

La paroi de verre opaque

Expérience de mise en évidence de l'opacité

On sait que le verre est transparent, mais si on met plusieurs lames de verre les unes sur les autres, cet empilement devient opaque.

Pour cela faisons l'expérience suivante (Fig. 1):

Plaçons en face de nous une règle graduée et plaçons devant le chiffre 1 une lame de verre, devant le chiffre 3 dix lames, devant le chiffre 5 trente lames et devant le chiffre 7 cinquante lames de verre.

Nous constaterons, qu'à travers une lame la graduation 1 est parfaitement visible avec une atténuation de la luminosité très faible. A travers 10 lames la graduation reste visible, mais l'opacité a augmenté. Dans le cas de 30 lames la graduation 5 devient difficile à voir. Cependant, à travers 50 lames on ne distingue plus la graduation 7 parce que la transparence de l'empilement est devenue très faible. On remarque donc plus le nombre de lames augmente plus l'opacité est importante.

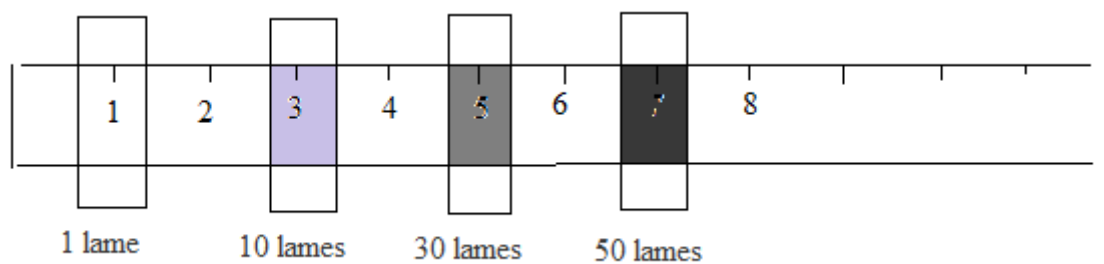


Fig. 1 : Augmentation du nombre de lames de verre et opacité de l'empilement de lames

En effet, lorsqu'un faisceau lumineux arrive sur la surface de séparation entre deux milieux transparents, une partie de la lumière subit une réflexion et le reste est transmis. Si l'on admet que le % de lumière réfléchi est de 4 % pour chaque dioptre air-verre ou verre-air. Le % de la lumière transmise est de 96 %.

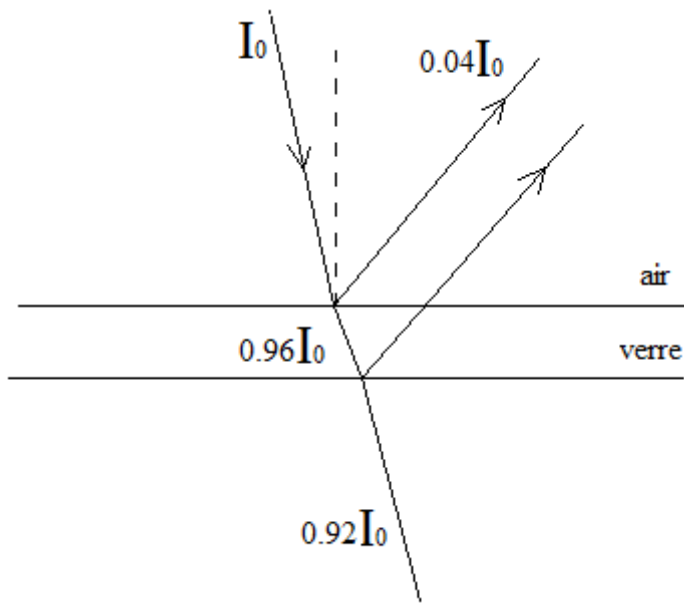
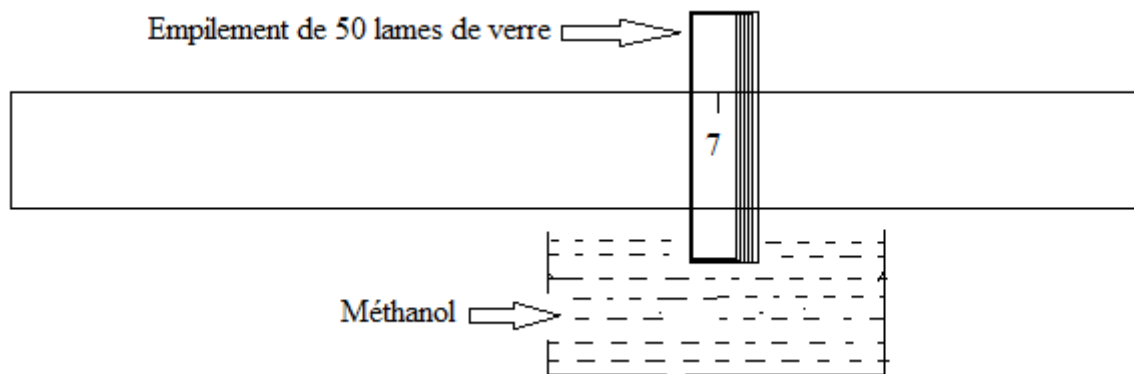


Fig.2 Transmission et réflexion de la lumière à travers un dioptre air-verre et verre-air

- 1 lame, lumière transmise : 92 %
- 10 lames ----- : 44,2%
- 30 lames ----- : 8.6%
- 50 lames ----- : 1,6%

Si nous plaçons l'empilement des 50 lames dans le méthanol. Après un certain temps le méthanol monte par capillarité entre les lames et la graduation 7 devient lisible.



En effet, si on veut limiter les pertes de la lumière on doit remplacer l'air entre les lames par un autre milieu qui a l'indice de réfraction égal ou proche de celui du verre. Par exemple, le méthanol a un indice de réfraction de 1,33 ; celui du verre est de 1.50.

L'indice de réfraction

La célérité de la lumière dans le vide $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

- « « -----l'air -----
- « « -----l'eau $v = 2,26 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- - « -----le diamant $v = 1,23 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

$$n = c_{\text{air}}/v_{\text{eau}} = 3,00 \cdot 10^8 / 2,26 \cdot 10^8 = 1,33$$

Loi de la réfraction de Snell- Descartes

La réfraction c'est le phénomène de déviation du rayon lumineux quand il passe d'un milieu à un autre milieu.

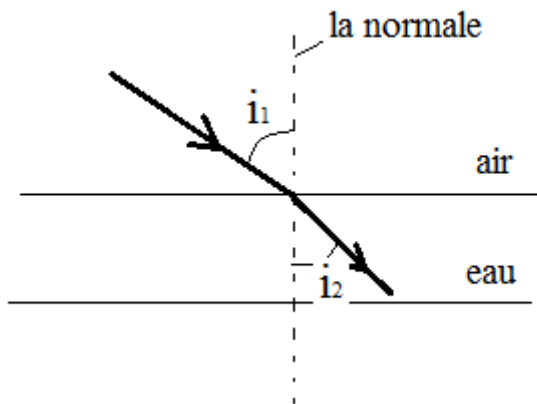


Fig. 4

En général on écrit : $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$

n_1 : indice de réfraction du premier milieu ; i_1 : angle d'incidence

n_2 : indice de réfraction du second milieu ; i_2 : angle de réfraction

Dans le cas de la figure 4. $n_1 = n_{\text{air}}$ et $n_2 = n_{\text{eau}}$, on écrit dans ce cas :

$$n_{\text{air}} \cdot \sin i_1 = n_{\text{eau}} \cdot \sin i_2$$

Autre exemple : la fibre optique est entourée d'une gaine

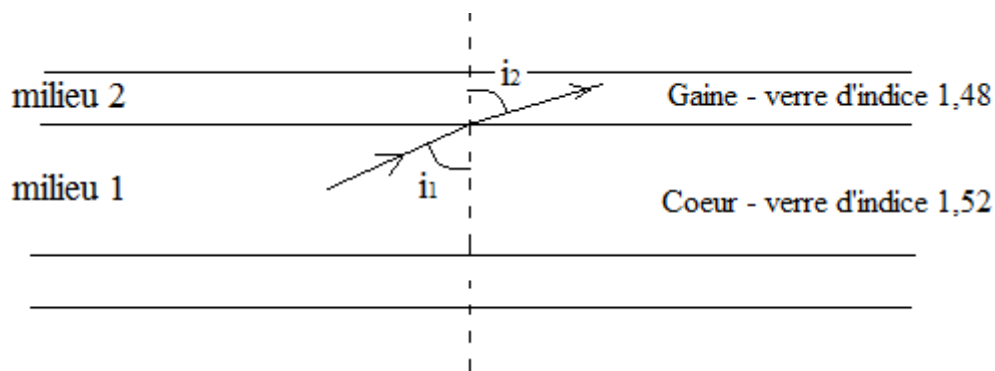


Fig.5 : Propagation d'un rayon lumineux à l'intérieur d'une fibre optique

Dans ce cas la loi de réfraction de Snell-Decartes s'écrit :

$$n_c \cdot \sin i_1 = n_g \cdot \sin i_2 \quad c : \text{cœur de la fibre} ; g : \text{gaine}$$

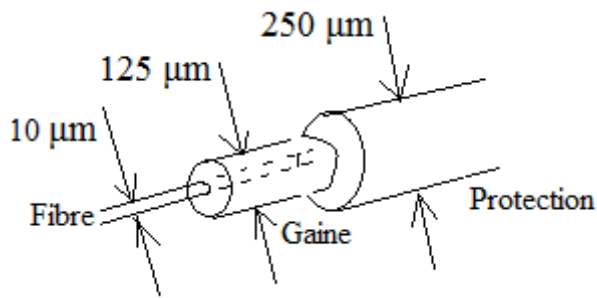


Fig. 6 : Schéma d'une fibre optique enveloppée dans gaine

Exemple d'application de la loi de Snell-Descartes :

On a une fibre optique dans une gaine et on demande de déterminer l'angle limite de réfraction.

L'angle limite de réfraction est l'angle maximale qui permet une réfraction, au-delà de cet angle le rayon sera complètement réfléchi.

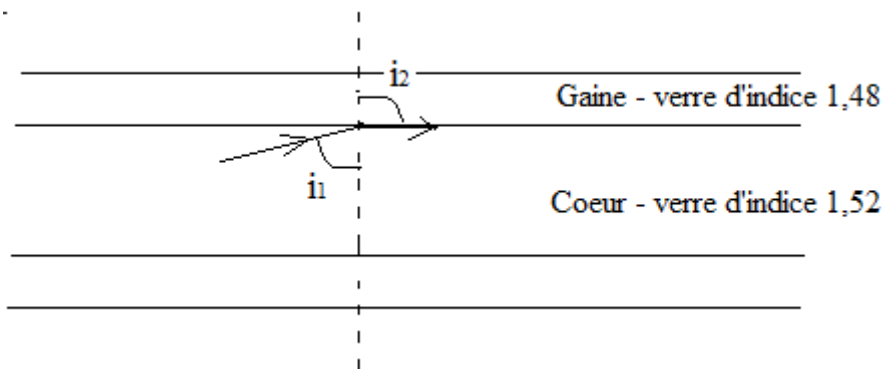


Fig. 7

$n_c \cdot \sin i_1 = n_g \cdot \sin i_2$ où $i_2 = 90^\circ$ et puisque $\sin 90^\circ = 1$, on peut la relation précédente comme : $\sin i_1 = n_g / n_c = 1,48 / 1,52$

et $i_1 = \arcsin (1,48 / 1,52) 76,8^\circ$

Ce résultat signifie que si $i_1 > 76,8^\circ$ on aura une réflexion totale du rayonnement, et c'est bien le but d'une fibre optique, puisque on ne veut pas que l'information soit perdue. Tout rayonnement voyage dans le cœur de la fibre optique.

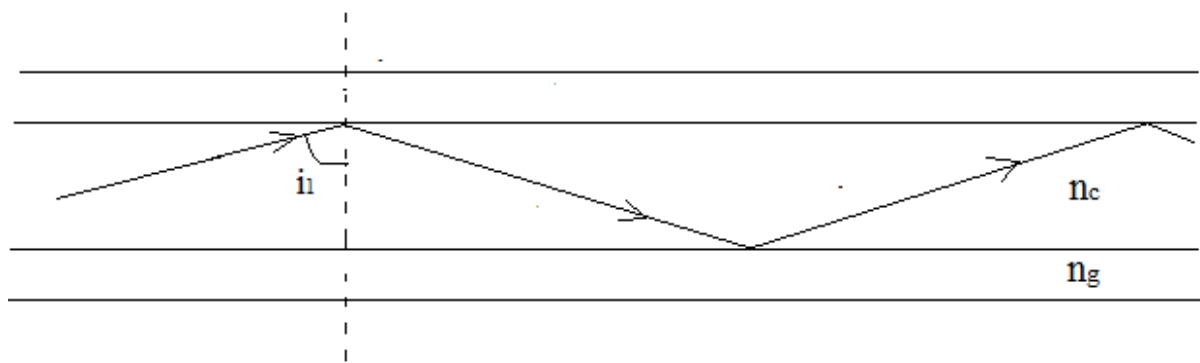


Fig. 8 : Voyage d'un rayon laser à l'intérieur d'une fibre optique