

# DETERMINAREA INDICELUI DE REFRAȚIE PRIN METODA CHAULNES

## 1. Scopul lucrării

Lucrarea prezintă metoda Chaulnes de determinare a indicelui de refracție pentru materiale solide optic transparente.

## 2. Teoria lucrării

Indicele de refracție absolut care caracterizează mediile din punct de vedere optic, se definește ca raportul dintre viteza luminii în vid ( $c$ ) și viteza luminii în mediul respectiv ( $v$ ):

$$n = \frac{c}{v} \quad (1)$$

Indicele de refracție relativ a două medii se definește ca raportul dintre indicii de refracție absoluți ai celor două medii:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \quad (2)$$

ordinea indicilor (2-1) arătând că este vorba despre indicele de refracție al celui de al doilea mediu față de primul. Avem evident:

$$n_{12} = \frac{1}{n_{21}}. \quad (3)$$

Metoda lui Chaulnes pentru determinarea indicelui de refracție al unui solid transparent, are la bază fenomenul de refracție. Acest fenomen constă în schimbarea direcției de propagare a unei raze de lumină la suprafața de separare a două medii transparente. Legea a doua a lui Snellius referitoare la acest fenomen spune că: raportul dintre sinusul unghiului de incidentă și sinusul unghiului de refracție este o mărime constantă pentru perechea celor două medii, egală cu indicele de refracție relativ definit mai sus:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21} \quad (4)$$

Pentru determinarea indicelui de refracție prin metoda Chaulnes să considerăm o lamă (placă) transparentă (fig. 1), cu fețe plan-paralele, de grosime  $e$ , un obiect luminos  $A$  și un observator. O rază plecată din  $A$  suferă refracție în punctul  $B$ , astfel încât punctul  $A$  va fi văzut de către observator în punctul  $A'$ .

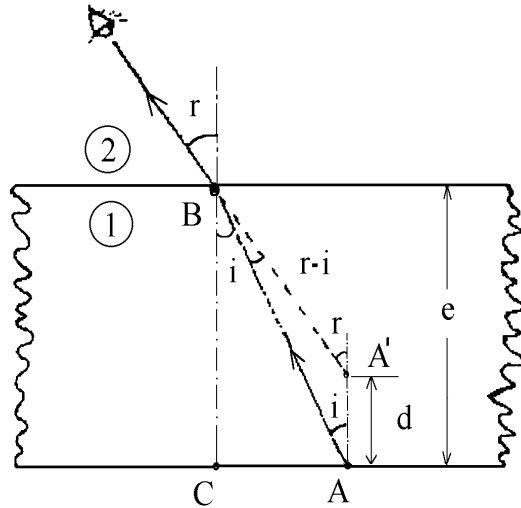


Fig. 1

Aplicăm teorema sinusurilor în triunghiul  $ABA'$ :

$$\frac{AA'}{\sin(r-i)} = \frac{AB}{\sin(180^\circ - r)} \quad (5)$$

Însă, din triunghiul dreptunghic  $ABC$ :

$$AB = \frac{BC}{\cos i} = \frac{e}{\cos i} \quad (6)$$

Înlocuind în (5) pe  $AA'=d$ , pe  $AB$  din formula (6) și pe  $\sin(180^\circ - r) = \sin r$ , se obține:

$$\frac{d}{\sin(r-i)} = \frac{e}{\sin r \cos i}$$

sau

$$\frac{d}{e} = \frac{\sin r \cos i - \sin i \cos r}{\sin r \cos i} = 1 - \frac{\sin i \cos r}{\sin r \cos i} \quad (7)$$

În condițiile experienței noastre razele de lumină vin practic normal, adică:  $i \cong r \cong 0$ ,  $\cos i \cong \cos r \cong 1$  și ținând seama de legea refracției, relația (7) devine:

$$\frac{d}{e} = 1 - \frac{\sin i}{\sin r} = 1 - n_{21} \Rightarrow n_{21} = 1 - \frac{d}{e} = \frac{e-d}{e} \quad (8)$$

Aici  $n_{21}$  este indicele de refracție al aerului față de materialul lamei. Pe noi ne interesează însă indicele de refracție al lamei față de aer  $n_{12}$ , notat pe scurt cu  $n$ . Dar

$n_{21} = \frac{1}{n_{12}}$ , deci relația (8) devine:

$$n = \frac{e}{e-d}. \quad (9)$$

### 3. Dispozitivul experimental

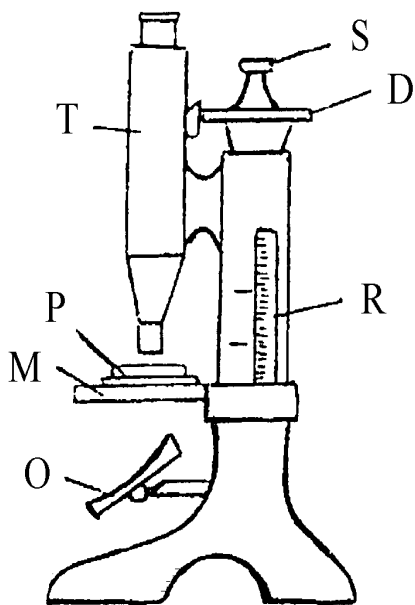


Fig. 2.

Pentru măsurarea mărimilor  $e$  și  $d$  se folosește microscopul din figura 2. Tubul microscopului T poate fi ridicat sau coborât cu ajutorul șurubului micrometric S al cărui pas este de un milimetru.

Deplasarea se citește cu ajutorul rigletei R și a discului D împărțit în 200 diviziuni (deci precizia este  $1/200 \text{ mm} = 0,005 \text{ mm}$ ). Există un reper (semn) pe marginea discului și două repere în fața rigletei (oricare din ele poate fi utilizat). Oglinda O servește la iluminarea plăcilor P așezate pe platina (măsuța) M a microscopului.

### 4. Modul de lucru

Pe platina microscopului se așează o plăcuță transparentă, pe suprafața căreia a fost făcut un semn cu cerneală (fig. 3a); acest semn corespunde obiectului luminos A din fig. 1. Se pune la punct semnul de pe placă (să se vadă clar), se notează cota  $h_0$  citită atât pe rigletă cât și pe tambur.

**Exemplu de citire:** pe rigletă un reper este la 8 mm și 9 mm. Reținem valoarea de 8 mm și pentru a citi fracțiunea de milimetru citim și diviziunea pe un disc; de exemplu reperul său se află la diviziunea 135. Înmulțim  $135 \times 0,005 = 0,675 \text{ mm}$  și adăugăm această valoare la valoarea obținută la citirea rigletei, deci se obține  $h_0 = 8,675 \text{ mm}$ .

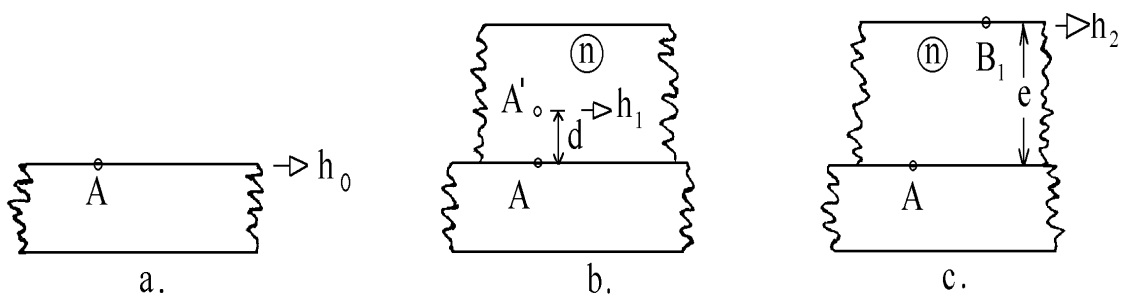


Fig. 3

Peste prima placă se pune o a doua placă, al cărei indice de refracție urmează să îl determinăm. Privind prin microscop imaginea semnului  $A$  se deplasează în  $A'$  (fig. 3b), astfel că pentru a vedea clar imaginea semnului de cerneală  $A$  trebuie să ridicăm tubul  $T$  al microscopului. Notăm cota  $h_1$  a acestei imagini, corespunzătoare punctului  $A'$  din fig. 1. Deplasarea  $d$  va fi:

$$d = h_1 - h_0 \quad (10)$$

Pentru a găsi grosimea  $e$  a plăcii, vom face pe fața ei superioară un semn de cerneală  $B_1$ , vezi (fig. 3c), a cărui cotă o vom nota cu  $h_2$ ; evident

$$e = h_2 - h_0 \quad (11)$$

și deci, folosind relația (9) indicele de refracție va fi:

$$n = \frac{e}{e-d} = \frac{h_2 - h_0}{h_2 - h_0 - (h_1 - h_0)} = \frac{h_2 - h_0}{h_2 - h_1} \quad (12)$$

Se fac zece determinări pentru o lamă de sticlă și zece determinări pentru o lamă de plexiglas. Rezultatele măsurătorilor se trec într-un tabelul alăturat.

## 5. Prelucrarea datelor experimentale

Se calculează valorile medii  $\bar{h}_0, \bar{h}_1, \bar{h}_2$ ; apoi se va calcula valoarea medie  $\bar{n}$  a indicelui de refracție și abaterea standard  $\sigma_{\bar{n}}$  aplicându-se legea propagării erorilor (pentru mărimi determinate prin calcul).

$$\bar{n} = n(\bar{h}_0, \bar{h}_1, \bar{h}_2) ; \quad (13)$$

unde

$$\bar{h}_0 = \frac{\sum_{i=1}^N h_{0i}}{N} ; \quad (14)$$

$\bar{h}_1, \bar{h}_2$  se calculează în același mod

unde

$$\sigma_{\bar{h}_0} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (h_{0i} - \bar{h}_0)^2}{N(N-1)}} ; \quad (15)$$

în același mod se calculează și  $\sigma_{\bar{h}_1}, \sigma_{\bar{h}_2}$ .

$$\begin{aligned} \sigma_{\bar{n}}^2 &= \left( \frac{\partial n}{\partial h_0} \right)_{\bar{h}_0, \bar{h}_1, \bar{h}_2}^2 \sigma_{\bar{h}_0}^2 + \left( \frac{\partial n}{\partial h_1} \right)_{\bar{h}_0, \bar{h}_1, \bar{h}_2}^2 \sigma_{\bar{h}_1}^2 + \\ &+ \left( \frac{\partial n}{\partial h_2} \right)_{\bar{h}_0, \bar{h}_1, \bar{h}_2}^2 \sigma_{\bar{h}_2}^2 \end{aligned}$$

**Tabel rezultate**

Nr. crt.	$h_0$	$\bar{h}_0$	$\sigma_{\bar{h}_0}$	$h_1$	$\bar{h}_1$	$\sigma_{\bar{h}_1}$	$h_2$	$\bar{h}_2$	$\sigma_{\bar{h}_2}$	$\bar{n}$	$\sigma_{\bar{n}}$
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											