Chapitre 8
Réfraction et décomposition de la lumière

Révision et Résumé

Réfraction La réfraction de la lumière est traitée dans votre livre, pages 48 à 50. Je vous conseille d'étudier ces pages.

Dispersion La dispersion de la lumière est traitée des pages 51 à 53 de votre livre. Pensez à consulter ces pages.

Exercices

N'oubliez pas l'exercice résolu page 54

Nature de la lumière

8.1 **N°1 p. 55 : Trouver les mots manquants**

8.2 **N°2 p. 55 : Vrai ou faux ?**

Longueur d'onde

8.3 **N°17 p. 56**

8.4 **N°16 p. 56**

Réfraction, sans calculs

8.5 **N°3 p. 55 : QCM**

8.6 **Milieu plus réfringent**

« Quand la lumière pénètre dans un milieu plus réfringent, elle se rapproche de la normale. »

a. Rechercher la signification des mots « réfringent » et « normale ».

b. En comparant les angles d'incidence et de réfraction, dire ce que signifie l'expression « se rapprocher de la normale ».

c. Faire un schéma illustrant la situation évoquée.

8.7 **N°8 p. 55**

8.8 Pourquoi un bâton apparaît-il plié lorsqu'il est partiellement plongé dans l'eau ?

Réfraction, calculs d'angles

8.9 **N°10 p. 56**

8.10 **N°6 p. 55**

Réfraction, calculs d'indices

8.11 **N°11 p. 56**

8.12 **N°12 p. 56**

Décomposition et dispersion

8.13 **N°25 p. 57**

8.14 **Dispersion** Un rayon lumineux de lumière blanche arrive sur la face d'un prisme en verre (flint), sous un angle d'incidence $i_1 = 60,00^\circ$. Calculer, pour les trois radiations du tableau ci-dessous, les angles i_2 de réfraction.

Couleur	bleue	jaune	rouge
λ (nm)	450	500	700
Indice n	1,668	1,654	1,640

Utilisation de mesures expérimentales

8.15 **N°20 p. 57**

8.16 **Des résultats historiques** En l'an 150, Claudius Ptolémée publia une table des angles d'incidence et de réfraction pour la surface air-eau.

i (°)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
r (°)	0	8	15,5	22,5	29	35	40,5	45,5	50

Ptolémée suggéra que i/r est constant, ce qui n'est pas le cas. Tracer la courbe représentative de $\sin i$ en fonction de $\sin r$. En déduire la valeur de l'indice n du plexiglass.

Des expériences étonnantes

8.17 **L'expérience d'Archimède** Voici un extrait des écrits d'Archimède (-287,-212) : « Si tu poses un objet au fond d'un vase et si tu éloignes le vase jusqu'à ce que l'objet ne se voie plus, tu le verras réapparaître à cette distance dès que tu le rempliras d'eau ».

Faire deux schémas représentant la position de l'œil, le récipient et l'objet. Tracer le trajet des rayons lumineux partant du sommet de l'objet avec et sans eau.

8.18 **Piscine** Une personne dont les yeux sont à 2 m du sol se tient debout à 4 m du bord d'une piscine profonde de 2,5 m et large de 4 m. Une pièce de monnaie se trouve au fond de la piscine du côté opposé. Jusqu'à quelle hauteur la piscine doit-elle être remplie pour que la personne puisse voir la pièce ?

Corrigé 8
Réfraction et décomposition de la lumière

Exercices

Nature de la lumière

8.1 N°1 p. 55 : Trouver les mots manquants

8.2 N°2 p. 55 : Vrai ou faux ?

a. Faux : l'angle d'incidence est l'angle entre un rayon incident et la normale à la surface de séparation.

b. Vrai : dans l'approximation d'un indice environ égal à un pour l'air, la deuxième loi de Snell-Descartes permet bien d'écrire :

$$1 \times \sin i = n \, \sin r \quad \Leftrightarrow \quad n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

Néanmoins, la définition de l'indice n d'un milieu est le rapport des célérités de la lumière dans le vide (c) et dans le milieu considéré (v) :

$$n = \frac{c}{v}$$

c. Faux : la décomposition de la lumière par un prisme est un phénomène de dispersion, c'est-à-dire lié au fait que la vitesse de la lumière dépend non seulement du milieu mais aussi de la longueur d'onde.

Longueur d'onde

8.3 N°17 p. 56

8.4 N°16 p. 56

Typiquement, on indique 400 nm et 800 nm pour les longueurs d'onde limites du domaine des radiations visibles ; soit, en mètres et en notation scientifique, $4,00 \times 10^{-7}$ m et $8,00 \times 10^{-7}$ m ; ou encore, en micromètres, $0,400$ μm et $0,800$ μm.

Réfraction, sans calculs

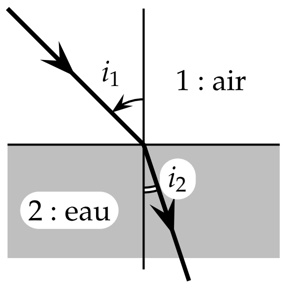
8.5 N°3 p. 55 : QCM

8.6 Milieu plus réfringent

a. Réfringent : capacité à réfracter la lumière. Plus un milieu transparent est réfringent, plus la vitesse de la lumière dans ce milieu est faible, et donc plus son indice est élevé.
Normale : droite perpendiculaire à la surface de séparation entre les deux milieux considérés, au niveau du point d'incidence du rayon lumineux.

b. Dans le cas d'un passage d'un milieu moins réfringent à un milieu plus réfringent, l'angle de réfraction est plus faible que l'angle d'incidence. Les deux angles dont il est question sont des angles aigus, mesurés par rapport à la normale.

c. Schéma typique du passage dans un milieu plus réfringent :



8.7 N°8 p. 55

8.8 Le fait que le crayon soit plié est une conséquence de la réfraction de la lumière à la surface de séparation entre l'eau et l'air. Donc c'est la deuxième loi de Snell-Descartes qui est à l'œuvre pour expliquer ce phénomène.

Réfraction, calculs d'angles

8.9 N°10 p. 56

8.10 N°6 p. 55

On fait l'hypothèse que l'indice de l'air vaut $n_1 = 1,00$. On note $i_1 = 60°$ l'angle d'incidence. On note $n_2 = 1,33$ l'indice du verre, et on recherche l'angle de réfraction i_2 avec la seconde loi de Snell-Descartes :

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad \Leftrightarrow \quad \sin i_2 = \frac{n_1 \sin i_1}{n_2}$$

Application numérique :

$$\sin i_2 = \frac{1 \times \sin 60°}{1,33} = 0,651 \quad \Rightarrow \quad i_2 = 41°$$

Réfraction, calculs d'indices

8.11 N°11 p. 56

8.12 N°12 p. 56

On applique la seconde loi de Snell-Descartes :

$$\sin i = n \, \sin r \quad \Leftrightarrow \quad n = \frac{\sin i}{\sin r} \quad \Leftrightarrow \quad \sin r = \frac{\sin i}{n}$$

i (°)	30	60	**55**	90	0	-
r (°)	17	**38**	20	**50**	**0**	60
n	**1,7**	1,4	2,4	1,3	1,5	1,5

Les trois dernières colonnes sont des cas limites, respectivement incidence rasante (et donc angle limite $r = 50°$ pour le rayon réfracté), incidence nulle $i = r =$

0°, et pour la dernière colonne, un cas impossible à obtenir.

Décomposition et dispersion

8.13 N°25 p. 57

8.14 Dispersion

On utilise la seconde loi de Snell-Descartes :

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad \Leftrightarrow \quad \sin i_2 = \frac{n_1 \sin i_1}{\sin i_2}$$

Pour simplifier on prends $n_1 = 1,000$ pour l'indice de l'air.

Couleur	**bleue**	**jaune**	**rouge**
i_2 (°)	31,28	31,57	31,87

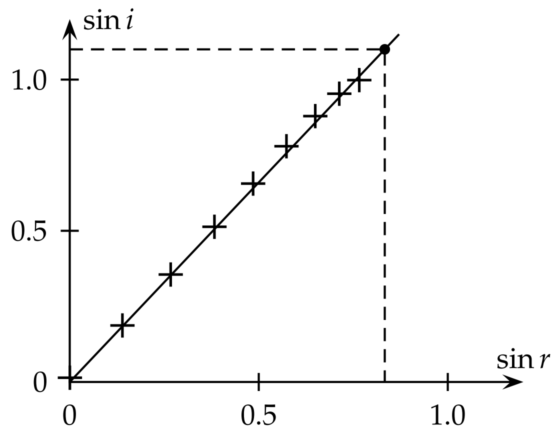
On constate que l'angle de réfraction i_2 varie (faiblement) avec la longueur d'onde (couleur) de la lumière incidente : c'est le phénomène de décomposition de la lumière blanche, due au fait que le milieu est dispersif.

Utilisation de mesures expérimentales

8.15 N°20 p. 57

8.16 Des résultats historiques

Les points expérimentaux semblent alignés ; on trace une droite d'interpolation moyenne, passant par l'origine et par un maximum de points :



Calcul de la pente de cette droite, à partir des coordonnées du point repéré par les pointillés :

$$p = \frac{\Delta(\sin i)}{\Delta(\sin r)} = \frac{1,1-0}{0,83-0} = 1,32 \quad \Rightarrow \quad n = 1,32$$

Cette pente est égal à l'indice, conformément à la seconde loi de Descartes.

Des expériences étonnantes

8.17 L'expérience d'Archimède

8.18 Piscine

Situation pratique

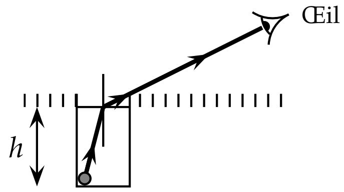
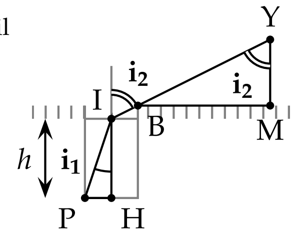


Schéma géométrique



Seconde loi de Descartes, avec $n = 1,33$ pour l'eau et 1 pour l'air :

$$n \sin i_1 = \sin i_2$$

Le rayon lumineux allant de I à Y frôle le bord de la piscine ; l'angle i_2 se retrouve en $\hat{Y}$ dans le triangle (BMY) rectangle en M :

$$\sin i_2 = \frac{\text{BM}}{\text{BY}} = \frac{\text{BM}}{\sqrt{\text{BM}^2 + \text{MY}^2}}$$

La personne se tient à BM = 4 m du bord et ses yeux Y sont à MY = 2 m de haut, donc :

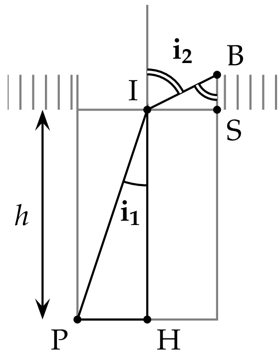
$$\sin i_2 = \frac{4}{\sqrt{4^2+2^2}} = \frac{2\sqrt{5}}{5} \quad \Rightarrow \quad i_2 = 63°$$

En appliquant la seconde loi de Descartes :

$$i_1 = \arcsin\left(\frac{\sin i_2}{n}\right) \quad \Rightarrow \quad i_1 = 42°$$

Dans le triangle (IPH) rectangle en H, en notant h la profondeur de l'eau :

$$\tan i_1 = \frac{\text{PH}}{\text{IH}} = \frac{\text{PH}}{h}$$



Dans le triangle (ISB) rectangle en S, avec 2,5 mètres pour la profondeur de la piscine :

$$\tan i_2 = \frac{\text{IS}}{\text{SB}} = \frac{\text{IS}}{2,5-h}$$

La piscine fait 2 mètres de largeur, donc :

$$\text{PH} + \text{IS} = h \tan i_1 + (2,5-h)\tan i_2 = 2$$

Par commodité — et contrairement à l'usage — on remplace toutes les valeurs numériques pour se retrouver avec une équation du premier degré en h :

$$\Rightarrow \quad 0,9087 \times h + 1,9997 \times (2,5-h) = 2$$

$$\Rightarrow \quad h = \frac{2 - 1,9997 \times 2,5}{0,9087 - 1,9997} = \boxed{2,75 \text{ m}}$$