

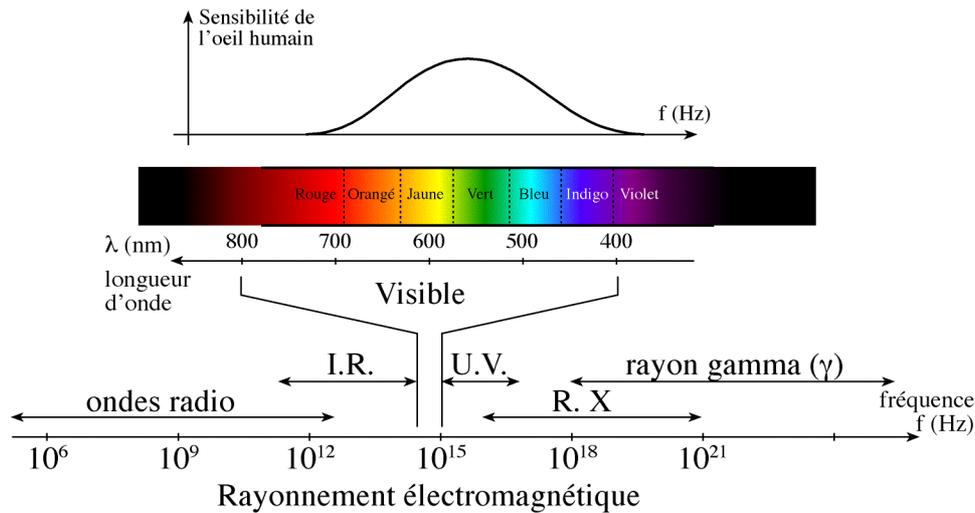
Optique

1 Radiation lumineuse

La lumière visible est l'infime partie de l'ensemble des ondes électromagnétiques auxquelles l'oeil est sensible.

L'ensemble des ondes électromagnétiques émit par un corps se nomme le spectre électromagnétique.

Spectre électromagnétique et décomposition de la lumière blanche



Relation fondamentale :

$$\lambda = cT = \frac{c}{f}$$

c : célérité de la lumière dans le vide

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

λ : longueur d'onde (m)

T : période (s)

f : fréquence (Hz)

1.1 Analyse

La lumière blanche du soleil est en fait composée de l'ensemble de ces ondes visibles. On peut le constater lors de la dispersion de cette lumière (arc-en-ciel, prisme). D'autres lumières blanches peuvent être composées uniquement de quelques-unes de ces ondes.

Une onde électromagnétique est caractérisée par sa fréquence f ou sa longueur d'onde λ . A chaque fréquence correspond une couleur différente.

Une lumière monochromatique est composée d'une seule onde (ex. laser).

1.2 Propagation

Observation : dans l'air la trajectoire d'un faisceau lumineux est rectiligne.

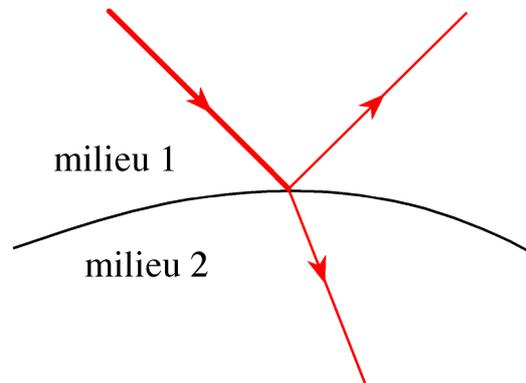
Définition : dans un milieu homogène, la lumière se propage en ligne droite.

On peut toutefois observer un phénomène de diffraction (ou effet de bord) lorsqu'un faisceau traverse une petite ouverture.

2 Optique géométrique

2.1 Réflexion et réfraction de la lumière

Observation : un faisceau arrivant sur la surface de séparation entre deux milieux subit une déviation en deux faisceaux distincts.



Définitions

Plan d'incidence : plan formé par le rayon incident S_1I et la normale N_1N_2 à la surface au point d'incidence I .

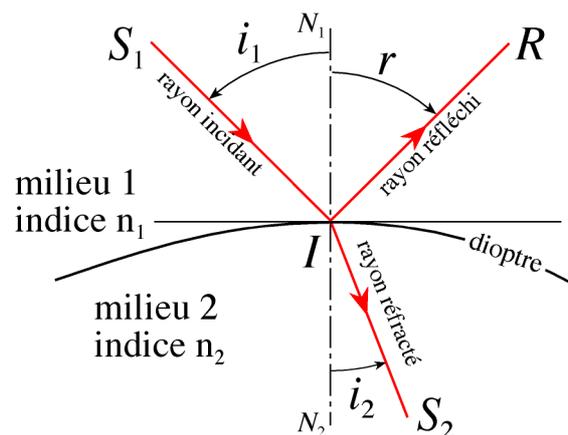
Dioptre : surface de séparation des deux milieux transparents, à travers laquelle la lumière peut se réfracter.

Indice de réfraction n : caractéristique d'un milieu défini par le rapport de la vitesse de la lumière dans le vide par sa vitesse dans le milieu considéré.

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

c et v en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
 n sans dimension

$$\begin{cases} n_{\text{vide}} = 1 \\ n_{\text{air}} \approx 1 \\ n_{\text{milieu non vide}} > 1 \end{cases}$$



Lois de la réflexion**1ère loi : loi du plan**

Le rayon réfléchi appartient au plan d'incidence

2ème loi : loi des anglesLes angles d'incidence et de réflexion sont égaux : $r = i_1$ **Lois de la réfraction****1ère loi : loi du plan**

Le rayon réfracté appartient au plan d'incidence.

2ème loi : loi des anglesL'angle d'incidence i_1 et l'angle de réfraction i_2 vérifient la relation :
$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$
où n_1 et n_2 sont les indices de réfraction des deux milieux.

Remarque : ces lois sont souvent connues sous le nom de *lois de Descartes* ou *lois de Snell-Descartes*. Elles ont été découvertes indépendamment par Snell (1580-1626) et Descartes (1596-1650).

2.2 Les lentilles minces (cf. annexe 1)

Définitions et symboles : schéma - axe optique - centre optique - foyers - distance focale - plan focaux - vergence $V=1/f$ - (nombre d'ouverture).

Rayons particuliers : passant par le centre optique - parallèle à l'axe - passant par le foyer.

Faisceaux particuliers : faisceau parallèle incliné sur l'axe optique - faisceau passant par un point du plan focal objet.

Rayons ou faisceaux quelconques : ils sont construits à partir des faisceaux et rayons particuliers.

Points conjugués : le point conjugué image se déduit du point objet en traçant deux rayons particuliers passant par le point objet.

2.3 Complément (cf. annexe 2)**Formules de conjugaison et formule de Descartes**

Images d'un objet : cas d'une seule lentille - cas de plusieurs lentilles

Système afocal : la lunette - le microscope. Des rayons parallèles arrivant sur le système afocal ressortent parallèles avec la même direction qu'à l'entrée (le système n'a pas de foyer de convergence d'où son nom « afocal »).

Méthodes pour déterminer la distance focale d'une lentille : méthode par autocollimation - méthode de Porro (suivant le temps)

3 Photométrie

3.1 Grandeurs photométriques énergétiques

Le **flux énergétique** est la puissance (en watts) transportée par l'ensemble des radiations d'un faisceau lumineux (c'est l'énergie transportée par les photons transmis par unités de temps).

Ces grandeurs ne dépendent pas de la longueur d'onde.

L'éclairement énergétique est le flux reçu par unité de surface (en W/m²).

3.2 Grandeurs photométriques visuelles

À un flux énergétique déterminé correspond une impression visuelle qui dépend de la longueur d'onde (ou de l'intervalle de longueurs d'onde) du rayonnement. Cette impression est caractérisée par le flux lumineux du faisceau exprimé en lumens.

Les grandeurs photométriques visuelles sont définies pour le domaine visible.

Intensité lumineuse

Symbole : I ; unité : la candela (cd)

Cette grandeur a été fixée arbitrairement. C'est à partir d'elle que l'on définit toutes les autres unités.

Définition : la candela est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence 540.1012 Hz (ce qui correspond approximativement à la fréquence à laquelle l'œil est le plus sensible), et dont l'intensité énergétique dans cette direction est 1/683 watts par stéradian.

Flux lumineux

Symbole : Φ ou F ; unité : le lumen (lm)

Le flux lumineux est la quantité de lumière émise par une source lumineuse dans un certain cône.

$$\Phi = I \cdot \Omega \quad \Omega : \text{angle solide en stéradians (sr)}$$

Le flux lumineux émis par une lampe est sa principale caractéristique.

Définition : c'est le flux émis par une source ponctuelle uniforme de 1 candela dans un angle solide de 1 stéradian.

Eclairement

Symbole : E ; unité : le lux (lx)

Le flux lumineux produit par une source peut se répartir sur des surfaces différentes donnant des effets différents. Il a donc fallu définir une unité de flux lumineux par unité de surface, c'est l'éclairement.

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad \begin{array}{l} \Phi : \text{Flux lumineux en lumens} \\ S : \text{surface en mètres carrés} \end{array}$$

Définition : le lux est l'éclairement E d'une surface de 1 m² recevant un flux lumineux de 1 lumen.

Luminance

Symbole : L ; unité : la candela par mètre carrés (cd/m²)

Deux sources lumineuses peuvent avoir la même intensité lumineuse I, l'une provoquera un éblouissement, l'autre pas. La différence est dans la luminance.

$$L = \frac{I}{S}$$

I : intensité lumineuse en candela
S : surface en mètres carrés

La luminance peut caractériser aussi bien une source lumineuse qu'une surface réfléchissante.

Définition : c'est le quotient de l'intensité lumineuse dans une direction donnée par l'aire de la projection orthogonale sur le plan perpendiculaire à cette direction.

3.3 Composants électroniques photométriques

3.3.1 Composants photosensibles

Photorésistance : conducteur ohmique dont la résistance diminue lorsqu'on éclaire sa surface (composant passif).

Photodiode : laisse passer un courant fonction de l'éclairement lorsqu'elle est polarisée en inverse (composant passif).

Phototransistor : le courant de base est remplacé par l'éclairement (composant passif).

Photopile : génération d'un courant en fonction du flux lumineux (composant actif).

3.3.2 Composants électroluminescents

Diode électroluminescente : (DEL ou LED) émet un rayonnement lorsqu'elle est polarisée en direct et traversée par un courant suffisant.

Photocoupleur : une diode électroluminescente commande un phototransistor, ce qui assure une isolation galvanique (isolation électrique) entre deux parties d'un circuit électrique.