

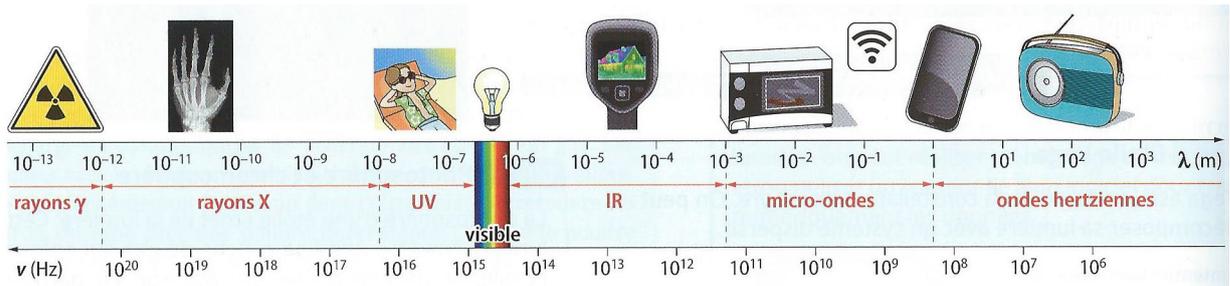
Activité cours – Lumière, onde et particule

I/ MODELE ONDULATOIRE DE LA LUMIERE

A/ LES ONDES ELECTROMAGNETIQUES

Une onde électromagnétique OEM est une perturbation des propriétés électriques et magnétiques d'un milieu qui se propage.

On classe les ondes électromagnétiques en domaine selon leur **fréquence** notée ν (nu) ou leur **longueur d'onde** dans le vide notée λ (lambda).



B/ LA LUMIERE

On appelle « lumière » les ondes électromagnétiques visibles par l'œil humain. Elles appartiennent au **domaine du visible** caractérisé par des intervalles de **longueurs d'ondes comprises entre 400 nm et 800 nm** ou par des intervalles de fréquences comprises entre $3,75 \times 10^{14} \text{ Hz}$ et $7,50 \times 10^{14} \text{ Hz}$.

On peut définir des domaines de longueurs d'onde pour les différentes couleurs du spectre de la lumière blanche.

violet	bleu	vert	jaune	orange	rouge
400 – 424	424 – 491	491 – 575	575 – 585	585 – 647	647 – 800

C/ RELATION ENTRE FREQUENCE ET LONGUEUR D'ONDE

Une onde électromagnétique périodique ou **radiation** est caractérisée par sa **période temporelle T** et par sa **période spatiale** ou **longueur d'onde λ** .

La longueur d'onde λ est la distance parcourue par l'onde pendant la période T .

La célérité c de la lumière étant le rapport de la distance parcourue par la lumière sur la durée du parcours, on a donc l'expression suivante :

Application : Le laser hélium – néon ($\text{He} - \text{Ne}$) émet une radiation de longueur d'onde dans le vide

$\lambda = 633 \text{ nm}$. Calculer la fréquence ν de cette radiation.

Donnée : célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

II/ MODELE PARTICULAIRE DE LA LUMIERE

A/ QUANTUM D'ENERGIE

Le modèle ondulatoire de la lumière ne permet pas d'expliquer toutes ses propriétés, en particulier son interaction avec la matière. Par exemple, ce modèle ne permet pas d'expliquer la présence de raies colorées sur les spectres d'émission des gaz ni les raies sombres sur les spectres d'absorption.



Spectre de raies d'émission



Spectre de raies d'absorption

La lumière n'échange pas avec la matière n'importe quelle valeur de l'énergie mais des quantités bien précises appelée **quantum d'énergie E** .

B/ LE PHOTON

Dans le modèle particulaire, une radiation de fréquence ν peut être considérée comme un ensemble de particules transportant chacune un quantum d'énergie E . Ces **particules** sont appelées **photons**.

Une radiation de fréquence ν ou de longueur d'onde dans le vide λ est un ensemble de photons transportant chacun l'énergie E telle que :

Remarque : Le joule est une unité trop grande pour les énergies du photon. On utilise souvent l'électronvolt de symbole eV et de valeur $1 eV = 1,60 \times 10^{-19} J$.

Application : Le laser $He - Ne$ émet une radiation de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 633 nm$. Calculer l'énergie du photon de cette radiation en Joule puis en eV .

Chap. 8

C/ DUALITE ONDE-PARTICULE

La lumière peut être décrite par deux modèles :

- un modèle **ondulatoire** où la lumière est une onde électromagnétique ;
- un modèle **particulaire** où la lumière est constituée de particules appelées photons.

Les deux modèles coexistent : on parle de **dualité onde-particule**.

Le comportement de la lumière est expliqué selon les cas soit par le modèle ondulatoire, soit par le modèle particulaire. Les couleurs observées sur une bulle de savon s'expliquent avec le modèle ondulatoire de la lumière tandis que les spectres s'expliquent avec le modèle particulaire.

III/ INTERACTION LUMIERE-MATIERE

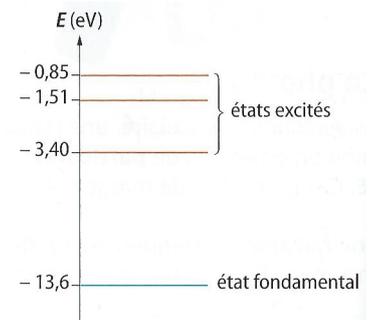
A/ QUANTIFICATION DES ENERGIES DE L'ATOME

L'énergie de l'atome est **quantifiée** : elle ne peut prendre que certaines valeurs.

Sur un **diagramme d'énergie**, on indique sur des **niveaux**, les valeurs possibles de l'énergie d'un atome. Le niveau le plus bas est appelé l'**état fondamental** de l'atome. Les niveaux d'énergie supérieurs sont appelés **états excités**.

Chaque atome a un diagramme d'énergie qui lui est propre. (diagramme de l'atome d'hydrogène).

Les atomes sont ainsi capables d'absorber ou d'émettre de la lumière sous forme d'un photon en modifiant leur niveau d'énergie.

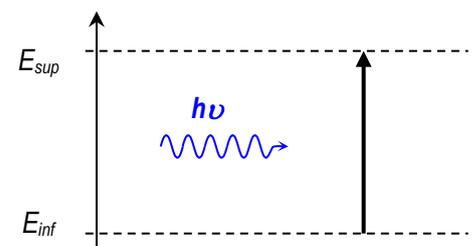


B/ ABSORPTION D'UN PHOTON

- ☑ Un atome qui se retrouve dans un état caractérisé par un niveau d'énergie inférieur E_{inf} peut absorber certains photons d'énergie E bien précise et passer dans un état d'énergie E_{sup} supérieure.
- ☑ Le passage d'un niveau à un autre s'appelle une **transition** et est représentée par une flèche verticale.
- ☑ L'énergie E de ce photon correspond à l'énergie gagnée par l'atome.

$$E = E_{sup} - E_{inf}$$

Ainsi, la longueur d'onde du photon absorbé est :



Chap. 8

Comme tous les atomes possèdent des niveaux d'énergie bien définis, ils ne peuvent absorber que certains photons de longueur d'onde bien précise. Ceci conduit, dans le domaine du visible, à l'observation des raies noires dans le spectre de raies d'absorption.



Spectre de raies d'absorption

Chap. 8

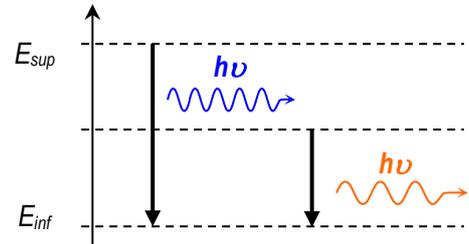
C/ EMISSION D'UN PHOTON

☑ Un atome qui se retrouve dans un état excité (par décharge électrique, absorption de lumière, chauffage,...) caractérisé par un niveau d'énergie E_{sup} retourne spontanément dans son état fondamental ou dans un état excité de moindre énergie E_{inf} en émettant un photon.

☑ L'énergie E de ce photon correspond à l'énergie perdue par l'atome.

$$E = E_{sup} - E_{inf}$$

Ainsi, la longueur d'onde du photon émis sera :



Comme tous les atomes possèdent des niveaux d'énergie bien définis, ils ne peuvent émettre que certains photons de longueur d'onde bien précise correspondant à une transition énergétique possible de l'atome. Ceci conduit, dans le domaine du visible, à l'observation des raies de couleurs dans le spectre de raies d'émission.



Spectre de raies d'émission

Application :

1/ Un atome passe d'un niveau d'énergie de $-7,40 \text{ eV}$ à un niveau de $-4,20 \text{ eV}$. Représenter cette transition sur un diagramme énergétique.

2/ Ce photon est-il émis ou absorbé ? Justifier.

3/ Calculer la variation d'énergie E de cette transition.

4/ Calculer la longueur d'onde de ce photon. En déduire le domaine de ces OEM.