

Chapitre 5 : Réfraction et réflexion de la lumière

Cours

1. Déviation d'une lumière monochromatique

Monochromatique signifie une seule couleur.

Mono : Une seule

Chroma : Couleur en grec

a. Schéma de la situation expérimentale

Sur le dispositif schématisé ci-dessous (figure 1), un rayon lumineux de couleur rouge se propage dans l'air et vient frapper l'eau. On observe maintenant 2 rayons supplémentaires : Le rayon réfléchi (renvoyé dans l'air) et le rayon réfracté (dévié dans l'eau).

La surface de séparation entre l'air et l'eau est appelée dioptre.

La droite perpendiculaire au dioptre au point d'incidence est appelée normale.

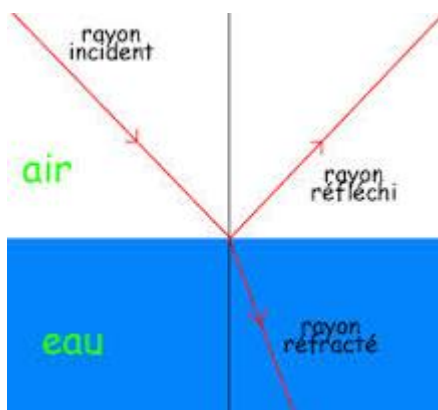


Figure 1

b. Lois de la réflexion (Lois de Snell-Descartes)

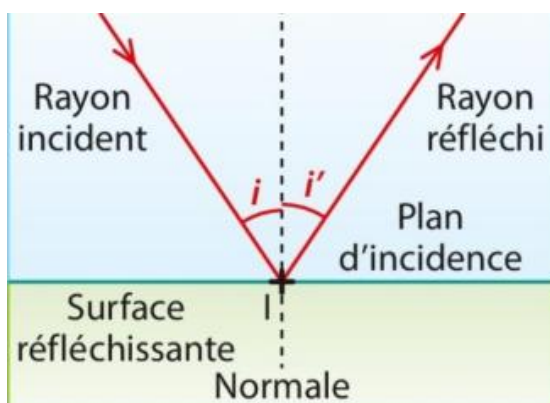


Figure 2

Première loi de la réflexion

Le rayon réfléchi est dans le plan contenant le rayon incident et la normale.

Deuxième loi de la réflexion

Les angles d'incidence et de réflexion sont égaux soit

$$i' = i$$

i : angle d'incidence

i' : angle de réflexion

c. Lois de la réfraction (Lois de Snell-Descartes)

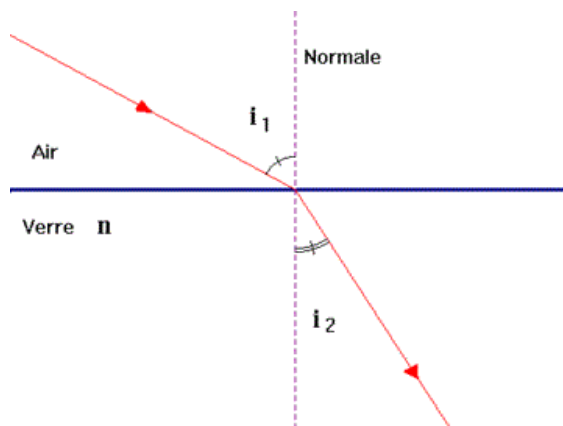


Figure 3

Première loi de la réfraction

Le rayon réfracté est dans le plan contenant le rayon incident et la normale.

Deuxième loi de la réfraction

Les sinus des angles d'incidence et de réfraction sont proportionnels soit

$$\sin(i_1) = n \sin(i_2)$$

i_1 : angle d'incidence

i_2 : angle de réfraction

n : indice de réfraction

Remarques

- On confond volontairement les angles avec leur mesure (souvent en degrés) ;
- n est l'indice de réfraction du milieu étudié par rapport à l'air.

Milieu	vide	air	eau	plexiglass	diamant
Indice	1	1,00	1,33	1,49	2,42

L'indice de réfraction augmente avec la concentration du milieu (voir le tableau ci- dessus).

Application

Un rayon de lumière se propage dans l'air et atteint la surface de l'eau avec un angle d'incidence de $34,0^\circ$. Calculer la valeur de l'angle de réfraction.

Donnée

Indice de réfraction de l'eau : $n = 1,33$

D'après la deuxième loi de Snell-Descartes de la réfraction :

$$\sin(i_1) = n \sin(i_2)$$

$$\text{Donc } \sin(i_2) = \frac{\sin(i_1)}{n}$$

Application numérique

$$\sin(i_2) = \frac{\sin(34,0)}{1,33}$$

$$\sin(i_2) = 0,420$$

La calculatrice donne $i_2 = 24,9^\circ$.

d. Cas général pour la 2° loi de la réfraction

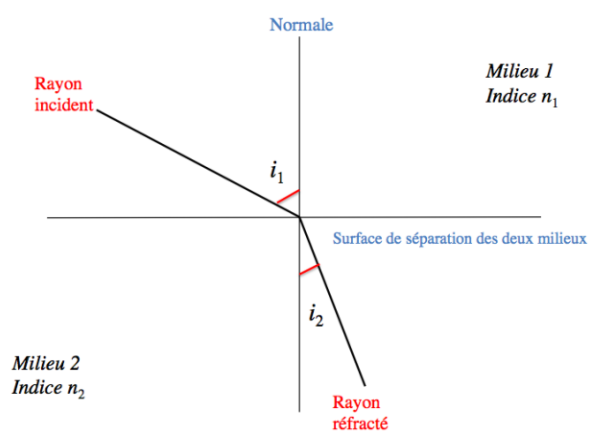


Figure 4

Le milieu dans lequel se propage le rayon incident n'est pas nécessairement le vide ou l'air, son indice de réfraction est noté n_1 (voir figure 4).

Le milieu dans lequel se propage le rayon réfracté est quelconque d'indice de réfraction n_2 (voir figure 4).

L'expérience montre que le sinus de l'angle d'incidence est proportionnel au sinus de l'angle de réfraction, de plus le coefficient de proportionnalité est égal à n_2 / n_1 . On peut donc écrire

$$\sin(i_1) = \frac{n_2}{n_1} \sin(i_2), \text{ donc}$$

$n_1 \sin(i_1) = n_2 \sin(i_2)$

Application

L'un des rayons d'un faisceau de lumière se propageant dans du diamant d'indice de réfraction $n_1 = 2,42$ pénètre dans l'air d'indice de réfraction $n_2 = 1,00$.

Calculer l'angle de réfraction sachant que l'angle d'incidence est de $20,0^\circ$.

D'après la deuxième loi de Snell-Descartes de la réfraction :

$$n_1 \sin(i_1) = n_2 \sin(i_2)$$

$$\text{donc } \sin(i_2) = \frac{n_1 \sin(i_1)}{n_2}$$

Application numérique

$$\sin(i_2) = \frac{2,42 \times \sin(20,0)}{1,00}$$

$$\sin(i_2) = 0,828$$

La calculatrice donne $i_2 = \underline{55,9^\circ}$.

Remarques

- Si le milieu inférieur est plus dense que le milieu supérieur ($n_2 > n_1$) alors le rayon réfracté se rapproche de la normale (voir figure 5 à gauche).
- Si le milieu inférieur est moins dense que le milieu supérieur ($n_2 < n_1$) alors le rayon réfracté s'éloigne de la normale (voir figure 5 à droite).

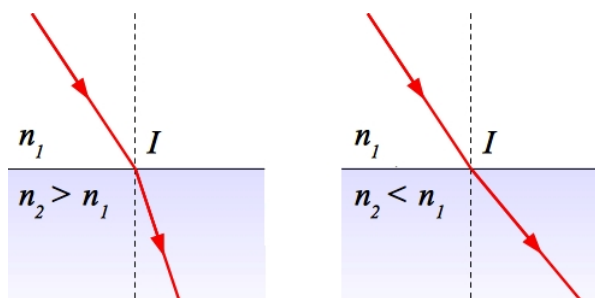


Figure 5

Site internet de simulations :

<https://phet.colorado.edu/fr/simulations/bending-light>

2. Déviation d'une lumière polychromatique

Polychromatique signifie plusieurs couleurs.

Poly : Plusieurs

Chroma : Couleur en grec

a. L'expérience cruciale de Newton

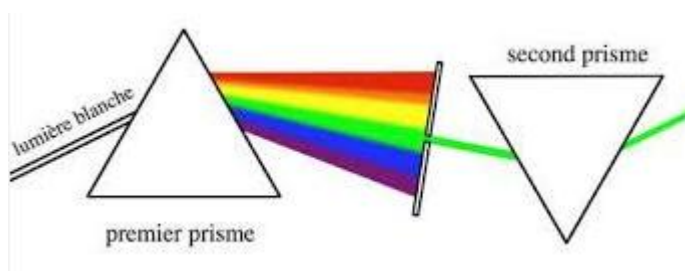


Figure 6

En 1666 Newton envoie un pinceau lumineux (provenant du soleil) sur un prisme en verre. Il obtient les couleurs de l'arc en ciel sur un écran (phénomène déjà connu). A l'aide d'une fente il sélectionne une seule couleur (verte sur la figure 6 ci-dessus) et l'envoie sur un deuxième prisme : La lumière n'est plus décomposée.

Avant lui (Aristote dans l'antiquité) on pensait que les couleurs naissaient lors du passage dans le prisme. Son expérience contredit l'idée d'Aristote et prouve que les différentes couleurs sont déjà présentes dans la lumière blanche.

b. Conséquence sur l'indice de réfraction

La figure 7 prouve que la séparation des couleurs par le prisme est due à la réfraction lors du passage verre-air. Sachant que l'angle de réfraction est le même pour les deux couleurs, il faut admettre que l'indice de réfraction n dépend de la couleur.

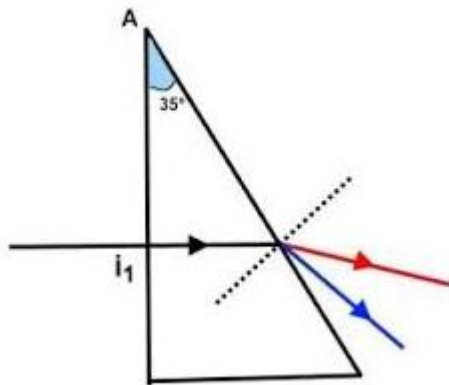


Figure 7

Sur cette deuxième image (figure 8) on comprend que la réfraction lors du passage verre-air ne change pas l'ordre des couleurs. Le violet est plus dévié que le rouge. L'angle entre le prolongement du rayon incident et le rayon réfracté est appelé angle de déviation et est noté D .

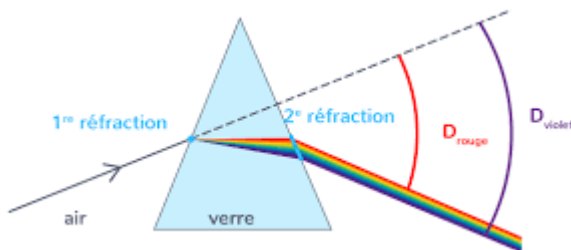


Figure 8

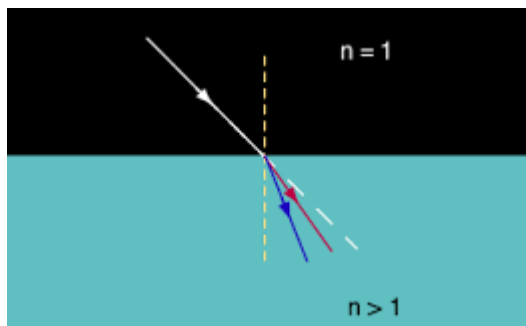


Figure 9

En rapport avec la situation de la photographie ci-avant (figure 9) on peut écrire

$\sin(i_1) = n_{2R} \sin(i_{2R})$ et $\sin(i_1) = n_{2B} \sin(i_{2B})$. On en déduit

$n_{2R} \sin(i_{2R}) = n_{2B} \sin(i_{2B})$ donc

$$\frac{\sin(i_{2R})}{\sin(i_{2B})} = \frac{n_{2B}}{n_{2R}}$$

Le membre de gauche de cette égalité est plus grand que 1 car $i_{2R} > i_{2B}$, on en déduit

$n_{2B} > n_{2R}$.

Remarques

- La décomposition de la lumière en ses différentes composantes est aussi appelée dispersion.
- Outre le prisme pour séparer les couleurs on peut utiliser un réseau.

Exercices

N°	7	page	252
N°	11	page	253
N°	13	page	253
N°	14	page	253
N°	16	page	253
N°	19	page	254
N°	21	page	254
N°	24	page	254
N°	25	page	256
N°	26	page	256
N°	28	page	256