

**Les grands classiques****Exercice 1 - Dioptré air-eau :**

Un dioptré plan sépare de l'eau (d'indice 1,33) et du verre (d'indice 1,5). Un rayon lumineux arrive sur ce dioptré avec un angle d'incidence de  $65^\circ$ . Construire le(s) rayon(s) émergent(s) dans le cas où le rayon passe de l'eau vers le verre puis dans le cas inverse.

**Exercice 2 - Rotation d'un miroir plan :**

Un miroir plan est un dioptré où toute la lumière se réfléchit en suivant la loi de la réflexion. Un rayon lumineux frappe un miroir plan sous incidence normale. On tourne le miroir d'un angle  $\alpha$  et on observe une déviation angulaire  $\beta$  du rayon réfléchi. Déterminer la relation entre  $\alpha$  et  $\beta$ .

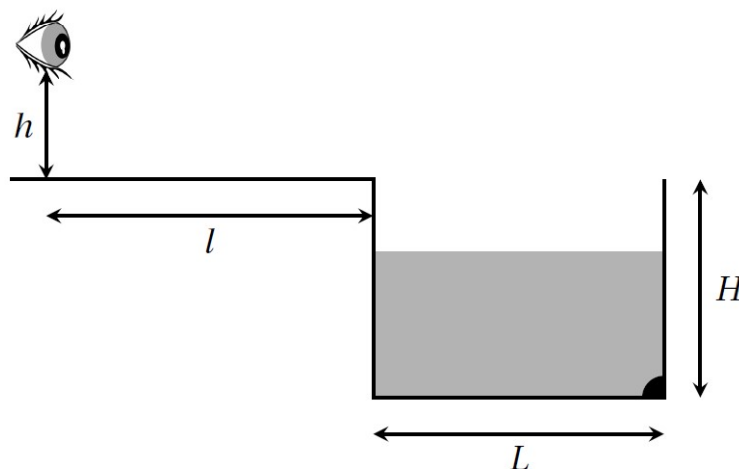
**Exercice 3 - Prisme à réflexion totale :**

On considère un prisme droit dont la base est un triangle ABC rectangle isocèle en A. L'indice du verre qui le constitue est  $n = 1,5$ .

1. On envoie sur la face BC du prisme un rayon lumineux perpendiculairement à cette face. Déterminer le trajet de ce rayon.
2. Même question si le rayon est envoyé sur la face BA, perpendiculairement à celle-ci.

**Exercice 4 - Ampoule au fond d'une piscine :**

Une ampoule, assimilée à un point matériel, est située au fond d'une piscine de profondeur  $H = 2\text{m}$  et de largeur  $L = 2\text{m}$ . Une personne se tient à une distance  $l = 3\text{m}$  du bord de la piscine, son œil est à une hauteur  $h = 1,5\text{m}$  par rapport au sol.



1. Dans le cas où la piscine est vide, tracer le rayon lumineux qui part du spot et passe par l'extrémité gauche de la piscine.
2. Même question lorsque la piscine est pleine à ras-bord.

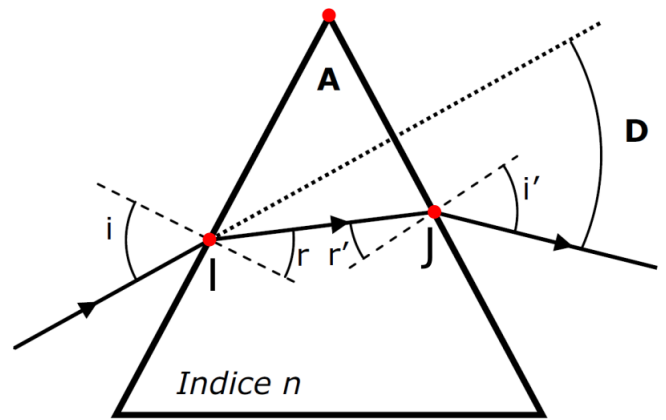
Un observateur ne verra pas le spot si le rayon lumineux passe au dessus de sa tête.

3. L'observateur voit-il l'ampoule quand la piscine est vide ?
4. L'observateur voit-il l'ampoule quand la piscine est remplie à ras-bord ?  
L'indice de réfraction de l'eau vaut  $n = 1,33$ .

**Exercice 5 - Le prisme :**

On considère un prisme isocèle d'angle au sommet  $\alpha$ .

1. En considérant le triangle  $AIJ$ , donner un lien géométrique entre l'angle  $\alpha$ ,  $r$  et  $r'$ .
2. Exprimer la déviation  $D$  en fonction de  $\alpha$ ,  $i$  et  $i'$ .
3. Montrer que aucun rayon ne peut sortir par l'autre face du prisme si  $\alpha > \sin^{-1}(1/n) + r$ . En cherchant la valeur maximale de  $r$ , donner la valeur maximale de  $\alpha$  qui empêche les rayons de sortir du prisme.



La loi de Cauchy donner l'indice optique du verre en fonction de la longueur d'onde de la lumière :

$$n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

4. Donner la dimension de  $A$  et  $B$ .

On considère par la suite deux rayons de couleur bleu et rouge.

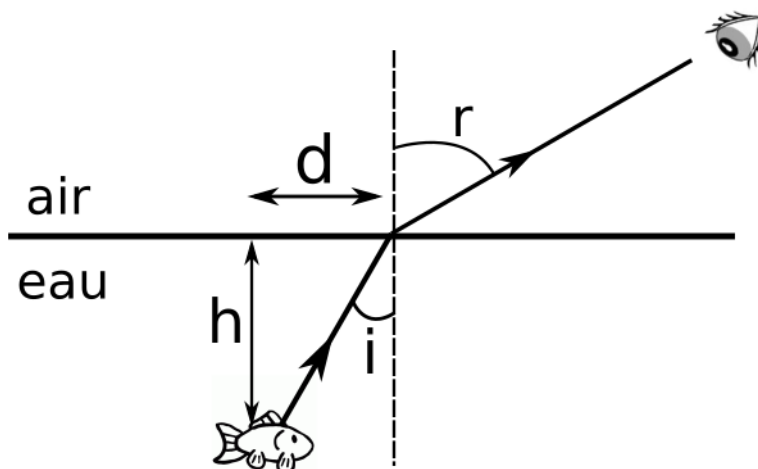
5. Pour un verre suivant la loi de Cauchy, dessiner la trajectoire des deux rayons lumineux.

On peut démontrer (ce n'est pas demandé ici) que la déviation  $D$  est minimale si  $i = i'$ .

6. (\*) Exprimer l'indice optique  $n$  du prisme en fonction de  $\alpha$  et  $D_m$ , l'angle minimale de déviation.

**Exercice 6 - Un poisson dans l'eau :**

On observe un poisson supposé ponctuel à une profondeur  $h = 50\text{cm}$ . Un pêcheur observe, avec un angle  $r = 30^\circ$ , l'image du poisson au travers du dioptre formé par la surface de l'eau. On appelle  $n_e$  l'indice optique de l'eau et  $n_a = 1$  l'indice optique de l'air.



1. En prolongeant le rayon entrant dans l'œil de l'observateur, trouvé le point à la verticale du poisson où le pêcheur pense le voir.
2. Par une étude géométrique, exprimer les sinus des angles  $i$  et  $r$  en fonction de  $d$ ,  $h_1$  et  $h$ .

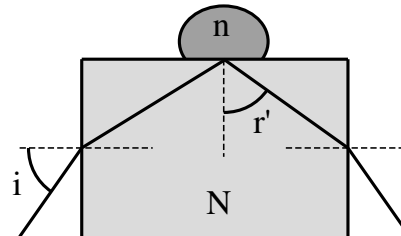
3. Montrer alors que la profondeur  $h_1$  de l'image du poisson vue par le pêcheur est :

$$h_1 = \frac{h}{n_e} \sqrt{\frac{1 - \sin^2(r)}{1 - (\sin(r)/n_e)^2}}$$

4. Faire l'application numérique de  $h_1$ .

### Exercice 7 - Etude d'un réfractomètre(\*) :

On considère un réfractomètre de Pulfrich, composé d'un cylindre vertical de verre d'indice  $N$ , dont la face supérieure est plane et perpendiculaire à son axe. On y dépose une goutte du liquide à étudier d'indice inconnu  $n$  et on éclaire le dispositif avec un faisceau lumineux monochromatique sous l'incidence  $i$ .



1. On considère le cas d'une réflexion totale sur le dioptre  $N \rightarrow n$ . Exprimer, en fonction de  $n$  et  $N$ , la valeur limite  $i_0$  de  $i$  au delà de laquelle il n'y a plus de réflexion totale.

2. En déduire le principe de la mesure. Peut-on mesurer n'importe quelle valeur d'indice ?

3. Exprimer  $n$  en fonction de l'indice connu  $N$  du support et de l'angle  $i_0$ .

4. Application numérique. On prend  $N = 1,626 \pm 0,001$  et  $i_0 = 60^\circ \pm 2'$ . Calculer  $n$  et les incertitudes absolue et relative sur sa valeur.

$$Reponses : N \sin r' = n \sin i_0 = n \sqrt{N^2 - \sin^2 i_0} ; n = 1,376 \pm 0,002$$