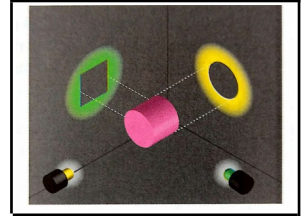


Interaction lumière - matière

La lumière peut être considérée sous deux aspects : un phénomène ondulatoire ou un phénomène corpusculaire. Ce sont deux aspects d'un même phénomène physique. On utilise souvent la métaphore d'un cylindre éclairé et projetant deux ombres différentes sur deux murs perpendiculaires : un disque et un rectangle. Ces deux formes coexistent et font partie d'un même volume : le cylindre.

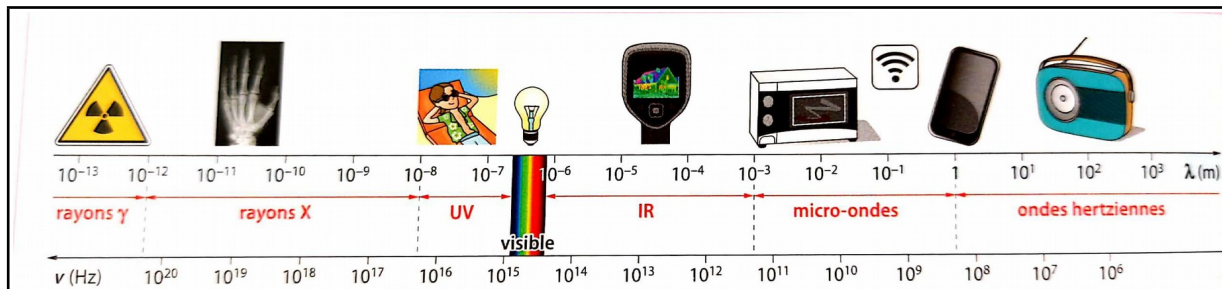


I. Modèle ondulatoire de la lumière

1. La lumière est une onde électromagnétique

La lumière peut être considérée comme une onde électromagnétique, c'est à dire la propagation d'un champ électrique et d'un champ magnétique interdépendants.

Elle est ainsi caractérisée par une **fréquence ν** et une **longueur d'onde λ** et une vitesse de propagation dans le vide, appelée **célérité et notée c** . ($c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Selon leur λ ou ν , les ondes électromagnétiques se répartissent en différents domaines.



On constate que la lumière visible par l'œil humain ne constitue qu'une infime partie des ondes électromagnétiques.

2. Relation entre λ et ν

La **fréquence** d'une onde est notée ν et son unité est en hertz (Hz) Rq : $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$

La **longueur d'onde** est notée λ , son unité est le mètre mais on utilise plus couramment le nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)

La relation entre la fréquence et la longueur d'onde est $\lambda = \frac{c}{\nu}$ λ en m, c en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, ν en Hz

II. Modèle particulaire de la lumière

1. Quantum d'énergie

La lumière n'échange pas, avec la matière, n'importe quelle quantité d'énergie mais des multiples d'une quantité élémentaire appelée **quantum d'énergie E**

2. Le photon

L'énergie de la lumière est transportée par des particules appelées **photons**.

Le photon possède les propriétés suivantes :

- Il est toujours en mouvement et se déplace à la vitesse c
- Il n'a pas de masse et n'est pas chargé électriquement
- Il transporte un quantum d'énergie $E = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ E en J, ν en Hz, λ en m, c en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

h est la constante de Planck : $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Le Joule est une unité trop grande pour les énergies du photon, on utilise souvent l'électronvolt (eV) de valeur :

$$1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Un photon est créé lors de l'émission d'une radiation. Il est détruit lorsque la radiation est absorbée.

Une radiation monochromatique (une seule longueur d'onde) est composée de photons identiques.

Une lumière polychromatique est constituée de photons différents (d'énergies différentes)

III. Interaction lumière-matière

L'interaction lumière-matière a lieu par destruction ou création de photons

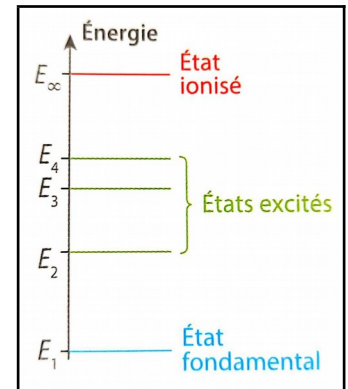
1. Quantification de l'énergie des atomes

En 1913, Niels Bohr, physicien danois formule l'hypothèse que les atomes peuvent se trouver dans des états d'énergie bien déterminés. Les niveaux d'énergie d'un atome sont quantifiés ; ils forment un ensemble discret de valeurs, caractéristiques de chaque atome.

On travaille dès lors avec des diagrammes de niveaux d'énergie composés d'un axe vertical orienté vers le haut et portant les différentes valeurs d'énergie de l'atome (en eV).

- Le niveau le plus bas est appelé "état fondamental", c'est l'état le plus stable. On le note E_0 ou E_1 .
- Les niveaux d'énergie supérieurs sont les états excités.
- L'état de plus grande énergie correspond à un atome ionisé.

La référence du diagramme (énergie nulle) est souvent prise conventionnellement à l'état ionisé de l'atome. Comme c'est la valeur la plus élevée pour l'atome, les niveaux d'énergie inférieurs sont négatifs

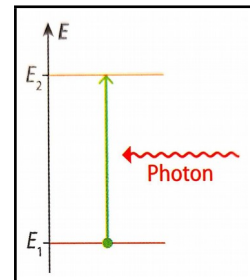


2. Absorption d'un photon par un atome

Soient E_1 et E_2 deux niveaux d'énergie d'un atome avec $E_2 > E_1$. La différence d'énergie entre les deux niveaux est $\Delta E_{1 \rightarrow 2} = \Delta E_{2 \rightarrow 1} = E_2 - E_1$. On prendra toujours cette différence d'énergie positive.

Un atome dans un état E_1 est soumis à un flux de photons de fréquence ν (donc d'énergie $E = h \cdot \nu$).

- Si $h \cdot \nu < \Delta E_{1 \rightarrow 2}$, l'atome ne peut pas passer au niveau d'énergie E_2
- Si $h \cdot \nu = \Delta E_{1 \rightarrow 2}$, l'atome passe au niveau E_2 , lors de cette transition énergétique, il y a absorption du photon et l'atome se retrouve dans un état excité. On représente cette transition d'énergie par une flèche verticale ascendante reliant les deux niveaux d'énergie concernés.

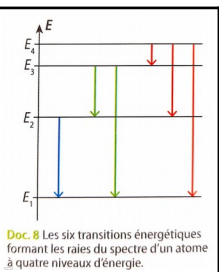
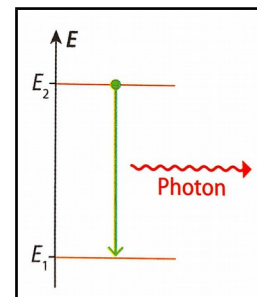


3. Émission d'un photon par un atome

Lorsqu'un atome est excité au niveau d'énergie E_2 , il peut se désexciter en repassant au niveau d'énergie inférieur E_1 . Lors de cette transition énergétique, il y a émission d'un photon dont l'énergie est égale à $\Delta E_{2 \rightarrow 1}$ et dont la fréquence est ν (ou la longueur d'onde est λ).

$$E_{\text{photon}} = \Delta E_{2 \rightarrow 1} = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

On représente cette transition d'énergie par une flèche verticale descendante reliant les deux niveaux d'énergie concernés.



Les différences d'énergie sont identiques à l'absorption et à l'émission ; un atome ne peut absorber qu'un photon qu'il est capable d'émettre.

IV. Exploitation en spectroscopie.

La présence de raies d'émission d'un atome dans un spectre d'une source lumineuse prouve la présence de cet atome dans cette source.

La présence de raies d'absorption dans un spectre prouve la présence de cet atome dans le milieu traversé par la lumière de la source

Le spectre du Soleil présente des raies noires d'absorption sur un fond continu d'émission.

Le cœur du Soleil émet de la lumière donc des photons d'énergies proches (spectre d'émission continu) mais certains de ces photons interagissent avec les atomes présents dans l'atmosphère du Soleil et sont détruits (raies noires d'absorption).