}$ $BC = h \cdot \operatorname{tgr}$ $AB = AC - BC; \quad d = h \cdot \frac{a}{b} - h \cdot \operatorname{tgr}$ $\operatorname{tgr} = \frac{a}{b} - \frac{d}{h} \quad (*)$ $\sin r = \frac{\operatorname{tgr}}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 r}}$ Înălțimea b se măsoară cu rigla. Volumul de lichid turnat în vas (V) și suprafața S a bazei sale permit aflarea înălțimii h, cu formula $h = V / S \dots$ 0,5p În final $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \cdot \sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 r} \dots$ 0,5 p	0,5 p 0,5 p 0,5 p 0,5 p 0,5 p 0,5 p 0,5 p	0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5	4,5
b. - se citește nivelul lichidului din cilindru gradat în starea inițială; - se vizează un reper după o direcție tangentă la marginea superioară a		0,5	3

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.



vasului (în absența lichidului); - fără a schimba poziția ochiului se toarnă lichid în vas până când în raza vizuală apare următorul reper; - se citește nivelul lichidului rămas în cilindrul gradat și, prin diferență, se determină volumul de lichid turnat în vasul cu repere; - cunoscând volumul V de lichid și aria S a bazei vasului (laturile dreptunghiului se măsoară cu rigla) se determină nivelul h al lichidului în vas; - cunoscând poziția lor față de muchia vasului se determină distanța d dintre cele două repere observate prin vizarea făcută; - operațiile de mai sus se repetă de mai multe ori;	0,25 0,5 0,5 0,5 0,5 0,25																												
c. Datele obținute prin măsurători se trec într-un tabel ca cel de mai jos. Ele se prelucrează cu formulele (*) și (**). Din valorile particulare se prezintă rezultatul final (valoarea medie $\bar{n}$ a indicelui de refracție).	0,75	0,75																											
<table><tr><td>$a(cm)$</td><td>$d(cm)$</td><td>$V(cm^3)$</td><td>$h(cm)$</td><td>n</td><td>$\bar{n}$</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="4"></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>	$a(cm)$	$d(cm)$	$V(cm^3)$	$h(cm)$	n	$\bar{n}$																							
$a(cm)$	$d(cm)$	$V(cm^3)$	$h(cm)$	n	$\bar{n}$																								
d. - măsurători incorecte pentru poziția reperelor față de una din muchiile de la baza vasului; - măsurători incorecte ale dimensiunilor bazei vasului; - modificarea poziției ochiului în timp ce se toarnă lichid în vas; - citire incorectă a nivelului lichidului din cilindrul gradat, etc.	0,75	0,75																											
Oficiu		1																											

Subiect propus de:

prof. univ. dr. Uliu Florea, Departamentul de Fizică, Universitatea din Craiova

prof. Solschi Viorel, Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare

prof. Popescu Viorel, Colegiul Național „Ion C. Brătianu”, Pitești

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.