

O1 – Bases de l'optique géométrique

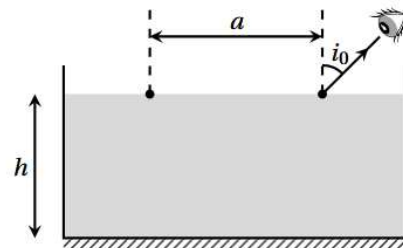
Exercice : Une histoire de pièce

On jette une pièce au fond d'une piscine vide. La pièce se trouve à 80 cm du bord de la piscine. La profondeur de la piscine est de 2 m. Une personne, mesurant 1,70 m se trouve à 85 cm du bord.

- Q1.** Cette personne voit-elle la pièce au fond de la piscine ?
- Q2.** On remplit la piscine d'eau ($n_{eau} = 1,33$). Quelle doit être sa hauteur minimale pour apercevoir la pièce ?
- Q3.** Notre cerveau ne perçoit pas le changement de direction du rayon lumineux. Il a l'impression que celui-ci se déplace toujours en ligne droite. On a donc l'impression de voir la pièce moins profonde qu'elle ne l'est réellement. Quelle est alors la hauteur h' d'eau que l'on a l'impression de voir ?

Exercice : Mesure de l'indice d'un liquide

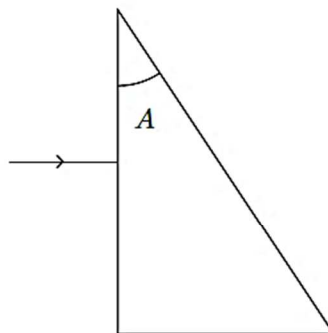
Deux fils parallèles, distants de a , sont maintenus à la surface d'un liquide d'indice n . Le liquide est placé dans une cuve dont le fond est argenté, sur une hauteur h . On observe l'un des fils sous une incidence i_0 donnée et on règle h de manière à ce que l'image de l'autre fil coïncide avec le fil observé.



1. Représenter le trajet du rayon lumineux observé issu du deuxième fil.
2. En déduire l'expression de n en fonction de i_0 , a et h .
AN : $i_0 = 60,0^\circ$, $a = 10,0 \text{ cm}$, $h = 5,80 \text{ cm}$.

Exercice : Déviation par un prisme

On considère un prisme droit (possédant un angle droit) d'indice n . On éclaire ce prisme par un rayon arrivant en incidence normale.

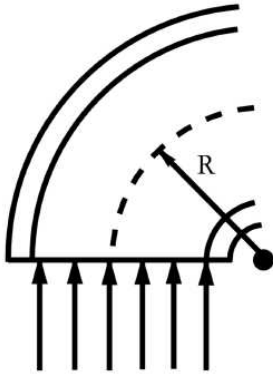


1. Schématiser le trajet du rayon lumineux.
2. En supposant tous les angles faibles, établir que la déviation D du rayon lumineux s'exprime :

$$D = (n - 1)A.$$

Rayon minimal de courbure d'une fibre

Une fibre optique est constituée d'une âme en verre d'indice $n_1 = 1,66$ et de diamètre $d = 0,05$ mm entourée d'une gaine en verre d'indice $n_2 = 1,52$. On courbe la fibre éclairée sous incidence normale.



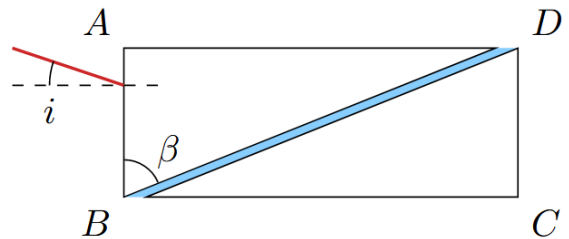
1. Montrer que la courbure maximale correspond à un rayon de courbure R tel que :

$$R > \frac{d}{2} \times \frac{n_1 + n_2}{n_1 - n_2}.$$

Exercice : Réfractomètre d'Abbe

Un réfractomètre d'Abbe est un appareil servant à mesurer des indices optiques, très utilisé notamment à des fins de caractérisation rapide d'échantillons.

Ce réfractomètre est composé de deux prismes identiques, d'indice $n_0 = 1,732$, à base en forme de triangle rectangle. L'angle au sommet β vaut 60° . Entre ces prismes est intercalé un film de liquide d'indice n que l'on cherche à déterminer. Pour ce faire, le réfractomètre est éclairé par la face AB par un rayon d'angle d'incidence i réglable.

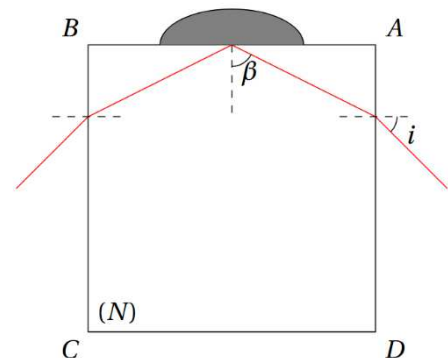


- Q1.** Si le rayon sort par la face CD, quelle sera sa direction ? Répondre par un argument physique sans calcul, éventuellement à confirmer (ou deviner !) par un schéma propre.
- Q2.** Expliquer comment la mesure de l'angle d'incidence pour laquelle le rayon transmis ne sort plus par la face CD mais par la face AD permet d'en déduire la valeur de l'indice du liquide.
- Q3.** Que vaut cet indice si l'angle d'incidence critique vaut $18,0^\circ$?
- Q4.** Quelles sont les limites d'utilisation du dispositif ?

Exercice : Réfractomètre de Pulfrich

On veut mesurer l'indice de réfraction n d'un liquide. On dépose une goutte de ce liquide sur un cube de verre transparent d'indice $N = 1,50$. On éclaire ce cube par un faisceau lumineux d'incidence i variable sur la face d'entrée AD.

On mesure la valeur de l'angle limite d'incidence i_l pour lequel la goutte apparaît lumineuse.



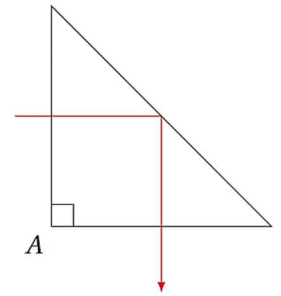
- Q1.** Justifier pourquoi, pour $i \geq i_l$, la goutte est si lumineuse.
- Q2.** Déterminer alors l'indice de réfraction n en fonction de N et i_l .
- Q3.** Montrer que ce réfractomètre mesure des indices n compris entre deux valeurs à déterminer.

Exercice : Prisme à réflexion totale

On considère un prisme d'angle au sommet $\hat{A} = 90^\circ$. On cherche à dévier un faisceau de 90° avec (c'est un dispositif qu'on trouve dans les jumelles par exemple).

On injecte pour cela le faisceau perpendiculairement à une face, celui-ci se réfléchit sur la base du prisme, puis ressort perpendiculairement à la seconde.

- Q1.** Calculez l'indice du verre permettant une réflexion totale sur la base du prisme.
- Q2.** On considère un rayon faisant un angle i avec la normale à la surface d'entrée. Le rayon émergent est-il encore perpendiculaire au rayon incident ?



Exercice : Optique aquatique et fenêtre de Snell

On dispose d'un aquarium et d'un laser. L'indice optique de l'air vaut 1. Celui de l'eau 1,33.

- Q1.** Le rayon issu du laser arrive avec un angle d'incidence de 50° à la surface de l'eau. Calculer l'angle réfléchi et l'angle réfracté.
- Q2.** On plonge cette fois-ci le laser dans l'eau (oui, il est étanche). L'angle d'incidence est de 35° . Calculez l'angle réfracté avec lequel émerge le rayon laser. Commentez.

La *fenêtre de Snell* est le phénomène par lequel un spectateur situé à plusieurs mètres sous l'eau et regardant vers la surface ne voit ce qui est au-dessus de la surface qu'à travers un cône de perception de la lumière. La zone située à l'extérieur de cette « *fenêtre* » apparaît au spectateur soit complètement sombre soit réfléchit le décor subaquatique ou la partie inférieure d'objets semi-immergés.



- Q3.** Comment expliquer ce phénomène ?
- Q4.** Déterminer l'angle entre les bords du cône de perception et la verticale.