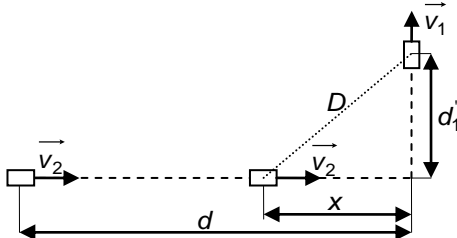
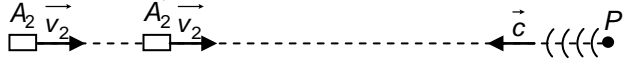


Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei  
Problema I

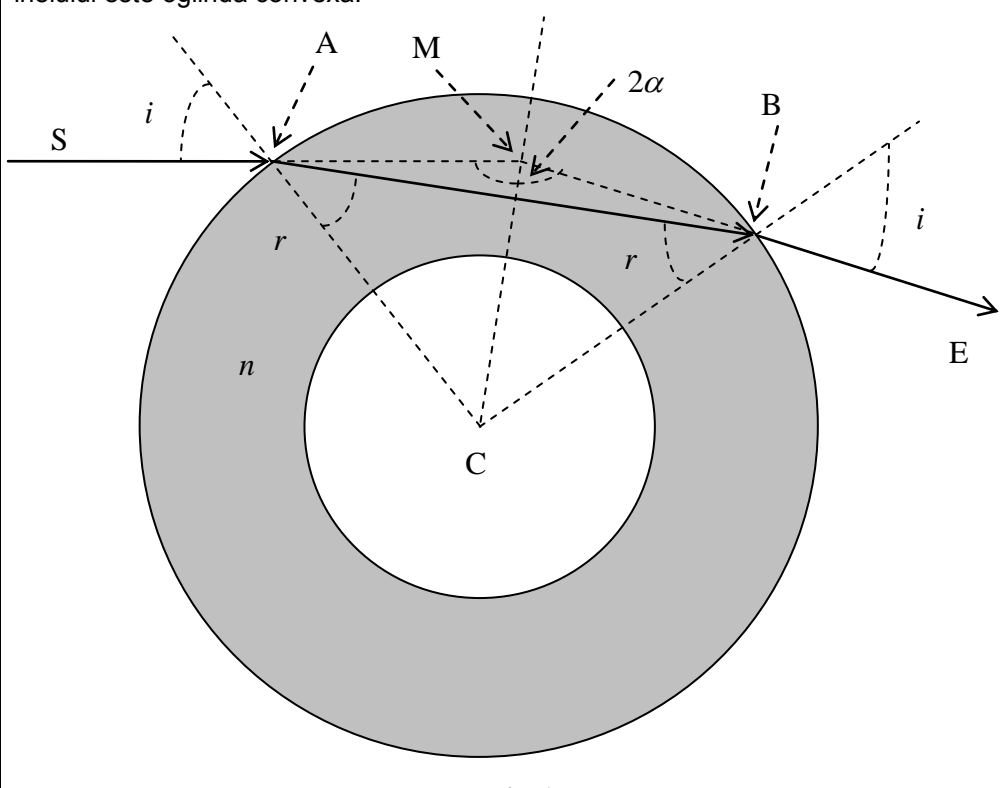
Item	Cinematică	Punctaj
a.	Pentru:	2,00p
	$\begin{cases} d_1 = v_1 t \\ d_2 - d = v_2 t \end{cases}$	1p
	$d = \frac{d_2 v_1 - d_1 v_2}{v_1} = 200\text{m}$	0,50p
	$v_r = v_2 - v_1 = 20\text{m/s}$	0,50p
b.	Pentru:	3,00p
		0,50p
	$\begin{cases} d'_1 = v_1 t' \\ d - x = v_2 t' \end{cases} \Rightarrow x = \frac{d v_1 - d'_1 v_2}{v_1} = 50\text{m}$	0,75p
	$D = \sqrt{(d'_1)^2 + x^2} = 50\sqrt{2}\text{m} \approx 70,7\text{m}$	0,50p
	$\vec{v}_r = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$	0,50p
	$v'_{relativ} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 10\sqrt{10}\text{m/s} \approx 31,6\text{m/s}$	0,75p
c.	Pentru:	4,00p
		0,50p
	<p>Primul semnal sonor al polițistului se produce la momentul <math>t_0</math> și este auzit de șoferul la automobilului 2, în poziția <math>A_2</math>, la momentul de timp <math>t_2 = t_0 + \frac{PA_2}{c}</math> ( timpul necesar sunetului să ajungă de la P la automobilul 2, aflat în poziția <math>A_2</math> )</p> <p>Al doilea semnal sonor al polițistului se produce la momentul <math>t = t_0 + \Delta t</math> și este auzit de șoferul automobilului 2, în poziția <math>A_2'</math> la momentul de timp</p> $t'_2 = t_0 + \Delta t + \frac{PA_2'}{c}$ <p>( timpul necesar sunetului să ajungă de la P la automobilul 2, aflat în poziția <math>A_2'</math> )</p>	1,50p
	<p>Cele două semnale sonore ale polițistului sunt auzite de șoferul autoturismului 2 separate unul de altul de intervalul de timp <math>\Delta t_2 = t'_2 - t_2</math></p> $\Delta t_2 = \left( t_0 + \Delta t + \frac{PA_2'}{c} \right) - \left( t_0 + \frac{PA_2}{c} \right) = \Delta t - \frac{PA_2 - PA_2'}{c} = \Delta t - \frac{A_2 A_2'}{c} = \Delta t - \frac{v_2 \Delta t_2}{c}$	1p
	$\Delta t_2 = \Delta t \frac{c}{c + v_2} = \frac{5}{11}\text{s} \approx 0,45\text{s}$	1p
	<b>Oficiu</b>	<b>1,00p</b>
	<b>TOTAL Problema I</b>	<b>10p</b>

Problema a II-a

Item	Lentile și oglindă		Punctaj
<b>A/a.</b>	Pentru:		<b>1,50p</b>
	O imagine este dată de ansamblul celor două lentile acolate:		
	$\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow x_2 = 15\text{cm}$	0,50p	
	O altă imagine este formată de marginile lentilei cu diametru mai mare:		
	$\frac{1}{x_2'} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow x_2' = 60\text{cm}$	0,50p	
	$d = x_2' - x_2 = 45\text{cm}$	0,50p	
<b>b.</b>	Pentru:		<b>2,00p</b>
	$\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f_1} \Rightarrow x_2 = 60\text{cm}$	0,50p	
	Imaginea S formată de lentilă este obiect virtual pentru oglinda plană. Imaginea S'' și obiectul S' sunt plasate simetric față de oglinda plană la distanța $x_2 - d$		
		1p	
	Pentru ca razele de lumină să părăsească lentila paralel cu axul optic principal trebuie ca ele să treacă prin focarul lentilei în urma reflexiei pe oglinda plană, adică S'' coincide cu F		
	$d = f_1 + (x_2 - d) \Rightarrow d = \frac{f_1 + x_2}{2} = 40\text{cm}$	0,50p	
<b>B</b>	Pentru:		<b>2,50p</b>
	$R_1 = \frac{d^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2}{2d} = 5,2\text{cm}$	0,50p	
	$R_2 = \frac{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2}{2\left(\frac{d}{2}\right)} = 10,1\text{cm}$	0,50p	
	Pentru lentila din crown $C_1 = \left(\frac{n_1}{n_0} - 1\right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) = 4,85\delta$	0,50p	
	Pentru lentila din flint $C_2 = \left(\frac{n_2}{n_0} - 1\right) \left(\frac{1}{R_2}\right) = 6,73\delta$	0,50p	
	Pentru sistem $C = C_1 + C_2 = 11,58\delta$	0,50p	
<b>C</b>	Pentru:		<b>3,00p</b>
	Pe baza asemănării triunghiurilor ADA' și AFC putem scrie $f/ DA'  = a/(a +  FD )$ $ FD  = f/\cos\alpha$ $ DA'  = (f/a)(a + f/\cos\alpha)$ (1)	1p	

	<p>Având în vedere asemănarea triunghiurilor <math>BDB'</math> și <math>BFC</math> putem scrie <math>b/ BD  = f/ DB' </math> cu</p> $ BD  =  BF  +  FD  = b + f/\cos\alpha.$ <p>Obținem</p> $ DB'  = (f/b)(b + f/\cos\alpha) \quad (2)$	1p	
	<p>Prin diferență, <math> DA'  -  DB'  =  A'B'  =  AB  = b - a.</math></p> <p>Ținând cont de relațiile (1) (2) se obține <math>f = \sqrt{ab\cos\alpha} = 5\text{cm}</math></p>	1p	
	<b>Oficiu</b>		<b>1,00p</b>
	<b>TOTAL Problema a II-a</b>		<b>10p</b>

**Problema a III-a**

Item	<b>Determinarea grosimii peretelui unui inel cilindric transparent</b>	Punctaj	
<b>a.</b>	<b>Determinarea indicelui de refracție al inelului</b>		<b>4,00p</b>
	<p>1) Într-un plan orizontal, se trimite spre inel fasciculul incident de lumină SA și se observă fasciculul emergent BE, trasându-se pe hârtie direcțiile lor. Pe foaia de hârtie unde este trasat cercul mare al secțiunii inelului se completează apoi desenul cu prelungirile razelor SA și respectiv BE, până când se intersectează în punctul M. De asemenea se trasează direcțiile normalelor în punctele A și B, care se intersectează în centrul C al secțiunii transversale a inelului, așa cum indică figura 1. Cu un raportor se măsoară unghiurile <math>i, r</math> și <math>2\alpha</math>. Suprafața interioară a inelului este oglindă convexă.</p>  <p align="center"><b>Fig. 1</b></p>	1,50p	
	2) Utilizând figura 2 și legea refracției rezultă:	1p	

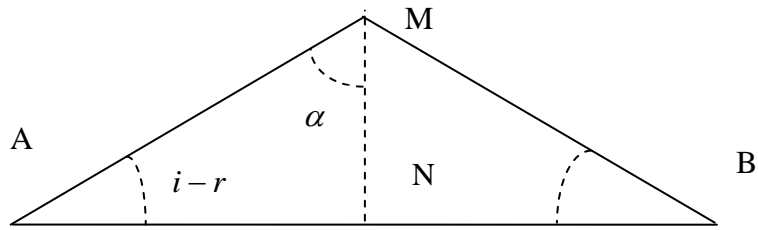


Fig. 2

$$\alpha + i - r = 90^{\circ}; r = (\alpha + i) - 90^{\circ};$$

$$\sin i = n \sin r;$$

$$\sin i = n \sin[(\alpha + i) - 90^{\circ}];$$

$$\sin i = n[\sin(\alpha + i)\cos 90^{\circ} - \cos(\alpha + i)\sin 90^{\circ}];$$

$$n = -\frac{\sin i}{\cos(\alpha + i)};$$

$$\alpha + i > 90^{\circ}; \cos(\alpha + i) < 0; n > 0.$$

$$\alpha + i = 90^{\circ} + r;$$

$$n = -\frac{\sin i}{\cos(90^{\circ} + r)} = -\frac{\sin i}{-\sin r} = \frac{\sin i}{\sin r}.$$

3) Pentru diferite valori ale unghiului de incidență, se completează tabelul alăturat.  
Tabelul 1

Nr. det.	$i$	$r$	$\alpha$	$n$	$n_{\text{mediu}}$
1					
2					

1,50p

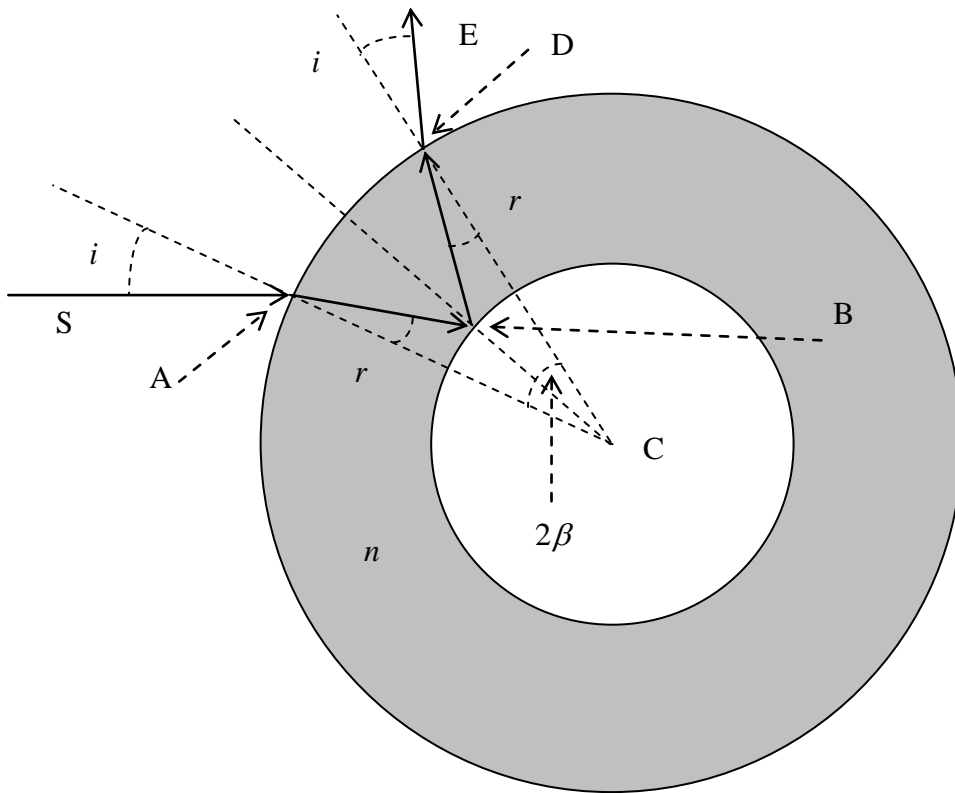
**b.**

**Determinarea grosimii peretelui inelului**

**4,00p**

1) Într-un plan orizontal, se trimite spre inel fasciculul incident de lumină SA și se observă fasciculul emergent DE, format după reflexia pe oglinda interioară, trasându-se pe hârtie direcțiile lor. De asemenea se trasează direcțiile normalelor în punctele A și D, care se intersectează în centrul C al secțiunii transversale a inelului, așa cum indică figura 3. Pe foaia de hârtie unde este trasat cercul mare al secțiunii inelului se completează apoi desenul cu cercul mic al secțiunii transversale (având o rază oarecare), cu raza refractată AB și cu raza reflectată BD. Cu un raportor se măsoară unghiurile  $i$  și  $2\beta$ . Unghiul  $r$  nu este măsurabil, deoarece nu se cunoaște raza interioară a inelului.

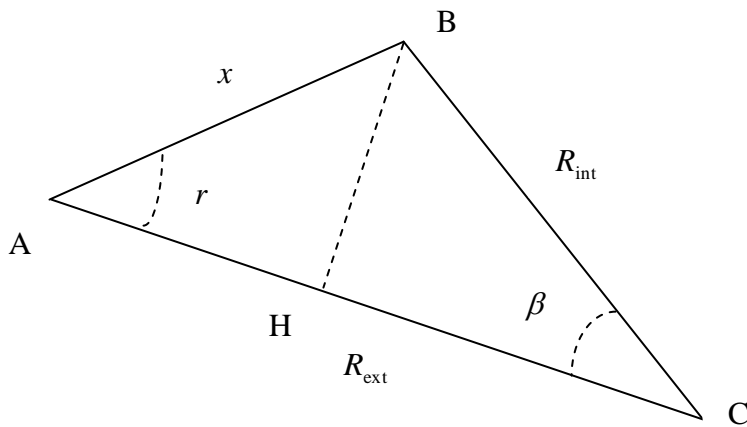
1,50p



**Fig. 3**

2) Utilizând figura 4 și legea refracției, rezultă:

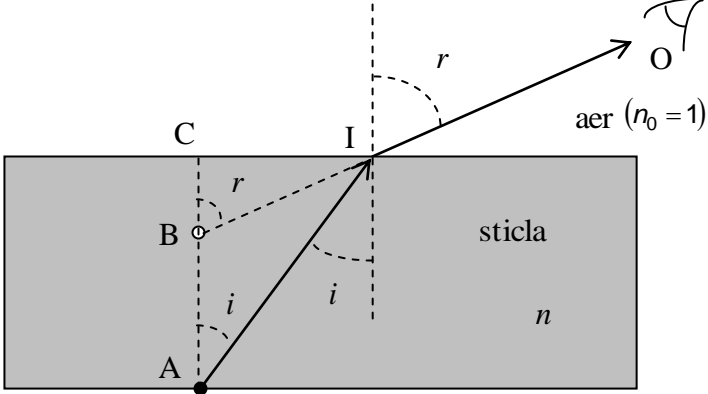
$$\sin r = \frac{\sin i}{n}; \quad \cos r = \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 i}}{n}; \quad \tan r = \frac{\sin i}{\sqrt{n^2 - \sin^2 i}};$$



**Fig. 4**

$$\begin{aligned} x \cos r + R_{\text{int}} \cos \beta &= R_{\text{ext}}; \\ x \sin r &= R_{\text{int}} \sin \beta; \\ \tan r &= \frac{R_{\text{int}} \sin \beta}{R_{\text{ext}} - R_{\text{int}} \cos \beta}; \\ R_{\text{int}} &= \frac{R_{\text{ext}} \tan r}{\tan r \cos \beta + \sin \beta}; \\ \Delta R &= R_{\text{ext}} - R_{\text{int}}; \\ \Delta R &= \frac{\sin \beta - (1 - \cos \beta) \tan r}{\sin \beta + \cos \beta \tan r} R_{\text{ext}}. \end{aligned}$$

1,50p

	<p>3) Pentru diferite valori ale lui <math>i</math>, după măsurarea și notarea valorii lui <math>R_{\text{exterior}}</math> se completează tabelul alăturat.</p> <p>Tabelul 2</p> <table border="1" data-bbox="244 253 1206 421"> <thead> <tr> <th>Nr. det.</th> <th><math>i</math></th> <th><math>\sin i</math></th> <th><math>\tan r</math></th> <th><math>\beta</math></th> <th><math>\sin \beta</math></th> <th><math>\cos \beta</math></th> <th><math>\Delta R</math> (mm)</th> <th><math>(\Delta R)_{\text{mediu}}</math> (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Nr. det.	$i$	$\sin i$	$\tan r$	$\beta$	$\sin \beta$	$\cos \beta$	$\Delta R$ (mm)	$(\Delta R)_{\text{mediu}}$ (mm)	1									2									1p	
Nr. det.	$i$	$\sin i$	$\tan r$	$\beta$	$\sin \beta$	$\cos \beta$	$\Delta R$ (mm)	$(\Delta R)_{\text{mediu}}$ (mm)																						
1																														
2																														
c.	<p><b>Determinarea grosimii aparente maxime a peretelui inelului transparent</b></p>	1,00p																												
	<p>1) Din figura 5, unde triunghiurile dreptunghice ACI și BCI au comună cateta CI, în acord cu legea refracției luminii plecată din sticlă, de la sursa A și ajunsă la ochiul O al observatorului aflat în aer, rezultă:</p>  <p><b>Fig. 5</b></p> $n \sin i = \sin r;$ $AC = h; BC = h_{\text{aparent}}; CI = d;$ $\tan i = \frac{d}{h}; d = h \tan i;$ $\tan r = \frac{d}{h_a}; d = h_a \tan r;$ $h_a \tan r = h \tan i;$ $h_a = h \frac{\tan i}{\tan r} = h \frac{\sin i \cos r}{\sin r \cos i} = \frac{h \cos r}{n \cos i};$ $r > i; \cos r < \cos i; \frac{\cos r}{\cos i} < 1; h_a < \frac{h}{n};$ $i = 0; r = 0; \frac{\cos r}{\cos i} = 1;$ $h_a = \frac{h}{n} = h_{a,\text{max}}.$	0,75p																												
	<p>2) Concluzie: <math>(\Delta R)_{\text{aparent,max}} = \frac{\Delta R}{n}</math>.</p>	0,25p																												
	<p><b>Oficiu</b></p>		1,00p																											
	<p><b>TOTAL Problema a III-a</b></p>		10p																											

Barem de evaluare și de notare propus de:

Prof. Florin Butușină - Colegiul Național „Simion Bărnuțiu”, Șimleu Silvaniei

Prof. Florin Moraru – Liceul Teoretic „Nicolae Iorga”, Brăila

Prof. dr. Mihail Sandu – Liceul Tehnologic de Turism, Călimănești