PHYSIQUE-CHIMIE · SECONDE / COURS

Lumière, spectres et réfraction

Astrolab Cours · astrolabcours.fr

01 Le problème

Une paille dans un verre d'eau paraît cassée. Un prisme transforme la lumière du soleil en arc-en-ciel. Le métal chauffé passe du rouge sombre au blanc éblouissant. Ces trois observations racontent la même histoire : la lumière change de direction et de vitesse selon le milieu, et sa couleur dit des choses sur la source.

01 L'idée : la voiture qui mord sur le bas-côté

Une voiture roule sur une route goudronnée et arrive **en biais** sur une bande de sable. La roue qui touche le sable en premier ralentit, l'autre roule encore vite sur le goudron : la voiture **pivote**. Elle continue dans le sable, plus lentement, dans une nouvelle direction.

La lumière fait pareil quand elle passe de l'air à l'eau ou au verre. Elle va moins vite dans l'eau, et si elle arrive en biais, elle tourne. C'est la réfraction : un changement de vitesse qui devient un changement de direction. Si elle arrive bien en face, perpendiculairement, les deux roues touchent le sable en même temps, et elle ne tourne pas.

01 La propagation de la lumière

Dans un milieu **transparent et homogène**, la lumière se propage **en ligne droite**. On la représente par des rayons.

Dans le vide (et presque dans l'air), sa vitesse est

$$c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

L'**année-lumière** est la distance parcourue par la lumière en un an : environ $9{,}46 \times 10^{15}\ \mathrm{m}$. C'est une **distance**, pas une durée.

01 La lumière blanche et les spectres

La lumière blanche est **polychromatique** : c'est un mélange de radiations de toutes les couleurs. Un prisme les sépare, c'est la **dispersion**. Chaque radiation est caractérisée par sa **longueur d'onde** λ dans le vide :

Couleur	violet	bleu	vert	jaune	rouge
λ (nm)	400	470	530	580	700

Le domaine visible s'étend d'environ **400 nm à 800 nm**. En dessous : ultraviolet. Au-dessus : infrarouge.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/seconde/la-lumiere/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

Spectre continu. Émis par un corps chaud (filament, Soleil, métal en fusion). Plus le corps est chaud, plus son spectre s'enrichit vers le **violet** : il passe du rouge à l'orange, puis au blanc.

Spectre de raies. Émis par un gaz excité (lampe à vapeur de sodium, néon). Seules quelques radiations sont présentes : ce sont des raies fines, caractéristiques de l'élément chimique.

Une lumière qui ne contient qu'une seule radiation est **monochromatique** (laser).

La réflexion et la réfraction

Quand un rayon arrive sur la surface entre deux milieux, une partie est **réfléchie** et une partie est **réfractée** (elle traverse en changeant de direction). Les angles se mesurent par rapport à la **normale**.

Réflexion. L'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence : $r = i_1$.

Réfraction (loi de Snell-Descartes).

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

n est l'**indice de réfraction** du milieu : $n = \dfrac{c}{v}$, avec v la vitesse de la lumière dans ce milieu. Air $n \approx 1{,}00$, eau $1{,}33$, verre environ $1{,}5$.

En passant dans un milieu **plus réfringent** (indice plus grand), le rayon se **rapproche** de la normale. La lumière va moins vite dans l'eau : $v = c/1{,}33 \approx 2{,}26 \times 10^8\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

La dispersion par un prisme vient de là : l'indice du verre dépend légèrement de la longueur d'onde. Le violet est plus dévié que le rouge.

Exemple guidé

Un rayon passe de l'air ($n_1 = 1{,}00$) à l'eau ($n_2 = 1{,}33$) avec un angle d'incidence de 40°. Calcule l'angle de réfraction.

1. **La loi de Snell-Descartes** : $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$.
2. **On isole** : $\sin i_2 = \dfrac{n_1 \sin i_1}{n_2} = \dfrac{1{,}00 \times \sin 40^\circ}{1{,}33} \approx 0{,}483$.
3. **On en déduit l'angle** : $i_2 = \arcsin(0{,}483) \approx 28{,}9^\circ$.
4. **On vérifie le sens** : l'eau est plus réfringente que l'air, le rayon se rapproche de la normale. $28{,}9^\circ < 40^\circ$, c'est cohérent.

Les angles se mesurent toujours par rapport à la **normale**, la droite perpendiculaire à la surface, jamais par rapport à la surface elle-même.

Retour au problème

Les rayons qui partent de la partie immergée de la paille sont déviés en sortant de l'eau. L'œil les prolonge en ligne droite et voit la paille plus haut qu'elle n'est : elle paraît cassée. Le prisme, lui, dévie chaque couleur d'un angle différent, et la couleur du métal chauffé renseigne sur sa température.

Les pièges

- Angles par rapport à la **normale**.
- La calculatrice en **degrés** pour les sinus.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/seconde/la-lumiere/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

- L'année-lumière est une **distance**.
- Un milieu d'indice plus grand rapproche le rayon de la normale, il ne l'en éloigne pas.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/seconde/la-lumiere/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits