

## **L'INDICE DE RÉFRACTION PAR ÉLEVATION APPARENTE; LA MÉTHODE DE CHAULNES**

### **1) Le but du travail**

Déterminer l'indice de réfraction du verre, du plastique et des différents liquides par élévation.

### **2) Rappels théoriques :**

L'indice absolu de réfraction caractérise les milieux de point de vue optique; il est défini comme le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vacuum et la vitesse de la lumière dans ce milieu-là :

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

L'indice relatif de réfraction est défini comme le rapport entre les indices absolus de réfraction des deux milieux :

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

où  $n_{21}$  - on parle des indices de réfraction du IIème milieu par comparaison à l'indice de réfraction du I-er milieu.

**La réfraction** consiste en modification du parcours de propagation de la lumière à la rencontre d'une surface qui sépare deux milieux transparents.

La loi de Snellius- Descartes pour la réfraction est:

$$n_1 \sin i = n_2 \cdot \sin r \quad (3)$$

où

$i$  = l'angle d'incidence

$r$  = l'angle de réfraction

$n_1$  = indice de réfraction du I-er milieu

$n_2$  = indice de réfraction du II-ème milieu

Lorsqu'on regarde un objet couvert d'un milieu transparent comme le verre ou l'eau, il apparaît très proche de la surface. La grandeur de cette élévation apparente est une fonction de l'épaisseur et de l'indice de réfraction de la couche du matériel transparent.

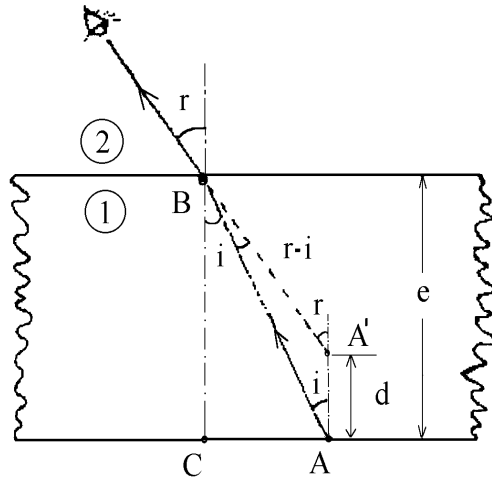
Considérons une couche de matériel transparent dont l'indice de réfraction est  $n_1$ , plongée dans un milieu d'indice  $n_2$  et un objet A dont l'élévation est  $d = AA'$

Dans le triangle BAA', le théorème du sinus :

$$\frac{AA'}{\sin(r - i)} = \frac{AB}{\sin(180 - r)} \quad (4)$$

Mais dans le triangle ACB :

$$AB = \frac{BC}{\cos i} = \frac{e}{\cos i} \quad (5)$$



**Figure 1**

$AA' = d$ ;  $\sin(180-r) = \sin r$ ; alors :

$$\frac{d}{\sin(r-i)} = \frac{e}{\sin r \cdot \cos i}; \quad \frac{d}{e} = 1 - \frac{\sin i \cdot \cos r}{\sin r \cdot \cos i}. \quad (6)$$

Si  $i = r = 0$  les rayons tombent approximatif perpendiculaire, alors  $\cos i = \cos r = 1$ . Dans ces conditions

$$\frac{d}{e} = 1 - \frac{\sin i}{\sin r} = 1 - \frac{n_2}{n_1} \quad (7)$$

$$\frac{d}{e} = 1 - \frac{1}{n_1} \quad (n_2 = 1 \text{ pour l'air})$$

$$n_1 = n = \frac{e}{e-d} \quad (8)$$

En mesurant  $e$  et  $d$ , on peut déterminer l'indice de réfraction de la couche.

### 3) Le dispositif expérimental

On a besoin d'un microscope dont la lunette peut glisser verticalement devant une échelle millimétrique et de quelques lames en

verre et en plastique (plexiglas) dont l'indice de réfraction va être déterminé.

#### 4). Mode opératoire

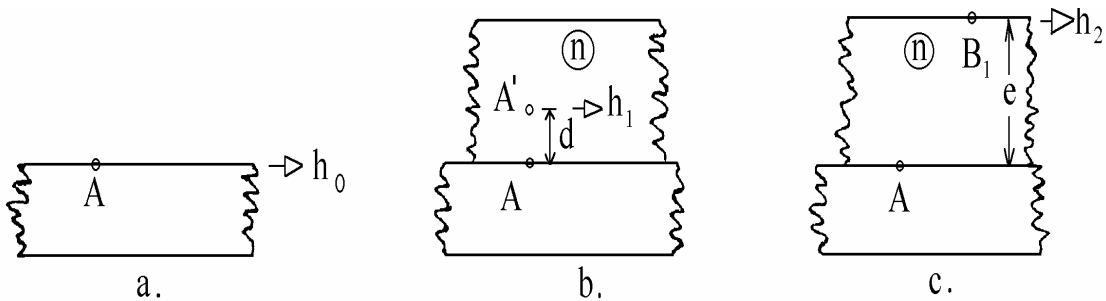
**4.1.** Faites couler une goutte d'encre sur une lame en verre (cette goutte sera "l'objet" A) (Fig.2). Mettez-là sous l'objectif du microscope de sorte qu'on ait une image très claire. Mesurez la position sur l'échelle et faites la I-ère lecture  $h_0$ . Répétez dix fois l'opération en faisant toujours attention à la position du microscope.

**4.2.** Ensuite superposez la II-ème lame et déplacez l'ensemble objectif – oculaire jusqu'à ce que l'image en A' soit claire dans l'oculaire. Mesurez la nouvelle position  $h_1$  toujours dix fois. Ce  $h_1$  donnera la position de A'.

**4.3.** En fin de compte orientez l'objectif sur la surface de la lame étudiée (la deuxième). Ce serait possible qu'on ait besoin de faire une nouvelle marque d'encre au-dessus en  $B_1$ . Déplacez la lunette jusqu'à ce que l'image de  $B_1$  soit claire. On mesure de nouveau dix fois la position de l'ensemble et on note cette lecture par  $h_2$ .

C'est évident que  $d = h_1 - h_0$  et  $e = h_2 - h_0$

$$n = \frac{h_2 - h_0}{h_2 - h_0 - (h_1 - h_0)} = \frac{h_2 - h_0}{h_2 - h_1} \quad (9)$$



**Figure 2**

Pour les liquides, on utilise un verre au fond rond, dans l'intérieur duquel on marque un signe A juste au bas. Orientez l'objectif du microscope vers ce signe et faites 10 lectures de même que pour les lames en verre ( $h_0$ ). Faites couler à 1 cm le liquide dont l'indice de réfraction doit être déterminé. Puis changez l'image de A en A' et relisez 10 fois la position où l'image du A' est claire ( $h_1$ ).

À la fin, répandez un peu de poudre de lycopodium sur la surface du liquide et orientez l'objectif là-dessus. Lisez la position où l'image du poudre est claire ( $h_2$ ).

Calculez l'indice de réfraction du liquide en utilisant la même formule (9).

Tous les résultats des l'expériences seront centralisés dans le tableau suivant:

No.	Matériel	$h_0$ (mm)	$h_1$ (mm)	$h_2$ (mm)	n
1	verre				
2					
.					
.					
1	plexiglas				
2					
.					
.					

### 5) Le calcul des erreurs

a) On peut calculer les valeurs moyennes pour  $h_0$ ,  $h_1$ ,  $h_2$  avec la formule:

$$\bar{h}_k = \frac{\sum_{i=1}^{10} h_{k_i}}{10} \quad (10)$$

en obtenant  $\bar{h}_0, \bar{h}_1, \bar{h}_2$  et avec (9) on va obtenir

$$\bar{n} = \frac{\bar{h}_2 - \bar{h}_0}{\bar{h}_2 - \bar{h}_1} \quad (11)$$

Pour chaque  $\bar{h}_k$  l'erreur sera

$$s_{\bar{h}_k} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (h_{k_i} - \bar{h}_k)^2}{10 \cdot 9}} \quad (12)$$

Pour l'indice de réfraction moyen l'erreur va être donnée par la formule de propagation des erreurs

$$s_{\bar{n}} = \sqrt{\left( \frac{\partial n}{\partial h_0} \right)_{\bar{h}_0, \bar{h}_1, \bar{h}_2}^2 s_{\bar{h}_0}^2 + \left( \frac{\partial n}{\partial h_1} \right)_{\bar{h}_0, \bar{h}_1, \bar{h}_2}^2 s_{\bar{h}_1}^2 + \left( \frac{\partial n}{\partial h_2} \right)_{\bar{h}_0, \bar{h}_1, \bar{h}_2}^2 s_{\bar{h}_2}^2} \quad (13)$$

Le résultat final sera donné sous la forme:

$$n = \bar{n} \pm s_{\bar{n}} \quad (14)$$

b) Pour chaque lecture des valeurs  $h_0^{(i)}, h_1^{(i)}, h_2^{(i)}$  on calcule  $n_i$ , en obtenant dix valeurs  $n_1, n_2, \dots, n_{10}$ .

La valeur moyenne sera

$$\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^{10} n_i}{10} \quad (15)$$

L'erreur sera:

$$s_{\bar{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (n_i - \bar{n})^2}{10 \cdot 9}} \quad (16)$$

Le résultat final aura la même forme (14).