

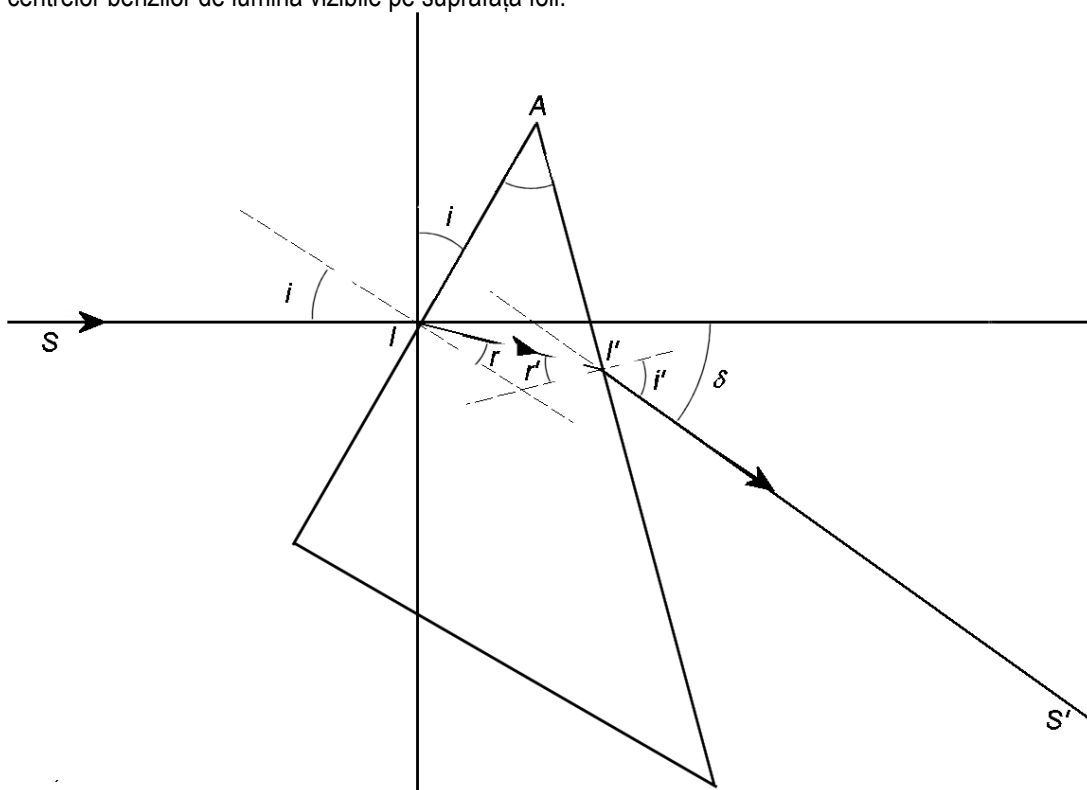
FOAIE DE RĂSPUNSURI

Determinarea indicelui de refracție al unui material (13 puncte)

1. a. Măsurarea unghiului de deviație a luminii laserului prin prismă (5 puncte)

Prezentarea metodei experimentale folosite:

Printr-o poziționare adecvată, fasciculul laser poate fi trimis razant la suprafața foii, astfel că direcțiile incidentă (S) și emergentă (S') pot fi reperate pe suprafața foii, marcând câte două poziții ale centrelor benzilor de lumină vizibile pe suprafața foii.



Folosind raportorul și poziționând prisma pentru diferite unghiuri de incidență i' , pot fi măsurate unghiurile corespunzătoare de deviație δ .

Tabel pentru înregistrarea datelor experimentale:

$i (^{\circ})$	$\delta (^{\circ})$
0	reflexie totală
10	32
20	27
30	25
35	25
40	25
50	28
60	31
70	35
80	41

Erorile de măsurare a unghiurilor sunt de $\pm 0,5^{\circ}$ (din cauza utilizării unui raportor cu diviziuni de 1°), la care se adaugă erori estimate de $\pm 0,5^{\circ}$ cauzate de imprecizia de poziționare a centrului fascicului vizibil pe suprafața foii (erorile sunt chiar mai mari la unghiuri de incidență mai mici de 30° și mai mari de 40° , cauzate de lărgirea fascicului emergent).

Astfel, eroarea cumulată de determinare a unghiurilor este de $\pm 1^{\circ}$ pentru unghiuri de incidență în intervalul $30^{\circ} \dots 40^{\circ}$. Pentru acest interval deviația este practic constantă și minimă:

$$\delta_{min} = 25^{\circ} \pm 1^{\circ} .$$

Faptul că pentru incidență normală ($i=0^{\circ}$) se produce reflexie totală pe cea de-a doua față a prisme atestă faptul că indicele de refracție este mai mare sau cel puțin egal cu 1,41 (unghiul limită este mai mic de 45°).

1. b. Reprezentarea grafică a dependenței unghiului de deviație de unghiul de incidență (2 puncte)

Trasarea graficului se va realiza pe hârtia milimetrică pusă la dispoziție.

1. c. Determinarea, din grafic, a unghiului de deviație minimă (1 punct)

Unghiul de deviație minimă:

$$\delta_{\min} = 25^{\circ} \pm 1^{\circ}$$

1. d. Determinarea indicelui de refracție al materialului din care este confecționată prisma (4 puncte)

Calculul indicelui de refracție, în condiții de deviație minimă:

Unghiul de deviație este:

$$\delta = (i - r) + (i' - r').$$

Dar

$$r + r' = A,$$

astfel că:

$$\delta = i + i' - A.$$

Pentru valorile măsurate la deviație minimă,

$$i \approx i' = 35^{\circ}.$$

Așadar, la deviație minimă, unghiurile de incidență și emergență au măsuri aproximativ egale, astfel că:

$$r \approx r' = \frac{A}{2} = 22,5^{\circ}.$$

Din legea refracției pe prima față a prisme, în condiții de deviație minimă rezultă:

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin\left(\frac{\delta_{\min} + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\sin 35^{\circ}}{\sin 22,5^{\circ}}.$$

Valoarea aproximativă a funcției sinus pentru un anumit unghi poate fi obținută construind cu rigla și raportorul un triunghi dreptunghic adecvat și măsurând cateta opusă unghiului de interes, precum și ipotenuza triunghiului. Pentru măsurători cu rigla ale unor lungimi de ordinul sutei de mm, erorile relative sunt mai mici de 0,5%, astfel că valoarea funcției sinus poate fi obținută cu o eroare relativă mai mică de 1%.

Astfel,

$$\sin 35^{\circ} \approx 0,57,$$

iar

$$\sin 22,5^{\circ} \approx 0,38.$$

Astfel,

$$n = 1,50 .$$

Ținând cont de eroarea de măsurare a unghiului de deviație minimă, de eroarea de determinare a valorilor funcției sinus și considerând neglijabilă eroarea cu care au fost obținute unghiurile prisme la fabricarea acesteia, rezultă o eroare cumulată de $\pm 0,05$ (ceea ce reprezintă o eroare relativă de aproximativ 3%).

Metoda este remarcabil de precisă, în ciuda simplității mijloacelor utilizate, deoarece erorile de poziționare a prisme afectează foarte puțin valoarea determinată, unghiul de deviație minimă fiind aproape constant pentru unghiuri de incidență în intervalul $30^{\circ} \dots 40^{\circ}$.

Astfel,

Indicele de refracție:

$n = 1,50 \pm 0,05$

Observație: Pentru identificarea și analiza surselor de erori în cazul tuturor măsurătorilor efectuate și pentru prevederea marjelor de eroare în cazul valorilor indicate se va acorda **1 punct**, iar din oficiu se acordă **2 puncte**.