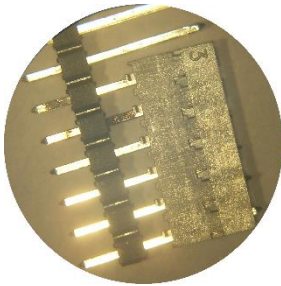
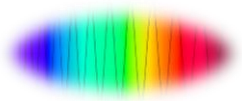

OBSERVER, COULEURS ET IMAGES



Chapitre 3 :

Lumière et couleur



Introduction

Nature ondulatoire de la lumière

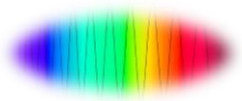
La lumière est un type d'onde électromagnétique. Une onde électromagnétique est un phénomène périodique dans le temps et dans l'espace (c'est-à-dire qui se répète à l'identique). On la caractérise par deux grandeurs :

- Sa période notée T (exprimée en s) : durée avant que l'onde ne se répète à l'identique.
- Sa longueur d'onde λ (exprimée en m) : distance parcourue par l'onde durant T .

La fréquence (f ou ν) correspond au nombre de périodes en 1 seconde soit :

$$\nu = \frac{1}{T} \text{ avec } \nu \text{ en hertz (Hz)}$$

Et on a $c = \frac{\lambda}{T}$ (vitesse = distance / temps) d'où $\lambda = c \times T$ et $\lambda = \frac{c}{\nu}$ avec $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$



Introduction

Lumière et œil humain

Est appelé lumière le domaine visible par l'œil humain des ondes électromagnétiques. Celui-ci correspond globalement aux ondes ayant des longueurs d'ondes allant de 400 à 800 nm. De 100 à 400 nm, on parle d'ultraviolets (UV) et de 800 à 1000 nm, on parle d'infrarouges (IR).

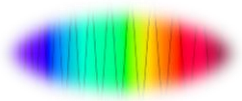
Exercice :

Calculer les fréquences délimitant le domaine des ondes électromagnétiques visibles par l'œil humain.

Corrigé :

On utilise la relation $\lambda = \frac{c}{\nu}$ soit $\nu = \frac{c}{\lambda}$ puis on l'applique à 400 nm et 800 nm :

$$\nu_1 = \frac{3 \times 10^8}{400 \times 10^{-9}} = 7,5 \times 10^{14} \text{ Hz} \text{ et } \nu_2 = \frac{3 \times 10^8}{800 \times 10^{-9}} = 3,75 \times 10^{14} \text{ Hz}$$



I. Les sources de lumière

A/ Source monochromatique

Une source est dite monochromatique si la lumière qu'elle émet n'est constituée que d'une seule longueur d'onde : son spectre d'émission comporte une seule raie.

Exemple avec le spectre d'émission d'un laser :



B/ Source polychromatique

Une source est dite polychromatique si la lumière qu'elle émet est constituée de plusieurs longueurs d'ondes : son spectre d'émission comporte plusieurs raies.

Exemple avec le spectre d'émission d'une lampe à vapeur de mercure :



Exemples de sources lumineuses : le soleil, les DEL, les étoiles, les lasers, les lampes à incandescences, les lampes à vapeur, ...



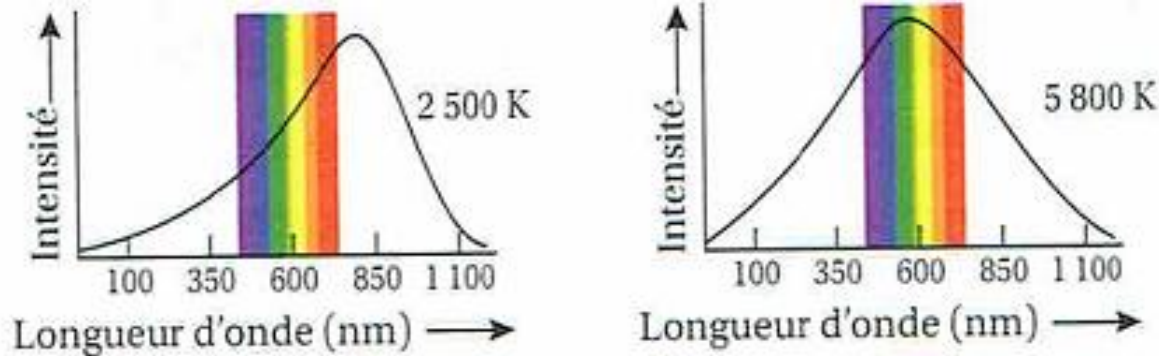
II. Couleur des corps chauffés et loi de Wien

Tout corps (excepté à une température de $-273,15^{\circ}\text{C}$ appelé 0 absolu) émet un rayonnement électromagnétique appelé rayonnement thermique, dont le spectre est continu.

Plus la température de ce corps augmente, plus la fréquence des ondes émises va être importante (et donc plus les longueurs d'ondes vont diminuer). Ainsi à faible température une ampoule à incandescence va produire une lumière orangée, puis à haute température son spectre va s'enrichir en couleurs de longueurs d'ondes plus faibles jusqu'à avoir une lumière blanche.

Les intensités pour chaque longueur d'onde dépendent donc de la température du corps. La couleur émise par le corps va correspondre à la superposition des différentes longueurs d'ondes suivant leurs intensités.

II. Couleur des corps chauffés et loi de Wien



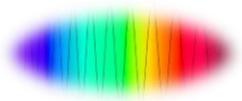
A gauche, maximum à 840 nm, la couleur émise sera perçue comme orange et à droite maximum à 600nm, la lumière sera perçue comme verte.

Loi de Wien

La loi de Wien permet de relier la longueur d'onde ayant la plus grande intensité à la température du corps, et inversement, grâce à la relation :

$$\lambda_{max} = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{T} \text{ avec } \lambda_{max} \text{ en m et } T \text{ en kelvin (K)}$$

Rappel pour la conversion des degrés Celsius en degrés Kelvin : $T \text{ (K)} = T \text{ (}^\circ\text{C)} + 273,15$



Exercice

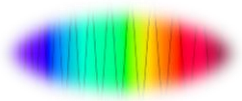
On observe une étoile dans le ciel. Celle-ci a une couleur orangée. En étudiant son rayonnement on a pu obtenir les intensités suivantes :

λ (nm)	Intensité (sans unité)
450,3	7
579,6	12
700,5	10

Les intensités correspondant aux longueurs d'ondes non indiquées dans le tableau sont inférieures à 7.

I/ Sans faire de calcul dire si l'étoile étudiée a-t-elle une température de surface plus élevée que celle du soleil ?

II/ Déterminer la température à la surface de l'étoile.



Corrigé

I/ Plus un corps est chaud, plus son spectre s'enrichit en faibles longueurs d'ondes, ainsi on passe d'abord par rouge, orange, jaune puis blanc.

Le soleil émet une lumière jaune alors que l'étoile émet une lumière orangée, on en déduit que l'étoile étudiée a une température de surface plus faible que celle du soleil.

II/ On utilise la loi de Wien :

$$\lambda_{max} = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{T} \text{ d'où } T = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{\lambda_{max}}$$

Et on nous précise dans l'énoncé qu'on a une intensité maximale pour 579,6 nm d'où :

$$T = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{579,6 \times 10^{-9}} = 5000 = 5 \times 10^3 \text{ K}$$

La température de surface de l'étoile est de 5000 kelvins ($T_{\text{soleil}} \approx 6000\text{K}$)