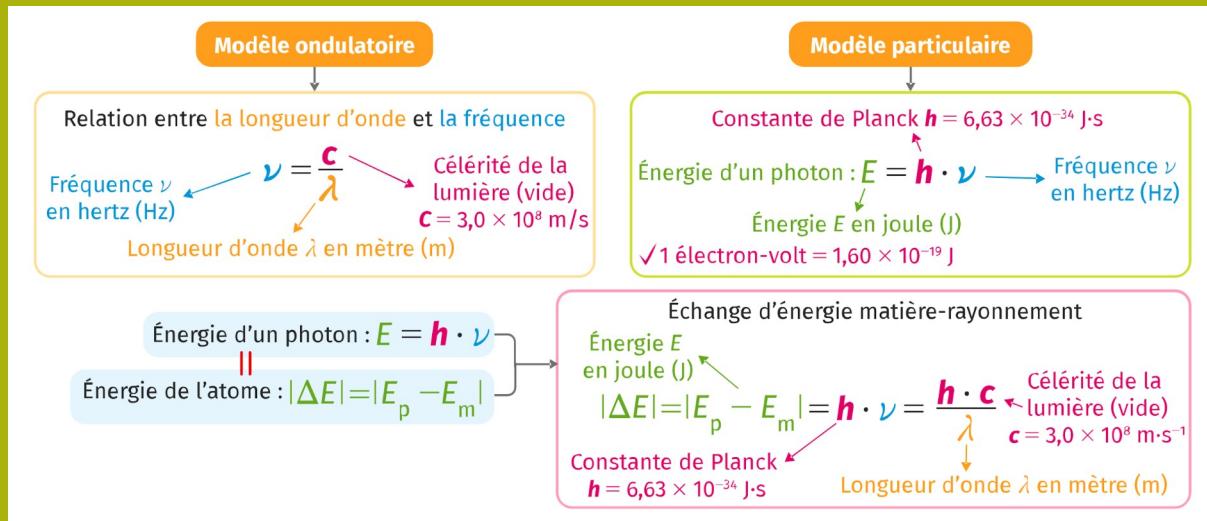


Exercices

Modèles ondulatoire et particulaire de la lumière



1. Le modèle ondulatoire de la lumière

- Une OEM se déplace dans le vide :
 - à $300\,000 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$.
- Une OEM est caractérisée par :
 - sa fréquence ν .
- Le domaine visible est compris dans un domaine :
 - de longueurs d'onde situées entre 400 et 800 nm environ.

2. Le modèle particulier de la lumière

- Les modèles particulier et ondulatoire sont :
 - complémentaires.
- L'énergie E d'un photon est :
 - proportionnelle à la fréquence.
- L'énergie d'un photon de longueur d'onde correspondant à la couleur bleue (du domaine visible) est inférieure à celle d'un photon :
 - appartenant au domaine de l'ultraviolet.

3. La quantification des niveaux d'énergie d'un atome

- Pour que le photon interagisse avec l'atome, son énergie doit être :
 - égale à l'écart de deux niveaux d'énergie de l'atome.
- Les niveaux d'énergie d'un atome :
 - sont quantifiés.
- L'énergie du photon émis par un atome est d'autant plus faible que :
 - l'écart entre les niveaux d'énergie de la transition est faible.

5. Expression de l'énergie d'un photon (1)

◆ L'énergie d'un photon est donnée par la relation $E = h \times \nu$, l'énergie correspondante à la fréquence $\nu = 7,41 \times 10^5 \text{ GHz}$ vaut : $E = 6,63 \times 10^{-34} \times 7,41 \times 10^5 \times 10^9 \text{ J}$ soit $E \approx 4,91 \times 10^{-19} \text{ J}$.

En utilisant la relation $\lambda = c \times T$ avec $T = \frac{1}{\nu}$, on en déduit que la longueur d'onde λ s'exprime tel que $\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3,00 \times 10^8}{7,41 \times 10^5 \times 10^9} \approx 4,05 \times 10^{-7} \text{ m} = 405 \text{ nm}$.

6. Domaine spectral

◆ Les appareils utilisés quotidiennement utilisent des domaines spectraux différents :

Appareil	routeur WiFi	Scanner de bagage à l'aéroport	phare de voiture	télécommande de télévision
Domaine spectral	micro-ondes	rayons X	domaine visible	domaine infra-rouge

7. Expression de l'énergie d'un photon (2)

◆ L'énergie d'un photon est donné par la relation $E = h \times \nu$, tel que $T = \frac{1}{\nu}$ avec $\lambda = c \times T$. Ainsi, $E = \frac{h \times c}{\lambda} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{650 \times 10^{-9}} \approx 3,06 \times 10^{-19} \text{ J}$.

Si l'énergie d'un photon possède une faible valeur, elle s'exprime le plus souvent en électron-volt (eV) tel que $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$. Alors, la valeur de l'énergie du photon vaut : $E = \frac{4,91 \times 10^{-19}}{1,60 \times 10^{-19}} \approx 1,91 \text{ eV}$.

10. La photodiode

1. En observant l'évolution de la sensibilité spectrale relative S_R de la photodiode en fonction de la longueur d'onde, $S_R = f(\lambda)$, elle est la plus efficace lorsqu'elle atteint son maximum. Par lecture graphique, on détermine ce maximum pour une longueur d'onde λ_{\max} comprise entre environ 560 et 570 nm. Cette longueur d'onde λ_{\max} appartient au domaine visible car elle est comprise entre 400 et 800 nm.

2. Au vu du graphique $S_R = f(\lambda)$, cette photodiode référencée 708-2813 ne peut pas être utilisée pour détecter des radiations infrarouges ($\lambda > 800 \text{ nm}$) car sa sensibilité S_R est nulle (confondue avec l'axe des abscisses) dans le domaine spectral de longueur d'onde inférieur à 400 nm. De la même manière, cette photodiode ne détecte pas non plus les radiations ultraviolettes ($\lambda < 400 \text{ nm}$).

29. L'aurore polaire

1. Sachant que $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$, l'énergie du photon émis par un atome d'oxygène lors d'une aurore $E_{\text{photon}} = 2,23 \times 1,60 \times 10^{-19} = 3,57 \times 10^{-19} \text{ J}$.

2. On détermine la fréquence ν puis la longueur d'onde λ du photon de la radiation vert-jaune émise à l'aide des relations $E_{\text{photon}} = h \times \nu$ et $\lambda = \frac{c}{\nu}$ tel que :

$$\nu = \frac{E_{\text{photon}}}{h} = \frac{4,06 \times 10^{-19}}{6,63 \times 10^{-34}} = 5,38 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3,00 \times 10^8}{1,38 \times 10^{14}} = 5,57 \times 10^{-7} \text{ m} = 557 \text{ nm}$$

La valeur de la longueur d'onde du photon émis est $\lambda = 557 \text{ nm}$, la couleur de la radiation émise est cohérente avec la couleur observée jaune-vert.

3. L'apparition d'une couleur vert-jaune dans le ciel nocturne signifie que le photon est émis par l'atome d'oxygène suite à la transition électronique d'électrons gravitant autour de son noyau.

4. Sans souci d'échelle, la transition électronique qui donne lieu à l'émission d'un photon de couleur vert jaune permet de faire le diagramme d'énergie de l'atome d'oxygène suivant :

