

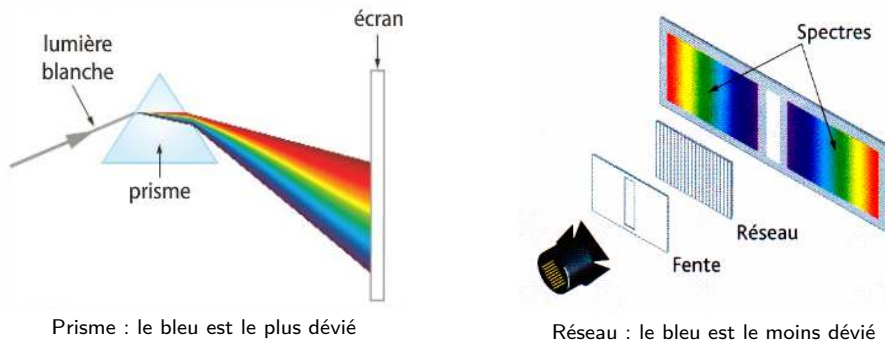
# P2 – La lumière

## Spectres et réfraction

Livre p. 266  
 TP P4 - Spectres  
 TP P5 - Réfraction

### I. Spectre de la lumière blanche

#### 1. Dispersion de la lumière blanche



La lumière blanche est une lumière polychromatique : elle est composée de plusieurs couleurs (les couleurs de l'arc en ciel).

Lorsqu'elle traverse un prisme ou un réseau, la lumière est dispersée, les couleurs (ou longueurs d'onde) se séparent, on obtient alors le spectre de la lumière.

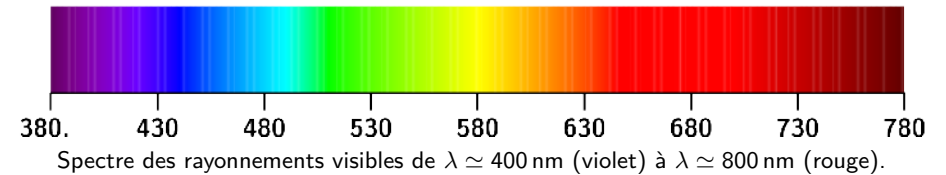
#### 2. Longueur d'onde

Les couleurs se différencient par leur longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide, qui se mesure en mètres (m).

Une lumière polychromatique comme la lumière blanche contient plusieurs couleurs et donc plusieurs longueurs d'onde.

Une lumière monochromatique comme celle d'un LASER contient une seule longueur d'onde.

Les rayonnements visibles par un être humain ont une longueur d'onde comprise entre approximativement 400 et 800 nm.



### II. Spectres d'émission

#### 1. Spectres continus : effet de la température

Lorsqu'on chauffe suffisamment un corps, il émet de la lumière.

Le spectre d'un corps chaud est un spectre continu constitué d'une infinité de rayonnements monochromatiques qui forment une bande colorée.

Lorsque la température augmente :

- l'intensité émise augmente,
- le spectre s'élargit,
- le spectre s'enrichit dans le bleu/violet.



Spectre d'un corps à « basse » température,  $T_1 \approx 600 \text{ °C}$  : lumière rouge



Spectre d'un corps à température « moyenne »,  $T_2 \approx 2500 \text{ °C}$  : lumière jaune



Spectre d'un corps à température « élevée »,  $T_3 \approx 6000 \text{ °C}$  : lumière blanche

#### Remarque

Pour des températures plus élevées, la lumière devient bleutée.

On observe les spectres de deux morceaux de charbon de bois portés à incandescence.



- a. Quel spectre a été obtenu avec le charbon le plus chaud ?
- b. Comment évoluent ces spectres si on active la combustion en soufflant sur la braise ?

a. Le spectre (2) contient plus de vert que le spectre (1), son spectre est plus large. Le charbon le plus chaud est celui du spectre (2).

b. Les spectres vont devenir plus lumineux et le bleu va faire son apparition dans le spectre.

## 2. Spectres de raies : effet de la composition atomique

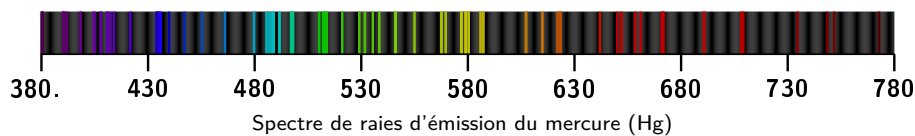
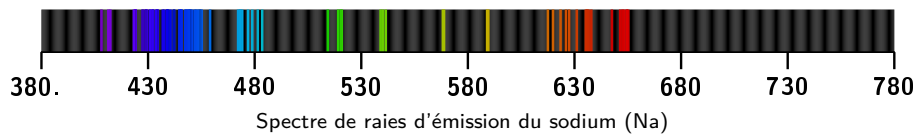
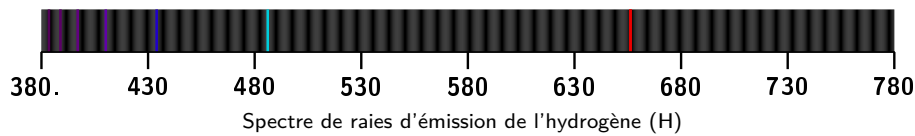
Les atomes (ou ions) d'un gaz sous faible pression peuvent émettre de la lumière lorsqu'ils sont chauffés ou excités électriquement.

Le spectre de la lumière émise ne comporte qu'un nombre limité de radiations monochromatiques appelées raies d'émission.

Un spectre de raies d'émission est composé :

- de fines raies colorées qui correspondent aux quelques radiations monochromatiques émises,
- sur un fond noir, qui correspond à l'absence d'émission de radiations.

Spectres d'émission de lampes à décharges électriques.



### Remarque

Chaque élément possède un spectre de raies unique qui permet de l'identifier.

Ex. 39 p. 280 – Gaz dans une ampoule

## III. Réfraction

### 1. Vitesse de la lumière et indice de réfraction

La vitesse  $c$  de la lumière dans le vide ou dans l'air est constante et maximale :

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

### Remarque

$$3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 300\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$$

La lumière se propage plus vite dans le vide que dans la matière. L'indice de réfraction  $n$  est le rapport de ces vitesses :

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

$n$  : indice de réfraction du milieu (sans unité)  
 $c$  : vitesse de la lumière dans le vide ( $3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ )  
 $v$  : vitesse de la lumière dans le milieu de réfraction ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

### Remarques

Comme  $c > v$ , l'indice de réfraction  $n$  est toujours supérieur à 1.

Dans l'air  $v = c$  donc  $n_{\text{air}} = 1$ .

## 2. Réflexion et réfraction



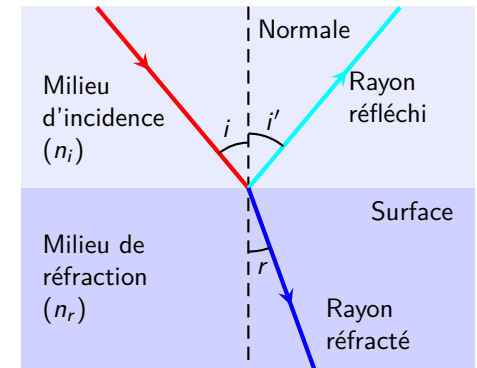
Lors du passage d'un milieu transparent à un autre, la lumière est déviée en :

- un rayon réfléchi à la surface,
- un rayon réfracté qui traverse la surface.

► Pièce magique

On mesure les angles d'incidence  $i$ , de réflexion  $i'$  et de réfraction  $r$  depuis la normale à la surface (droite perpendiculaire à la surface) :

- (Normale)  $\perp$  (Surface)
- $i = i'$
- $r \neq i$



## 3. Lois de Snell-Descartes

### Première loi de Snell-Descartes

Le rayon incident, le rayon réfracté et la normale à la surface sont dans le même plan : le plan d'incidence.

## Deuxième loi de Snell-Descartes

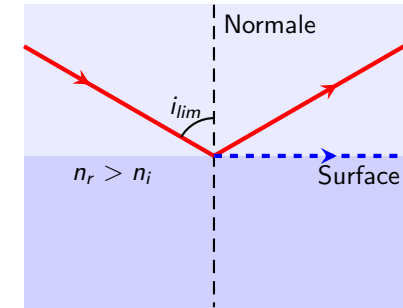
Les angles d'incidence  $i$  et de réfraction  $r$  sont liés par la relation :

$$n_i \sin(i) = n_r \sin(r)$$

$n_i$  : indice du milieu d'incidence (sans unité)  
 $i$  : angle d'incidence  
 $n_r$  : indice du milieu de réfraction (sans unité)  
 $r$  : angle de réfraction

Si  $n_i > n_r$ , au delà d'un certain angle limite  $i_{lim}$ , on ne peut plus observer le phénomène de réfraction.

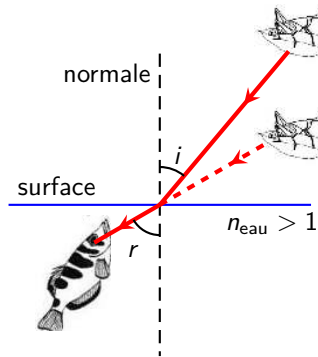
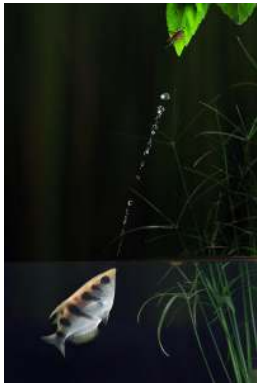
La réflexion est totale.



Ex. 19 p. 278 – Calcul d'angles

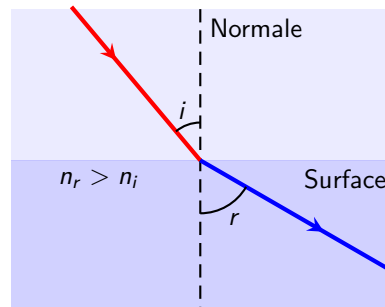
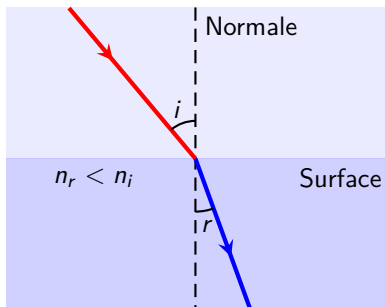
## 4. Poisson archer

Où le poisson archer doit-il viser pour atteindre sa proie ?



Le poisson archer doit viser au dessus de l'image de l'insecte.

## 5. Réflexion totale



## Exercices

### Ex. 8 p. 277

Le spectre d'émission ci-contre est celui de la lumière émise par un laser. Ce spectre montre que la lumière du laser :



- a. se propage en ligne droite.
- b. est monochromatique.
- c. est polychromatique.

### Ex. 9 p. 277

Le spectre d'émission d'une lumière possède deux raies distinctes. Cette lumière est émise par :



- a. un gaz chaud.
- b. le Soleil.
- c. un corps dense et chaud.

### Ex. 10 p. 277

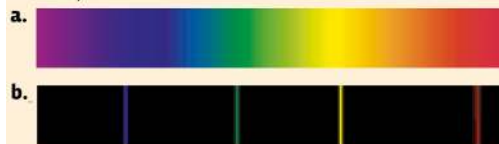
A chaque rayonnement monochromatique est associée une grandeur appelée :



- a. indice de réfraction.
- b. longueur d'onde dans le vide ou dans l'air.
- c. longueur de rayonnement.

### Ex. 32 p. 280

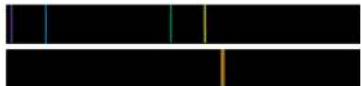
Les spectres d'émission de deux sources de lumière sont représentés ci-dessous.



Indiquer le spectre d'émission qui correspond à la lumière émise par une barre de métal incandescente. Justifier la réponse.

### Ex. 33 p. 280

Les spectres de raies d'émission des gaz sodium et mercure sont les suivants.



Sachant que la couleur de la lumière émise par une lampe à sodium est orangée et que la couleur émise par une lampe à mercure est bleutée, attribuer chaque spectre à la lampe correspondante. Justifier la réponse.

### Ex. 34 p. 280

On laisse refroidir une barre de métal incandescente. Pendant son refroidissement, on réalise deux spectres de la lumière émise par la barre de métal :

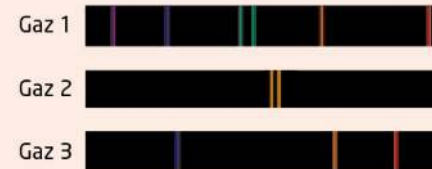


Indiquer lequel des deux spectres a été réalisé en premier. Justifier la réponse.

### Ex. 39 p. 280

Le spectre ci-contre est le spectre de la lumière émise par une ampoule contenant plusieurs gaz portés à haute température. L'ampoule contient :

- a. le gaz 1.
- b. les gaz 2 et 3.
- c. un autre gaz.



### Ex. 19 p. 278

Lors du passage de l'air dans l'eau, un rayon lumineux arrive à la surface de séparation en formant un angle d'incidence  $i_1$ . L'angle de réfraction vaut  $i_2 = 30^\circ$ .

Donnée : indice de réfraction de l'eau :  $n_{\text{eau}} = 1,33$ .

- a. Calculer la valeur  $i_1$  de l'angle d'incidence.
- b. Donner la valeur  $r$  de l'angle de réflexion.

### Ex. 21 p. 278

Les verres des lunettes sont d'autant plus épais que le défaut à corriger (myopie ou hypermétropie) est important. Pour diminuer l'épaisseur des verres des lunettes, les fabricants utilisent des verres à fort indice de réfraction.

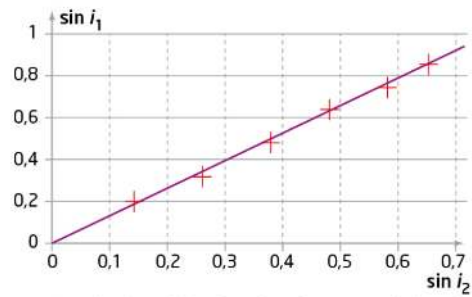


Lors d'un test, pour le passage d'un rayon lumineux de l'air dans le verre, un angle de réfraction  $i_2 = 30,0^\circ$  est mesuré pour un angle d'incidence  $i_1 = 60,0^\circ$ .

- a. En utilisant la 2<sup>e</sup> loi de Snell-Descartes, calculer l'indice de réfraction  $n_2$  du verre des lunettes.
- b. En déduire la vitesse de propagation  $v$  de la lumière dans ce verre.

### Ex. 22 p. 278

Pour déterminer l'indice de réfraction  $n_l$  d'un liquide, un laser émet un faisceau lumineux vers la surface de séparation air-liquide : la valeur de l'angle de réfraction  $i_2$  est alors mesurée pour chaque angle d'incidence  $i_1$ . La représentation graphique de  $\sin i_1$  en fonction de  $\sin i_2$  est la suivante :



Déterminer la valeur de l'indice de réfraction  $n_l$  du liquide.

#### Aide méthodologique

- ▶ Déterminer le coefficient directeur de la droite.
- ▶ Utiliser la 2<sup>e</sup> loi de Snell-Descartes pour exprimer le coefficient directeur de la droite en fonction des indices de réfraction du liquide et de l'air.