# TD1 – Introduction à l'optique géométrique

## EXERCICE 1 : Indice du diamant (⋆)

Un faisceau laser se propage dans l'air et pénètre dans un diamant naturel. Le rayon incident fait un angle de 30° avec la normale, et le rayon réfracté un angle de 12° avec la normale. Déterminer l'indice de réfraction du diamant.

## EXERCICE 2 : Aquarium (⋆)

La paroi d'un aquarium est constituée d'une lame de verre à faces parallèles, d'épaisseur 5,0 mm. L'indice optique de l'air est $n_1 = 1,00$, celui du verre est $n_2 = 1,50$ et celui de l'eau est $n_3 = 1,33$. Un rayon lumineux arrive sur la paroi (côté air) sous un angle d'incidence $i_1$ et ressort de la paroi (Côté eau) sous un angle d'incidence $i_3$. On appelle $i_2$ l'angle d'incidence du rayon lumineux dans la lame de verre.

1. Sachant que $i_1 = 46°$, calculer $i_2$ et $i_3$.
2. Existe-t-il un phénomène de réflexion totale pour les rayons pénétrant dans l'aquarium ?
3. Existe-t-il un phénomène de réflexion totale pour les rayons sortant de l'aquarium ?

## EXERCICE 3 : Mesure de l'indice optique d'un liquide (⋆)

Un rayon lumineux dans l'air tombe sur la surface libre d'un liquide ; il fait un angle $\alpha = 56°$ avec le plan horizontal. La déviation entre le rayon incident et le rayon réfracté est $\theta = 13,5°$. Quel est l'indice optique $n$ du liquide ?

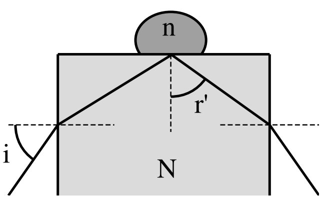
## EXERCICE 4 : Prisme de réflexion totale (⋆⋆)

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 5 : Étude d'un réfractomètre à réflexion totale (⋆⋆)

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 incidence $i$.




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

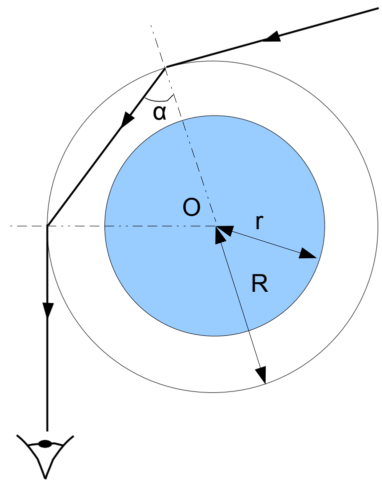
**2.** En déduire le principe de la mesure. Peut-on mesurer n'importe quelle valeur d'indice ?

**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 $i_0 = 60° \pm 2'$. Calculer $n$.

## EXERCICE 6 : Optique dans un thermomètre (⋆⋆⋆)

On considère un thermomètre à colonne de mercure, dont l'enveloppe est un cylindre en verre d'indice $n$, de rayon extérieur $R$ et de rayon intérieur $r$. La figure ci-dessous représente la trajectoire d'un rayon lumineux arrivant sur le thermomètre en incidence rasante et émergent en direction d'un observateur.




**1.** Déterminer l'expression de l'angle $\alpha$ de la figure en fonction de l'indice optique du verre $n$.

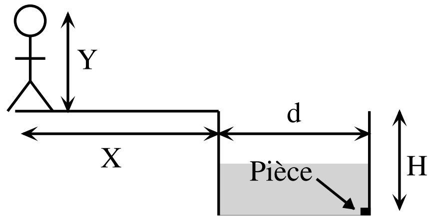
**2.** Montrer que si le rayon arrive en incidence rasante, il émerge de même.

**3.** À partir d'une certaine valeur de $r$ le rayon intérieur, l'observateur a l'impression que le mercure remplit entièrement la cylindre (l'épaisseur du verre n'est plus visible). Faire le schéma correspondant et expliquer.

**4.** Déterminer la valeur limite du rapport $r/R$ pour atteindre cette situation. Faire ensuite l'application numérique avec $N = 1,5$.

## EXERCICE 7 : Pièce dans une piscine (⋆⋆⋆)

On donne $X = 4\,\text{m}$, $Y = 2\,\text{m}$, $d = 4\,\text{m}$ et $H = 2,5\,\text{m}$. Calculer la hauteur d'eau minimale dans la piscine pour que l'homme puisse voir la pièce de monnaie. On rappelle l'indice de l'eau $n = 1,33$.

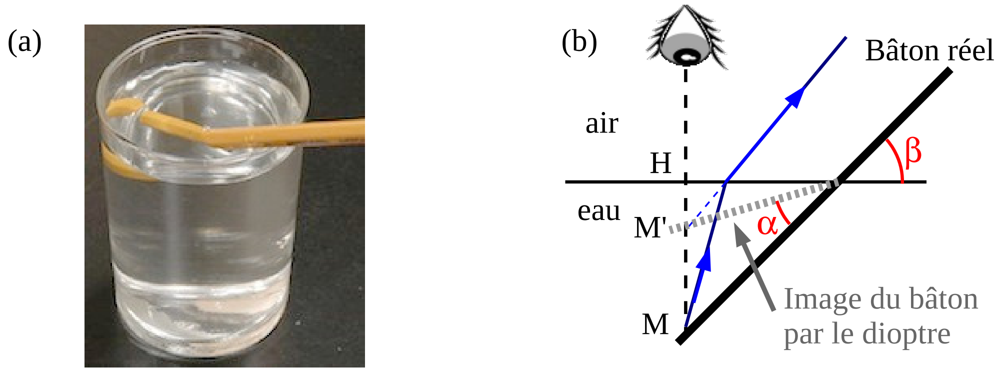



*Cet exercice peut être complexe et calculatoire suivant la méthode choisie.*

## EXERCICE 8 : Expérience du bâton brisé (★ ★ ★★)

Lorsque l'on plonge un crayon dans un verre d'eau et qu'on regarde par dessus, comme sur la figure, le crayon semble brisé au niveau de la surface libre du liquide.

Afin d'expliquer ce phénomène, on considère un œil situé à la verticale d'un point M du bâton, comme représenté sur le schéma.




(a) Photo de l'expérience. - (b) Schéma de la situation.

1. Montrer que, pour l'œil, les rayons issus de M semblent provenir d'un point M' dont on déterminera la position $\overline{\mathrm{HM'}}$ en fonction de $\overline{\mathrm{HM}}$ et de l'indice $n$ de l'eau. On se limitera à des rayons faisant un angle faible avec la verticale (on pourra alors dire que $\tan(\alpha) \approx \sin(\alpha) \approx \alpha$ pour ces angles faibles).
2. En déduire que, pour l'œil, le bâton se casse d'un angle $\alpha$ dont l'on exprimera en fonction de $\beta$ et $n$. (on se limitera à une expression de $\tan\alpha$).
3. Déterminer la valeur maximale $\alpha_{\max}$ de $\alpha$ et faire l'application numérique pour l'eau ($n = 1{,}33$).