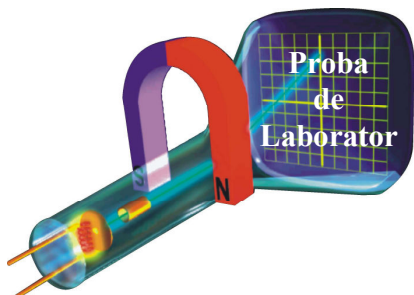


OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ

Rm. Vâlcea, 1 - 6 februarie 2009



2 februarie 2009

Lucrarea B

Determinarea grosimii peretelui unui inel cilindric transparent

Barem de notare

Lucrarea B	Parțial	Punctaj
B. Barem de notare - Lucrarea B		10
a) Determinarea indicelui de refracție al peretelui paharului		4,00
1) Într-un plan orizontal, se trimite spre inel fascicolul incident de lumină SA și se observă fascicolul 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 i , r și 2α . Suprafața interioară a inelului este oglindă convexă.	1,50	

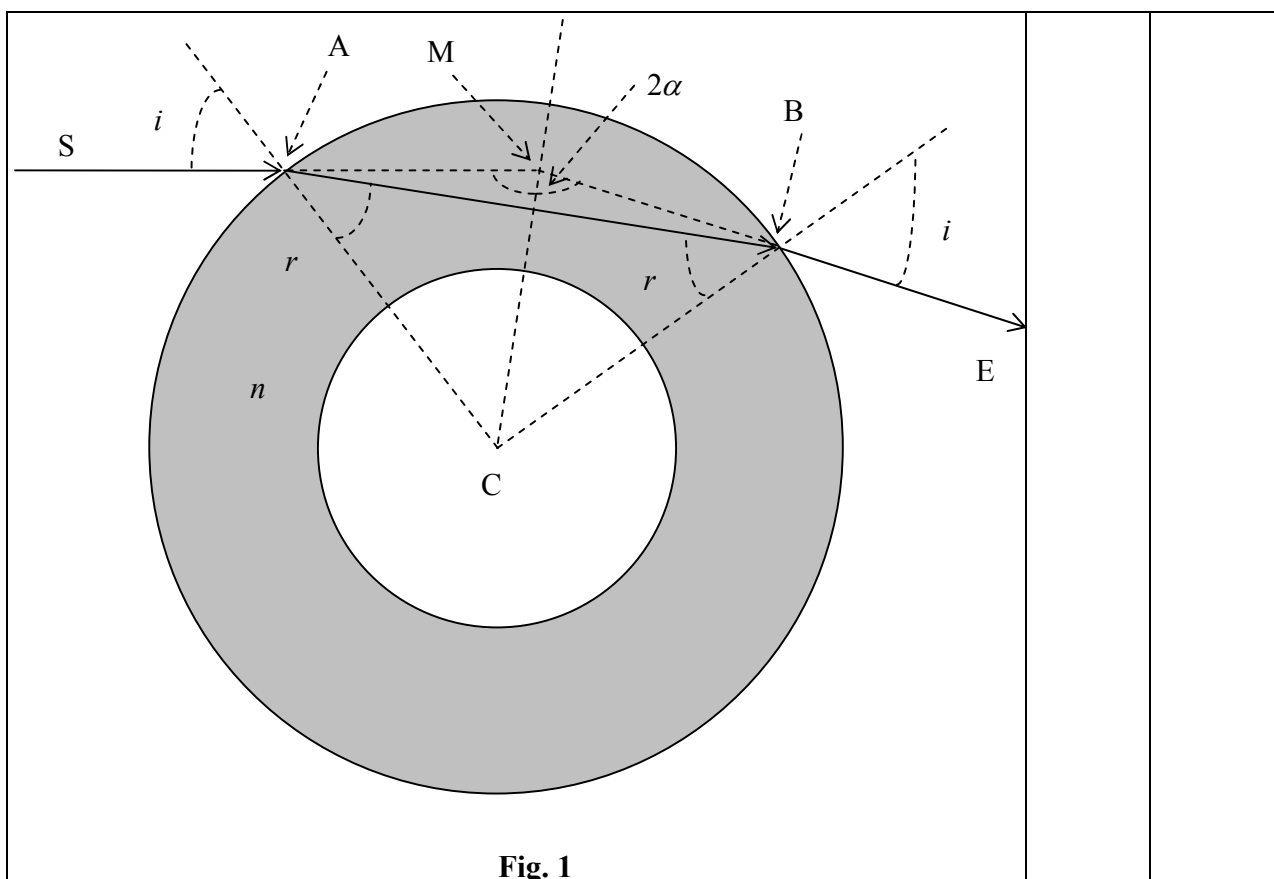


Fig. 1

2) Utilizând figura 2 și legea refracției rezultă:

1,00

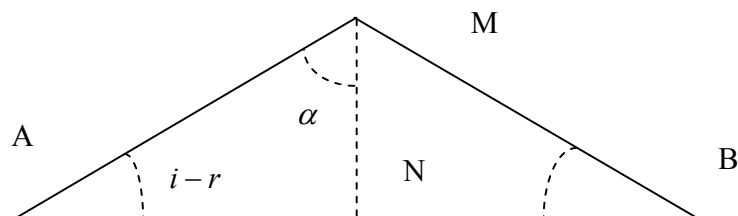


Fig. 2

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

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

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

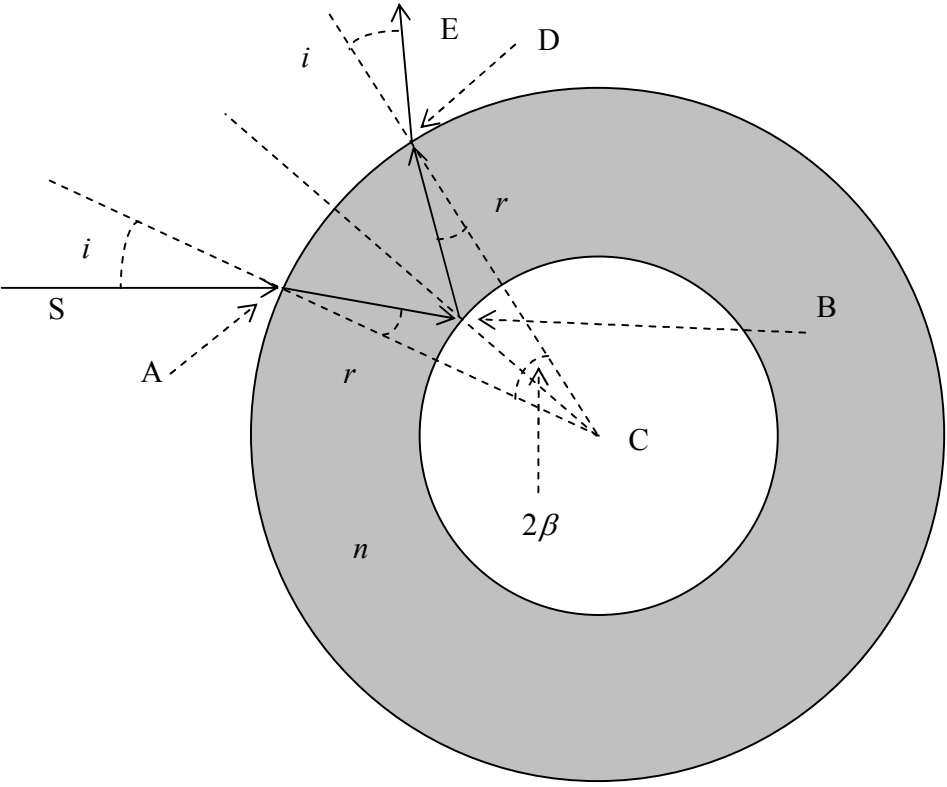
$$\sin i = n [\sin(\alpha + i) \cos 90^\circ - \cos(\alpha + i) \sin 90^\circ]$$

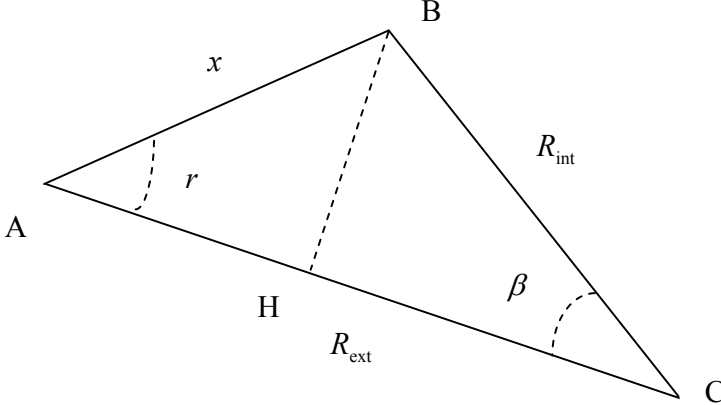
$$n = -\frac{\sin i}{\cos(\alpha + i)};$$

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

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

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

3) Pentru diferite valori ale unghiului de incidență, se completează tabelul alăturat. Tabelul 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr. det.</th><th>i</th><th>r</th><th>α</th><th>n</th><th>n_{mediu}</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>62°</td><td>$34,5^\circ$</td><td>$62,5^\circ$</td><td>1,56</td><td>1,54</td></tr> <tr> <td>2</td><td>66°</td><td>37°</td><td>61°</td><td>1,52</td><td>1,54</td></tr> </tbody> </table>				Nr. det.	i	r	α	n	n_{mediu}	1	62°	$34,5^\circ$	$62,5^\circ$	1,56	1,54	2	66°	37°	61°	1,52	1,54	1,50	
Nr. det.	i	r	α	n	n_{mediu}																		
1	62°	$34,5^\circ$	$62,5^\circ$	1,56	1,54																		
2	66°	37°	61°	1,52	1,54																		
b) Determinarea grosimii peretelui transparent al paharului					4,00																		
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 2β. Unghiul r nu este măsurabil, deoarece nu se cunoaște raza interioară a inelului.				1,50																			
																							
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 $x \cos r + R_{\text{int}} \cos \beta = R_{\text{ext}};$ $x \sin r = R_{\text{int}} \sin \beta;$ $\tan r = \frac{R_{\text{int}} \sin \beta}{R_{\text{ext}} - R_{\text{int}} \cos \beta};$ $R_{\text{int}} = \frac{R_{\text{ext}} \tan r}{\tan r \cos \beta + \sin \beta};$ $\Delta R = R_{\text{ext}} - R_{\text{int}};$ $\Delta R = \frac{\sin \beta - (1 - \cos \beta) \tan r}{\sin \beta + \cos \beta \tan r} R_{\text{ext}}.$	1,50																												
3) Pentru diferite valori ale lui i, după măsurarea și notarea valorii lui $R_{\text{exterior}} = 60 \text{ mm}$ se completează tabelul alăturat. Tabelul 2 <table><tr><th>Nr. det.</th><th>i</th><th>$\sin i$</th><th>$\tan r$</th><th>β</th><th>$\sin \beta$</th><th>$\cos \beta$</th><th>ΔR (mm)</th><th>$(\Delta R)_{\text{mediu}}$ (mm)</th></tr><tr><td>1</td><td>10^0</td><td>0,174</td><td>0,115</td><td>$4,5^0$</td><td>0,078</td><td>0,997</td><td>24,14</td><td>25,53</td></tr><tr><td>2</td><td>30^0</td><td>0,5</td><td>0,34</td><td>17^0</td><td>0,292</td><td>0,956</td><td>26,92</td><td>25,53</td></tr></table>	Nr. det.	i	$\sin i$	$\tan r$	β	$\sin \beta$	$\cos \beta$	ΔR (mm)	$(\Delta R)_{\text{mediu}}$ (mm)	1	10^0	0,174	0,115	$4,5^0$	0,078	0,997	24,14	25,53	2	30^0	0,5	0,34	17^0	0,292	0,956	26,92	25,53	1,00	
Nr. det.	i	$\sin i$	$\tan r$	β	$\sin \beta$	$\cos \beta$	ΔR (mm)	$(\Delta R)_{\text{mediu}}$ (mm)																					
1	10^0	0,174	0,115	$4,5^0$	0,078	0,997	24,14	25,53																					
2	30^0	0,5	0,34	17^0	0,292	0,956	26,92	25,53																					
c) Determinarea grosimii aparente maxime a peretelui inelului transparent		1,00																											
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 in aer, rezulta:	0,75																												

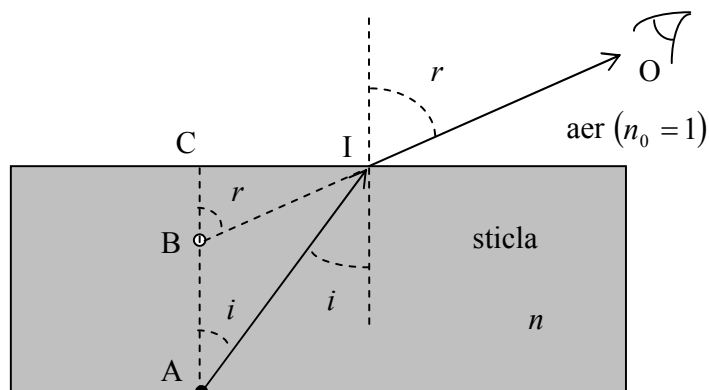


Fig. 5

$$\begin{aligned}
 n \sin i &= \sin r; \\
 AC &= h; BC = h_{\text{aparent}}; CI = d; \\
 \tan i &= \frac{d}{h}; d = h \tan i; \\
 \tan r &= \frac{d}{h_a}; d = h_a \tan r; \\
 h_a \tan r &= h \tan i; \\
 h_a &= h \frac{\tan i}{\tan r} = h \frac{\sin i \cos r}{\sin r \cos i} = \frac{h \cos r}{n \cos i}; \\
 r > i; \cos r < \cos i; \frac{\cos r}{\cos i} < 1; h_a < \frac{h}{n}; \\
 i = 0; r = 0; \frac{\cos r}{\cos i} &= 1; \\
 h_a &= \frac{h}{n} = h_{\text{a,max}}.
 \end{aligned}$$

2) Concluzie:

$$(\Delta R)_{\text{aparent,max}} = \frac{\Delta R}{n} = 16,57 \text{ mm.}$$

Oficiu

0,25

1,00