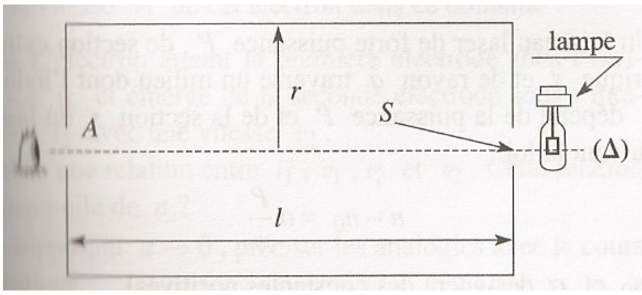
# Optique géométrique série n°1 : Les lois de l'optique géométrique

## Exercice 1 : Que voit l'oeil ?

Un œil regarde une lampe à travers un cylindre dont les parois internes sont réfléchissantes. Les bases du cylindre de rayon $r$ et de hauteur $\ell$ sont percées de deux petits trous. Que voit l'œil ?

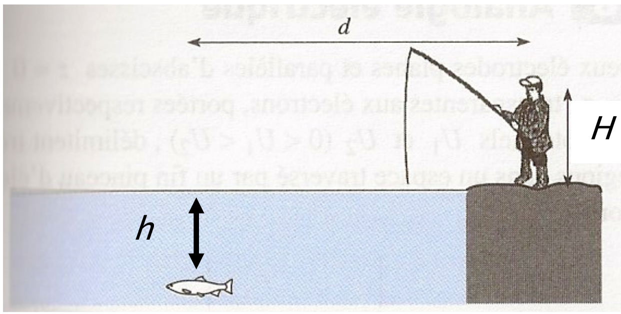



## Exercice 2 : Pêcheur y es-tu ?

Une truite nage dans la rivière à la profondeur $h$.

***a)*** Comment la surface de l'eau lui apparaît-elle : lumineuse, sombre, les deux ?

***b)*** A quelle condition peut-elle apercevoir un pêcheur qui se tient sur la rive de cette rivière ?




<u>Donnée:</u> L'indice de l'eau est $n = 1{,}33$.

**<u>Indications</u> Lorsqu'un œil voit un objet (que celui-ci soit net ou non), cela signifie que cet objet envoie de la lumière vers l'œil. La surface de l'eau paraîtra lumineuse si des rayons issus de l'extérieur « atteignent la truite ».**

## Exercice 3 : Déviation d'un faisceau lumineux

Kepler utilisa la réflexion totale interne dans un bloc de verre pour dévier un faisceau lumineux (figure ci-dessous).

***a)*** Si le bloc a un indice de réfraction de 1,35 et qu'il est entouré d'air $(n = 1)$, pour quelles valeurs de l'angle d'incidence $i$ sur la face supérieure a-t-on une réflexion totale interne sur la face verticale ?

***b)*** Pour un angle d'incidence $i$ sur la face supérieure, quelle doit être la valeur minimale de l'indice de réfraction pour qu'il y ait réflexion totale interne sur la face verticale ?

***c)*** On suppose que le bloc est immergé dans l'eau $(n = 1{,}33)$ et que seule sa face supérieure est au-dessus de l'eau. On donne $i = 45°$. Quelle serait la valeur minimale de l'indice de réfraction du verre dans ce cas ?

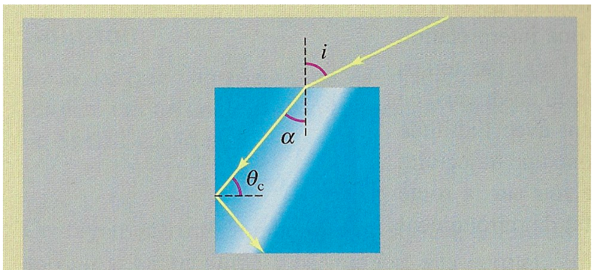


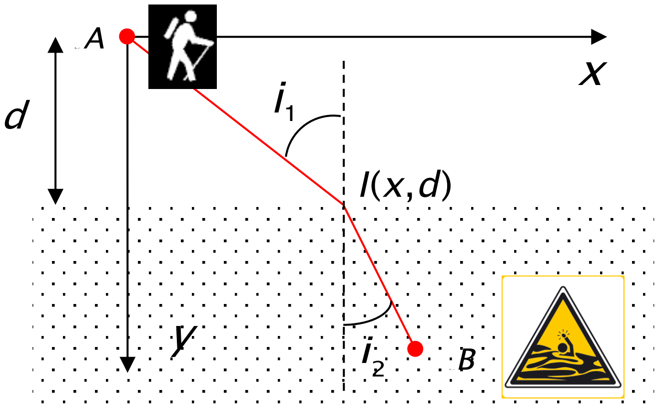

**Figure 4.18 ▲**
Un rayon pénètre dans un bloc de verre et subit une réflexion totale interne sur la face verticale.

**Exercice 4 : Justification de la loi de réfraction par le principe de moindre temps de Pierre de Fermat 1638)**

**a) _Sens physique_**

A l'instant $t=0$, un promeneur situé en un point $A(x=0, y=0)$ aperçoit un baigneur qui se trouve en difficulté en un point $B(x_B, y_B)$ d'un lac.

Ce promeneur se met à courir suivant $AI$ à la vitesse constante $v_1$ et à nager suivant $IB$ à la vitesse $v_2$. Les trajets rectilignes $AI$ et $IB$ sont inclinés de $i_1$ et $i_2$ par rapport à l'axe $Ay$.




Etablir la relation entre $i_1$, $i_2$, $v_1$ et $v_2$ pour que le promeneur parvienne en $B$, le plus vite possible.

**b) _Aspect optique_**

A présent, le sol et le lac sont remplacés par des milieux d'indices respectifs $n_1$ et $n_2$.

On place en $A$ une source lumineuse ponctuelle et en $B$ l'œil de l'observateur. Interpréter la loi de la réflexion de Descartes.

**_Indications_ : Calculer les distances $AI$ et $IB$ à l'aide des coordonnées cartésiennes des points considérés. En déduire le temps de parcours qui va dépendre de $x$. Utiliser une dérivée pour exprimer un minimum. Faire apparaître $\sin i_1$ et $\sin i_2$.**

**Exercice 5 : Prisme, conditions d'émergence**

Le prisme est un dispositif optique (en verre) qui permet de disperser la lumière et de permettre entre autres de mesurer des longueurs d'onde. Le prisme a été utilisé par Newton dans sa fameuse expérience pour décomposer la lumière.

**a)** Montrer, en utilisant les lois de la géométrie dans les triangles **IJ'I'** et **IJI'**, que $\underline{r+r'=A}$ et que $\underline{i+i'-A=D}$ où $D$ est l'angle de déviation du faisceau incident.

**b)** A partir de la question précédente et des lois de Snell-Descartes, montrer que dans le cas des petits angles, la déviation est donnée par $\underline{D=A(n-1)}$.

**c)** Montrer que l'émergence d'un rayon en $I'$, d'un prisme d'angle $A$ et d'indice $n$, n'est possible que si $i \geq i_0$ et préciser l'expression de $i_0$.

**d)** Déduire du principe du retour inverse de la lumière une seconde condition d'émergence portant sur l'angle $A$. Faire l'application numérique pour $n=1.5$ et $A=60°$.

**_Indications_ : Partir d'une condition sur le rayon lumineux qui sort du prisme et remonter de proche en proche au rayon incident pour en déduire une condition sur ce dernier.**