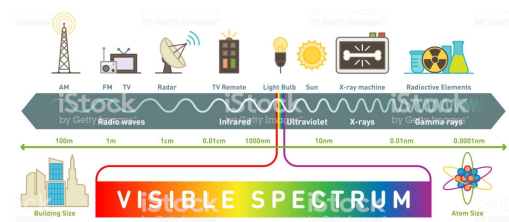


Chapitre 17 : Lumière : Ondes et particules



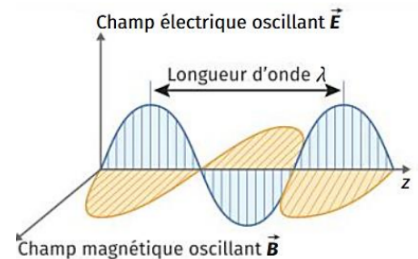
I- Qu'est-ce que le modèle ondulatoire de la lumière?

1- La lumière : Une onde électromagnétique

les ondes électromagnétiques peuvent se propager dans un milieu matériel ou dans le vide (contrairement aux ondes mécaniques).

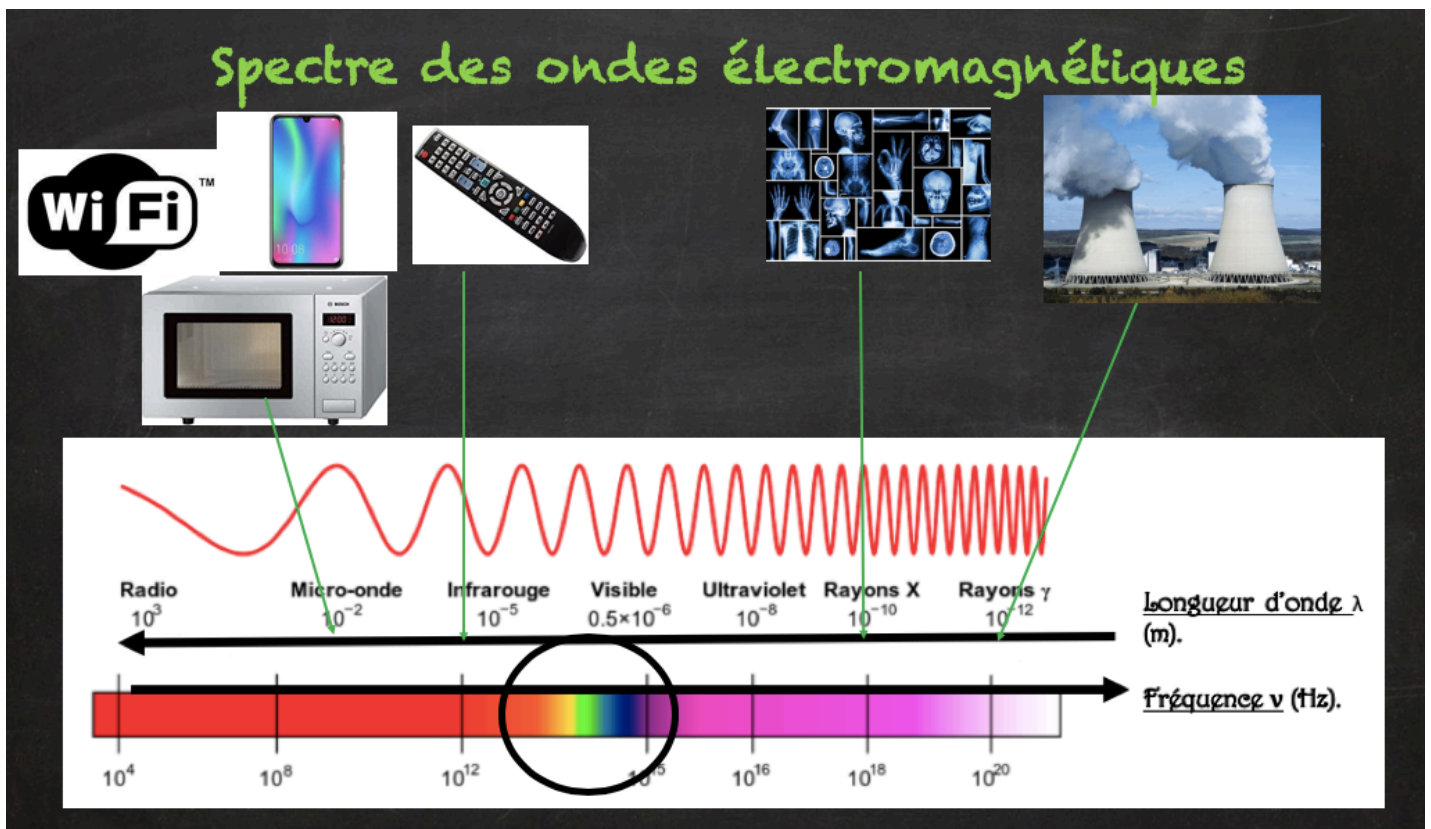
La célérité c (la vitesse de propagation) dans le vide des ondes électromagnétiques est $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Une onde électromagnétique est caractérisée sa longueur d'onde λ et sa fréquence ν .

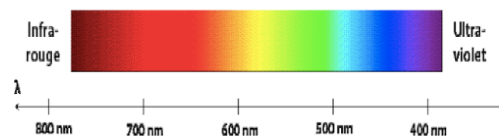


2- La longueur d'onde d'une onde électromagnétique

La longueur d'onde est la longueur séparant deux sommets successifs d'une onde. Elle se note λ (« lambda » dans l'alphabet grec) et s'exprime en mètre. Le plus souvent, on utilise le nanomètre ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Selon leur longueur d'onde, les ondes électromagnétiques se répartissent en divers domaines, rassemblés sur le spectre électromagnétique.



L'œil humain n'est sensible qu'à des ondes électromagnétiques dont la longueur d'onde est comprise entre 400 nm (violet) et 800 nm (rouge). Il s'agit du domaine visible des ondes électromagnétiques. La couleur d'une lumière est liée à sa longueur d'onde λ .



3- La fréquence d'une onde électromagnétique

Pour les ondes électromagnétiques, la fréquence se note ν (« nu » dans l'alphabet grec) et s'exprime en hertz (symbole : Hz).

Longueur d'onde λ et fréquence ν sont inversement proportionnelles et unies par la relation suivante :

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

Avec :

- ν : fréquence de l'onde électromagnétique en hertz (symbole : Hz)
- λ : longueur d'onde de l'onde électromagnétique en mètre (symbole : m)
- c : célérité de la lumière : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Remarque : plus la fréquence est élevée, plus la longueur d'onde est petite et réciproquement.

II- Qu'est-ce que le modèle particulaire de la lumière?

Bien que le modèle ondulatoire de la lumière explique de nombreuses observations expérimentales, mais elle ne permette pas d'interpréter certains phénomènes. En 1905, Albert Einstein introduit la structure particulaire de la lumière, le photon. Cette explication lui valut le prix Nobel de Physique en 1921.

Chaque rayonnement est constitué d'un nombre entier de photons possédant chacun une énergie égale au quantum d'énergie (énergie d'une photon).

L'énergie E d'un photon est liée à la fréquence ν de l'onde électromagnétique associée par la relation :

Avec

- E : énergie en joule (J)
- ν : fréquence de l'onde en hertz (Hz)
- h : constante de Planck ($h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$)

$$E = h \nu$$

Comme $\lambda = c / \nu$, on en déduit que $\nu = c / \lambda$ Donc :

Le joule est une unité beaucoup trop grande pour les énergies concernant les photons. On utilise l'électron-volt de symbole eV : $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

$$E = \frac{h c}{\lambda}$$

III- Interaction entre la lumière et la matière?

1- Les niveaux d'énergie de la matière

Les niveaux d'énergie d'un atome sont quantifiés : ils ne peuvent prendre que certaines valeurs qui dépendent de l'atome considéré.

Le diagramme de niveaux d'énergie est composé d'un axe vertical orienté vers le haut avec un trait pour chaque valeur d'énergie. Il est souvent gradué en électron-volt (eV).

- Le niveau de plus basse énergie est appelé « état fondamental ». C'est un état stable. Il est noté E_0 .
- Les niveaux d'énergie supérieurs sont qualifiés « d'états excités ».
- L'énergie la plus élevée possible est égale à 0 eV, elle correspond à un électron libéré. L'atome est alors transformé en ion : il est ionisé.

Un atome peut passer d'un niveau d'énergie à un autre par absorption ou émission d'un photon d'énergie :

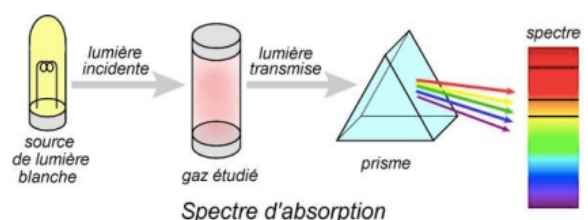
$$E = \frac{h c}{\lambda}$$



2- Absorption de la lumière par un atome

Si un atome reçoit des photons dont l'énergie est exactement égale à la différence d'énergie entre son niveau de départ et le niveau supérieur, alors l'atome absorbe ces photons et passer sur le niveau d'énergie supérieur.

$$E_{\text{photon}} = \Delta E_{1 \rightarrow 2} = E_2 - E_1 = \frac{h c}{\lambda}$$



La longueur d'onde du photon absorbé vaut alors :

$$\lambda = \frac{h c}{\Delta E_{1 \rightarrow 2}} = \frac{h c}{E_2 - E_1}$$

3- Émission de la lumière par un atome

L'énergie du photon émis sera est exactement égale à la différence d'énergie entre son niveau de départ et le niveau inférieur.

$$E_{\text{photon}} = \Delta E_{2 \rightarrow 1} = E_2 - E_1 = \frac{h c}{\lambda}$$

La longueur d'onde du photon absorbé vaut alors :

$$\lambda = \frac{h c}{\Delta E_{2 \rightarrow 1}} = \frac{h c}{E_2 - E_1}$$

Ces longueurs d'onde émises ou absorbées sont caractéristiques de chaque atome car elles dépendent des niveaux d'énergie de cet atome. C'est pourquoi il est possible d'identifier un atome à partir de son spectre d'émission ou d'absorption.

