

Lois générales de l'optique géométrique

1. Dispersion de la lumière par un verre ☺

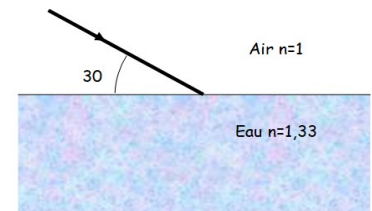
Un laser émet dans l'air une radiation lumineuse monochromatique rouge de fréquence $f = 4,41.10^{14}$ Hz.

On rappelle que l'indice optique de l'air est $n_{air} = 1,00$ et la vitesse de la lumière dans le vide $c = 3,00.10^8$ m.s⁻¹.

a) Calculer la longueur d'onde λ_r associée à cette lumière dans l'air.

b) Dans le verre d'indice optique $n = 1,51$, montrer que la longueur d'onde change et devient $\lambda_{rv} = \frac{\lambda_r}{n}$. Quelle couleur prend alors le faisceau ?

c) On envoie maintenant un faisceau de lumière blanche depuis l'air sur du verre avec un angle d'incidence $i = 40,0^\circ$. Le verre étant un milieu dispersif, son indice obéit à la loi de Cauchy $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$ en notant λ la longueur d'onde de la lumière dans le vide et avec les constantes $A = 1,504$ et $B = 4,188.10^{-15}$ m². Calculer l'angle de réfraction r pour un rayon dans le bleu ($\lambda_b = 400$ nm) puis pour un rayon dans le rouge ($\lambda_r = 800$ nm). Quelle est la couleur la plus déviée ?



2. Réfraction-réflexion ☺

Dans la situation présentée ci-contre, déterminer les angles de réfraction et de réflexion et tracer les rayons.

3. Détermination de l'indice d'un liquide ☺

Un rayon lumineux dans l'air tombe sur la surface d'un liquide ; il fait un angle de $\alpha = 56^\circ$ avec le plan horizontal. La déviation entre le rayon incident et le rayon réfracté est $\theta = 13,5^\circ$.

- 1) Faire un schéma précisant les angles α et θ ainsi que l'angle d'incidence i et l'angle de réfraction r .
- 2) Exprimer i et r en fonction de α et θ .
- 3) En déduire l'indice n du liquide.

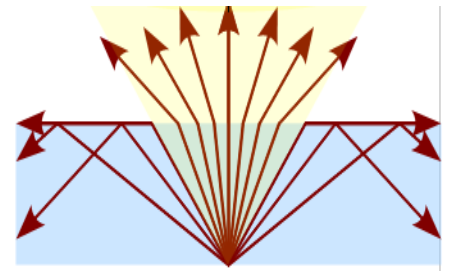
Rep : $n = 1,6$

4. Éclairage d'un bassin ☺☺

Un bassin de profondeur $h=1$ m est totalement rempli d'eau, d'indice $n=4/3$. L'indice de l'air est pris égal à 1. Au fond du bassin est placée une source ponctuelle émettant de la lumière dans toutes les directions.

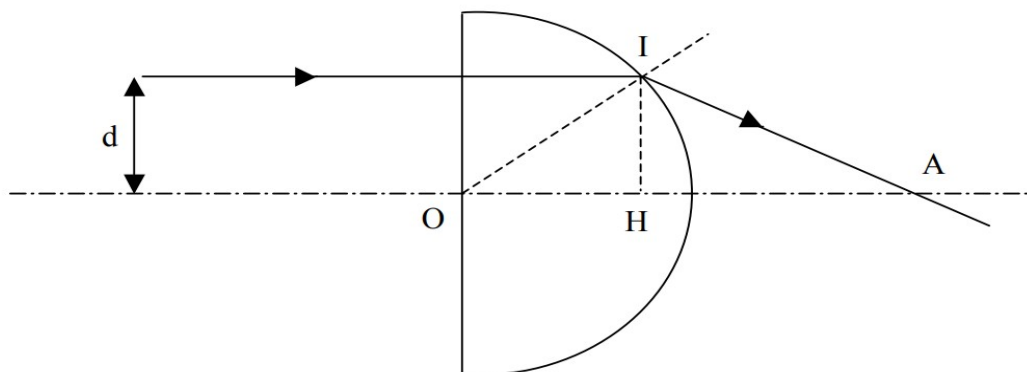
- a) Expliquer le dessin ci-contre
- b) Quel est le rayon R du disque lumineux qui se forme à la surface de l'eau ?

Rep : $R = 1,13$ m



5. Trajet d'un rayon dans une demi-boule (d'après concours Centrale – Supélec) ☺☺☺

On étudie le comportement d'un rayon lumineux dans une demi-boule de centre O et de rayon R , constituée d'un milieu transparent d'indice n . L'air environnant a un indice que l'on prendra égal à 1.



Le rayon arrive normalement sur la face plane de la demi-boule, il est écarté d'une distance d par rapport à l'axe optique. On note I le point d'incidence sur la partie sphérique, i l'angle d'incidence et r l'angle de réfraction en ce point. Le rayon émergent, lorsqu'il existe, coupe l'axe en A .

1) Pour quelle valeur limite d_{lim} y a-t-il réflexion totale en I ?

On considère maintenant que $d < d_{lim}$.

2) Exprimer la distance OA en fonction de R , i et r . On pourra s'aider du point auxiliaire H .

3) En déduire la position limite F' du point A lorsque d est « très » petit. On donnera l'expression de OF' en fonction de R et n .
On utilisera pour cette question : si $\theta \ll 1$, $\cos \theta \approx 1$, $\tan \theta \approx \sin \theta$.

4) Que représentent en pratique le point F' et la distance OF' ?

On rappelle que $\sin(a-b) = \sin(a)\cos(b) - \sin(b)\cos(a)$.

Rep 1): $R = n d_{\text{lim}}$

6. Réfractomètre ☺☺

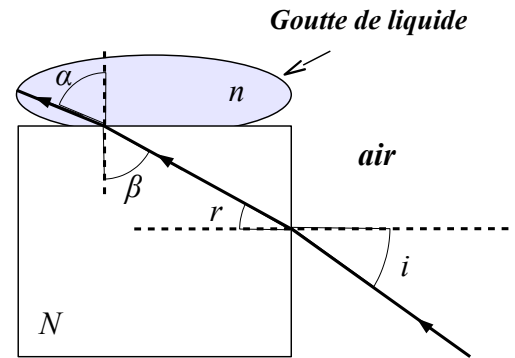
On veut mesurer l'indice n de réfraction d'un liquide. Pour cela on dépose une goutte de ce liquide sur un cube de verre transparent d'indice N élevé tel que $N > n$. On éclaire une des faces latérales du cube avec un rayon lumineux d'incidence i variable (figure ci-contre).

1) Déterminer la condition sur β pour que la goutte soit éclairée (traversée par le rayon lumineux).

2) En déduire la condition sur i en fonction de n et N pour qu'il en soit ainsi.

3) En déduire une méthode de détermination de n grâce à ce dispositif.

On suppose l'indice de l'air égal à 1.



7. Réflexion ou réfraction 🖨

Un rayon lumineux se propage dans un milieu d'indice n_1 , il arrive sur un dioptré séparant le premier milieu d'un milieu d'indice n_2 .

Ecrire une fonction `emergent(n1, n2, i1)` qui prend en entrée l'indice n_1 , l'indice n_2 , l'angle d'incidence i_1 en degré et qui renvoie la nature (réfléchi ou réfracté) du rayon émergent ainsi que la valeur de l'angle réfléchi ou réfracté suivant le cas.

