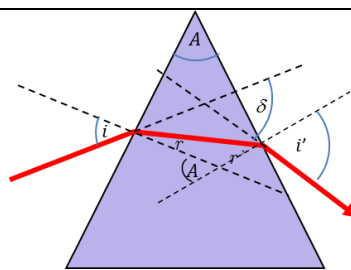
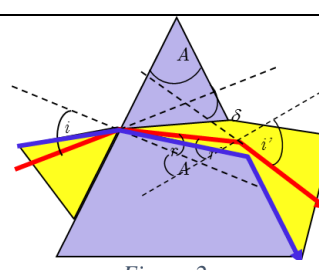
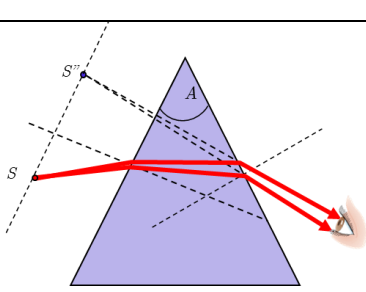


Subiectul 1 – Prisma optică	Parțial	Punctaj
1. Barem subiect 1		10p
a)		
a <sub>1</sub> ) Vezi Figura 1	1p	3p
 <p>Figura 1</p>	1p	
<p>a<sub>2</sub>) <math>\delta = (i - r) + (i' - r'), r + r' = A, \delta = i + i' - A</math></p> <p>a<sub>3</sub>) <math>i' \leq \frac{\pi}{2} \Rightarrow r' &lt; \ell,</math>  <math>r' = A - r &lt; \ell \Rightarrow r &gt; A - \ell,</math>  <math>\sin i = n \sin r \geq n \sin(A - \ell),</math>  <math>\sin i_0 = n \sin(A - \ell),</math>  <math>i \in [i_0, \frac{\pi}{2}].</math> (Vezi Figura 2)</p> <p>Caz particular: <math>\sin \ell = \frac{1}{n} \Rightarrow \ell = 45^\circ,</math>  <math>\sin i_0 = n \sin(75^\circ - 45^\circ), i \in [45^\circ, 90^\circ]</math></p> <p>Observație: Dacă <math>i_0 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin(A - \ell) = \frac{1}{n} = \sin \ell. A &lt; 2\ell</math> reprezintă condiția să existe cel puțin o rază de lumină care traversează prisma!</p>	1p	
 <p>Figura 2</p>	1p	
b)		
b <sub>1</sub> ) Unghiul de deviație este minim la trecerea simetrică a razei de lumină prin prismă, atunci când $i = i'$ și $r = r' = \frac{A}{2}$	1p	3p
<p>b<sub>2</sub>) <math>\sin i = n \sin r</math> și <math>r = \frac{A}{2}, \delta_{\min} + A = 2i \Rightarrow i = A</math></p> <p><math>n = \frac{\sin A}{\sin \frac{A}{2}}, n = 2 \cos \frac{A}{2}</math></p>	1p	
<p>b<sub>3</sub>) <math>\delta \in [\delta_{\min}, \delta_{\max}]</math>  <math>\delta_{\min} = 60^\circ</math>  <math>\delta_{\max} = \frac{\pi}{2} + i_0 - A, \text{ unde } \sin i_0 = \frac{\sqrt{6}-1}{2} \Rightarrow \delta_{\max} \approx 76,45^\circ</math></p>	1p	
c)		
c <sub>1</sub> ) Din $\sin i = n \sin r$ și $n \sin r' = \sin i'$ ținând cont de aproximația unghiurilor mici, rezultă $i \cong nr, i' \cong nr', i + i' \cong n(r + r') = nA, \delta \cong (n - 1)A$ – nu depinde (practic) de unghiul de incidență.	1p	3p
<p>c<sub>2</sub>) Imagine virtuală.</p>  <p>Figura 3</p>	1p	

- 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.

Pagina 2 din 5

c<sub>3</sub>) Deoarece unghiul prisme este foarte mic și  $h \ll d$  toate unghiurile sunt foarte mici.

Pentru un dioptru plan, la incidență aproape normală (vezi figura), se poate scrie

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow n_1 i = n_2 r \Rightarrow \frac{n_1}{h_1} = \frac{n_2}{h_2}$$

Considerând fața prisme dinspre obiect (vezi Figura 4) avem:  $d_2 = nd$ .

Analog, la fața (2) putem scrie

$$d'_2 = \frac{d'_1}{n}.$$

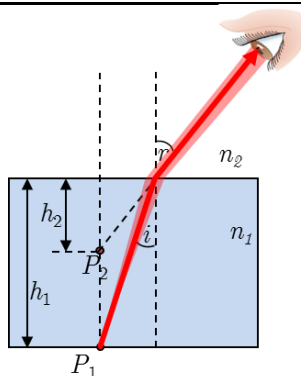


Figura 4

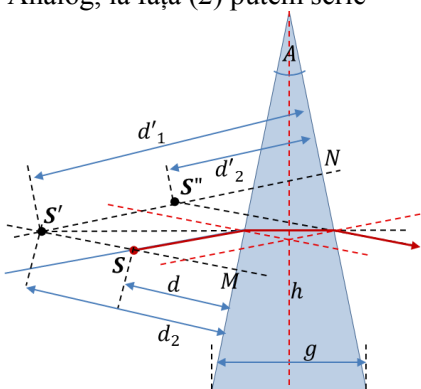


Figura 5

Considerând prisma mică și foarte subțire (grosimea ei  $g \ll d$ )  $\Rightarrow d'_1 \cong d_2$  și, ca urmare,  $d'_2 \cong d$  – sursa și imaginea sa se află practic la aceeași distanță de prima față a prisme. S și S'' se află pe o dreaptă *practic* paralelă cu prima față a prisme.

Distanța dintre S și S'' este  $a \cong \delta d$ . (Figura 5)

1p

Oficiu

1p

**Subiectul 2 - Lentile**

**2. Barem subiect 2**

**Parțial**

**Punctaj**

A.

$$\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$$

0,5p

$$D = x_2 - x_1$$

0,5p

$$x_1^2 + Dx_1 + Df = 0 \Rightarrow (x_1)_{1,2} = \frac{-D \pm \sqrt{D^2 - 4Df}}{2}$$

0,5p

**2,5p**

$$d = |(x_1)_2 - (x_1)_1| = \frac{1}{3} D$$

0,5p

$$\frac{D}{f} = 4,5$$

0,5p

B.

b<sub>1</sub>)

$$\text{Pentru imaginea formată de prima lentilă: } \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f_1} \Rightarrow x_2 = \frac{f_1 x_1}{f_1 + x_1}$$

0,25p

$$\text{Pentru imaginea formată de a doua lentilă: } \frac{1}{x'_2} - \frac{1}{x'_1} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow x'_2 = \frac{f_2 x'_1}{f_2 + x'_1}$$

0,25p

**4p**

$$\text{Notând cu } d \text{ distanța dintre lentile: } d = x_2 + (-x'_1)$$

0,25p

$$\text{Din ecuațiile anterioare obținem: } x'_2 = \frac{(f_1 - d)f_2 x_1 - f_1 f_2 d}{f_1(f_2 - d) + x_1(f_1 + f_2 - d)} \quad (1)$$

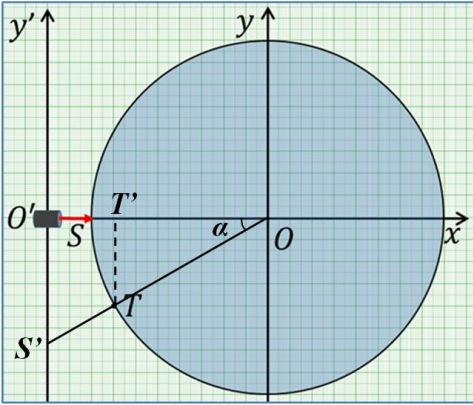
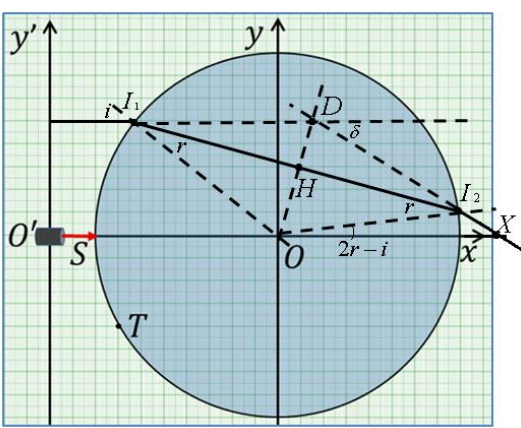
0,25p

- 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.

Pagina 3 din 5

Din textul problemei rezultă că $\Delta x'_2 = k \cdot \Delta x_1$ , pentru orice $\Delta x_1$ . Ca urmare, dependența lui $x'_2$ de $x_1$ trebuie să se exprime printr-o funcție de gradul 1. $x'_2 = a \cdot x_1 + b$ , unde $a$ și $b$ sunt constante	0,5p	
Ca urmare, coeficientul lui $x_1$ de la numitorul relației (1) trebuie să fie nul, adică: $f_1 + f_2 - d = 0 \Rightarrow d = f_1 + f_2$ (2)	0,5p	
Rezultă că sistemul de lentile este afocal, deci $\beta = -\frac{f_2}{f_1}$ , indiferent de $x_1$ .	0,5p	
Din (1) și (2) rezultă: $x'_2 = \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 x_1 + \frac{f_2}{f_1}(f_1 + f_2) \Rightarrow$ (3)	0,5p	
$\Delta x'_2 = \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 \Delta x_1$	0,5p	
Ca urmare $\frac{f_2}{f_1} = \sqrt{k}$ , deci $\beta = -\sqrt{k}$ , adică $\beta = -2$ .	0,5p	
b <sub>2</sub> )		2,5p
Aplicăm <i>principiul reversibilității</i> : imaginea formată de sistemul de lentile la trecerea luminii într-un sens este <i>obiect</i> pentru sistemul de lentile la trecerea luminii în celălalt sens. Deoarece imaginea obiectului se suprapune cu obiectul, înseamnă că imaginea obiectului la trecerea luminii într-un sens prin sistemul de lentile se suprapune cu „obiectul” la trecerea luminii prin sistemul de lentile în sens contrar. Înseamnă că sistemul de lentile formează imaginea obiectului chiar în planul oglinzii, adică $x'_2 = d_2$ . (4)	1,0p	
Evident, $x_1 = -d_1$ . (5)	0,25p	
Înlocuind (4) și (5) în (3) rezultă: $d_2 = -k \cdot d_1 + f_2(1 + \sqrt{k}) \Rightarrow f_2 = \frac{d_2 + k \cdot d_1}{1 + \sqrt{k}}$	0,5p	
$f_2 = 10 \text{ cm}; f_1 = \frac{f_2}{\sqrt{k}} \Rightarrow f_1 = 5 \text{ cm}$	0,5p	
Folosind (2) obținem: $d = 15 \text{ cm}$	0,25p	
Oficiu		1,0p

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.

Subiectul 3 - Disc	Parțial	Punctaj
3. Barem subiect 3		10p
a.		
<p>a<sub>1</sub>) Sursa S este plasată pe dreapta care trece prin punctele T și O</p>  $\sin \alpha = \frac{TT'}{TO} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{2},$ $\text{deci } \alpha = \frac{\pi}{6}$	0,5p	1,5p
<p>a<sub>2</sub>) <math>S'O' = OO' \cdot \tan \alpha</math></p> $S'O' = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ cm} \cong 5,8 \text{ cm} \quad (\text{sau } y' = -\frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ cm} \cong -5,8 \text{ cm})$	0,5p	
<p>a<sub>3</sub>) <math>t = \frac{S'O'}{v} \Rightarrow t = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ s} \cong 5,8 \text{ s}</math></p>	0,5p	
b.		
 <p>b<sub>1</sub>) <math>\Delta I_1 O I_2</math> isoscel</p> $n_0 \cdot \sin i = n_x \cdot \sin r$ $n_x \cdot \sin r = n_0 \cdot \sin \alpha$ <p>În triunghiul <math>\Delta I_1 D I_2</math></p> $\pi - \delta + i - r + i - r = \pi$ $\delta = 2(i - r)$	1,0p	2p

- 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.

b <sub>2</sub> ) $\left. \begin{array}{l} \delta = 2(i - r) \\ i = 2r \end{array} \right\} \Rightarrow \delta = 2r$	0,5p																																							
b <sub>3</sub> ) $\sin i = n \sin \frac{i}{2} \Rightarrow \cos \frac{i}{2} = \frac{n}{2} \Rightarrow i = 60^\circ$	0,5p																																							
c.		5,5p																																						
c <sub>1</sub> ) $\Delta I_1 O I_2$ isoscel $\cos r = \frac{\frac{d}{2}}{R} = \frac{d}{2R}$ $\sin r = \sqrt{1 - \frac{d^2}{4R^2}}$	1,0p																																							
$\sin i = \frac{y'}{R}$	0,5p																																							
$n = \frac{n_0 \sin i}{\sin r}$	0,5p																																							
$n = \frac{2n_0 y'}{\sqrt{4R^2 - d^2}}$	1,0p																																							
c <sub>2</sub> ) <table border="1"><thead><tr><th>Nr. crt.</th><th>y'(cm)</th><th>d(cm)</th><th>n</th><th>n<sub>med</sub></th><th>Δn</th><th>(Δn)<sub>med</sub></th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>4,5</td><td>15,1</td><td>1,70</td><td rowspan="6">1,73</td><td>0,03</td><td rowspan="6">0,01</td></tr><tr><td>2</td><td>5,7</td><td>14,6</td><td>1,74</td><td>0,01</td></tr><tr><td>3</td><td>6,4</td><td>14,2</td><td>1,74</td><td>0,01</td></tr><tr><td>4</td><td>7,0</td><td>13,8</td><td>1,73</td><td>0,00</td></tr><tr><td>5</td><td>7,4</td><td>13,5</td><td>1,72</td><td>0,01</td></tr><tr><td>6</td><td>7,7</td><td>13,3</td><td>1,73</td><td>0,00</td></tr></tbody></table>	Nr. crt.		y'(cm)	d(cm)	n	n <sub>med</sub>	Δn	(Δn) <sub>med</sub>	1	4,5	15,1	1,70	1,73	0,03	0,01	2	5,7	14,6	1,74	0,01	3	6,4	14,2	1,74	0,01	4	7,0	13,8	1,73	0,00	5	7,4	13,5	1,72	0,01	6	7,7	13,3	1,73	0,00
Nr. crt.	y'(cm)	d(cm)	n	n <sub>med</sub>	Δn	(Δn) <sub>med</sub>																																		
1	4,5	15,1	1,70	1,73	0,03	0,01																																		
2	5,7	14,6	1,74		0,01																																			
3	6,4	14,2	1,74		0,01																																			
4	7,0	13,8	1,73		0,00																																			
5	7,4	13,5	1,72		0,01																																			
6	7,7	13,3	1,73		0,00																																			
$n = 1,73 \pm 0,01$	0,5p																																							
Oficiu		1,0p																																						

Soluții propuse de:  
Prof. dr. Constantin Corega, CNER Cluj-Napoca,  
Prof. Liviu Blanariu, Centrul Național de Evaluare și Examinare, București,  
Prof. Florin Moraru, Colegiul Național „N. Bălcescu”, Brăila

- 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.