

DETERMINAREA INDICELUI DE REFRACTIE ȘI A NUMĂRULUI ABBE CU AJUTORUL REFRACTOMETRULUI

1. Principiul lucrării

Dacă o rază de lumină monocromatică întâlnește o suprafață de separare între două medii optice diferite, o parte din lumină se reflectă, iar o parte trece prin suprafața de separare, schimbându-și brusc direcția de propagare (raza de lumină se refractă). Între unghiul de incidență i și unghiul de refracție r , conform legii Snellius – Descartes, există relația

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \quad (1)$$

unde n_1 și n_2 sunt constante ce caracterizează din punct de vedere optic mediile transparente și poartă numele de *indici de refracție*.

Se definește indicele de refracție absolut ca fiind indicele de refracție al unui mediu față de vid. Indicele de refracție absolut reprezintă raportul dintre viteza luminii în vid (c)

și viteza luminii în mediul respectiv (v): $n = \frac{c}{v}$.

Indicele de refracție al unei substanțe variază cu lungimea de undă a luminii. Fenomenul poartă numele de *dispersia luminii*. Pentru medii transparente și incolore variația indicelui de refracție în domeniul vizibil este dată de *relația lui Cauchy*:

$$n(\lambda) = a + \frac{b}{\lambda^2} + \frac{c}{\lambda^4} + \dots \quad (2)$$

Pentru caracterizarea dispersiei diferitelor materiale se folosesc următorii indici de refracție standard: n_F - indicele de refracție al materialului pentru linia albastră a hidrogenului ($\lambda_F = 486,1$ nm); n_D - indicele de refracție al materialului pentru linia galbenă a sodiului ($\lambda_D = 589,3$ nm); n_C - indicele de refracție al materialului pentru linia roșie a hidrogenului ($\lambda_C = 656,3$ nm). Diferența $n_F - n_C$ poartă numele de *dispersie medie*, iar raportul $\frac{n_F - n_C}{n_D - 1}$ se numește *dispersie relativă*. În cataloagele practice apare de obicei mărirea inversă dispersiei relative, adică

$$v = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C} \quad (3)$$

asa-numitul *coeficient de dispersie* sau *numărul lui Abbe*. Materialele mai dispersive se caracterizează printr-un număr Abbe mai mic.

Indicele de refracție n_D se măsoară rapid și precis cu ajutorul refractometrului, utilizând fenomenul de *reflexie totală*. Din relația (1) se observă că dacă $n_1 > n_2$, atunci $i < r$, deci raza refractată se depărtează de normală. În acest caz există un unghi de incidență $L < \frac{\pi}{2}$, numit *unghi limită*, pentru care unghiul de refracție $r = \frac{\pi}{2}$. Pentru unghiuri $i > L$ nu există rază refractată, iar toată lumina incidentă se reflectă. Fenomenul poartă numele de *reflexie totală*. Din legea Snellius – Descartes rezultă:

$$n_1 \sin L = n_2 \quad \text{de unde} \quad \sin L = \frac{n_2}{n_1}$$

Prin urmare dacă se cunoaște indicele de refracție al unui mediu, se poate afla indicele de

refracție al celuilalt mediu măsurând unghiul limită. Acesta este principiul de funcționare al refractometrelor.

2. Dispozitivul experimental

Refractometrul Abbe este format din două prisme dreptunghiulare, confecționate din flint greu ($n_0 = 1,75$), între care se introduce lichidul cu indice de refracție necunoscut $n < n_0$. Dacă razele cad razant pe suprafața ipotenuzei prismei superioare (vezi Fig. 1), unghiul de refracție în prismă este unghiul limită L pentru perechea de medii cu indicii de refracție n și n_0 . Din legea refracției rezultă:

$$n \sin \frac{\pi}{2} = n_0 \sin L \quad \text{de unde} \quad L = \arcsin \frac{n}{n_0} \quad (4)$$

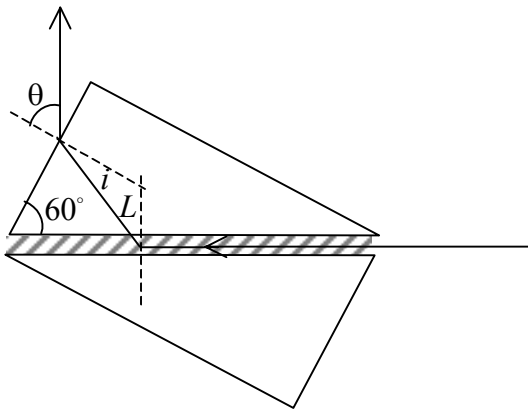


Fig. 1

Razele de lumină cad pe a doua față a prisme sub un unghi de incidență $i = 60^\circ - L$ și ies din prismă sub unghiul de emergență θ . Din legea refracției rezultă:

$$\sin \theta = n_0 \sin i = n_0 \sin(60^\circ - L) \quad (5)$$

Cunoscând valoarea lui n_0 și măsurând unghiul θ se poate calcula indicele de refracție al lichidului de studiat cu ajutorul formulelor (4) și (5), eliminând unghiul L . Refractometrul Abbe măsoară unghiul θ și este gradat direct în valori ale indicelui de refracție n . Întrucât realizarea incidenței razante este dificilă,

mediul de studiat se iluminează cu lumină difuză (prisma inferioară are fața ipotenuză difuzantă). Astfel, în fasciculul incident există și raze care cad razant. Acestea sunt strânse pe o dreaptă care delimitează o regiune luminoasă de o regiune întunecată, unde nu mai ajung raze de lumină. Linia de separație dintre câmpul luminos și cel întunecat indică începutul reflexiei totale și corespunde razelor emergente din prismă sub unghiul θ .

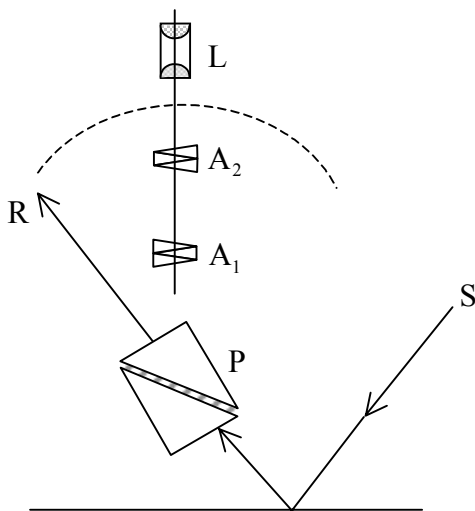


Fig. 2

Deoarece indicele de refracție variază cu lungimea de undă a luminii, unghiul θ va fi diferit pentru diferite radiații, deci linia de separație dintre cele două câmpuri va fi colorată. La refractometre această dispersie se compensează cu un sistem de două prisme Amici care se rotesc în sens contrar, unghiul de rotire fiind reprezentat de un număr z ce se poate citi pe tamburul compensatorului.

Refractometrul Abbe lucrează cu lumină albă, etalonarea și compensarea dispersiei fiind făcută pentru a indica direct indicele de refracție corespunzător radiației D (linia galbenă a sodiului). În funcție de n_D și z se poate calcula dispersia medie, cu o relație de forma:

$$n_F - n_C = A + B \cdot \sigma \quad (6)$$

unde A și B sunt funcții tabelate de n_D , iar σ

funcție tabelată de z (tabelele respective însoțesc aparatul).

3. Modul de lucru

- a) Se depărtează prismele una de alta, se spală suprafața cu alcool și se lasă să se usuce.
- b) Cu o pipetă se pun câteva picături din lichidul de studiat pe suprafața prismelor, după care se închide blocul prismelor.
- c) Cu ajutorul oglinzii se îndreaptă fasciculul luminos către prisme.
- d) Privind prin luneta din dreapta se pune la punct imaginea firelor reticulare prin învârtirea ocularului. Apoi se caută domeniul de separație dintre câmpul luminos și întunecat învârtind butonul din stânga. Dacă în câmpul lunetei se observă o figură neregulată, înseamnă că lichidul nu a acoperit întreaga suprafață a prisme. În acest caz se mai pun câteva picături de lichid, până când domeniul luminos și cel întunecat sunt separate printr-o linie dreaptă.
- e) Linia de separație se decolorează prin învârtirea butonului din dreapta. Se citește numărul z corespunzător de pe tambur.
- f) Cu butonul din stânga se aduce încrucișarea firelor reticulare în suprapunere cu linia de separație. Cu lupa din stânga se citește pe scala gradată direct indicele de refracție n_D al lichidului cu precizia de 10^{-3} .
- g) Se repetă măsurătorile de cel puțin 3 ori și se calculează valorile medii $\overline{n_D}$ și \overline{z} .
- h) Aceleași operații se repetă pentru celelalte lichide de studiat.
- i) În funcție de n_D se caută în tabelul atașat refractometrului valorile lui A și B (dacă este cazul prin interpolare), iar în funcție de z valoarea lui σ .
- j) Cu ajutorul formulei (6) se calculează dispersia medie, ținând cont de semnul lui σ . Pentru valorile lui z mai mici de 30° , σ se ia cu semn pozitiv, iar pentru valorile lui z mai mari de 30° se ia negativ.
- k) Cu ajutorul formulei (3) se calculează numărul lui Abbe pentru toate lichidele studiate.

4. Tabel cu date experimentale

Nr. crt.	Substanța	n_D	$\overline{n_D}$	z	\overline{z}	A	B	σ	$n_F - n_C$	v