

Spectres d'émission

Cours de sciences physiques - niveau 2de

*Donc, une ampoule à filament éclaire en lumière blanche, un lampadaire de rue diffuse une lumière orangée, et pourtant tous deux émettent de la lumière. Quelle est la différence ? Par ailleurs, les **spectres d'émission** la révèlent : en décomposant la lumière, on découvre à quelle température brille une étoile et quel gaz compose une lampe.*

L'essentiel : Un spectre de raies d'émission est caractéristique d'un élément chimique, tandis qu'un corps chaud émet un spectre continu. La loi de Wien relie la longueur d'onde du maximum d'émission à la température : $\lambda_{\max} = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{T}$, avec T en K et λ en m. Pour le Soleil, T = 5800 K donne $\lambda_{\max} \approx 500$ nm.

Enfin, ce cours est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Spectres d'émission : la lumière décomposée

Ensuite, une **source primaire** produit sa propre lumière (Soleil, flamme, lampe, écran), alors qu'une source secondaire se contente de diffuser la lumière reçue. Lorsque la lumière blanche traverse un **prisme** ou un **réseau**, elle est décomposée en radiations de couleurs différentes, comme dans un arc-en-ciel. C'est la **dispersion**.

DÉFINITION

Puis, le **spectre d'émission** d'une source est l'ensemble des radiations lumineuses qu'elle émet, décomposées et classées par longueur d'onde. Puis on l'observe avec un spectroscope.

Ainsi, on distingue deux grandes familles : les spectres **continus** (toutes les couleurs, sans interruption) et les spectres de **raies** (quelques lignes colorées isolées sur fond noir).

Longueur d'onde et domaine visible

Par ailleurs, une radiation lumineuse est caractérisée par sa **longueur d'onde dans le vide λ** , exprimée en mètres (m) ou, plus commodément, en nanomètres ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$).

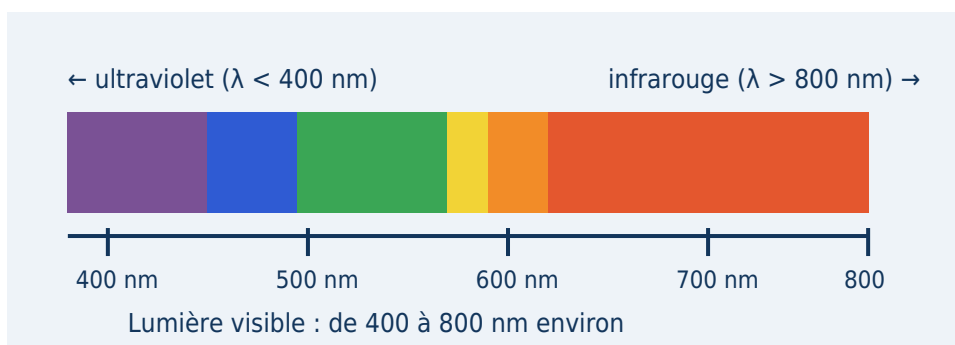
Ensuite, elle est reliée à la fréquence ν (en Hz) et à la période T par la célérité de la lumière dans le vide $c = 3,00 \times 10^8$ m/s.

FORMULE À RETENIR

$$\lambda = c \times T = c \div \nu$$

λ en m ; $c = 3,00 \times 10^8$ m/s ; T en s ; ν en Hz.

De plus, le domaine **visible** s'étend d'environ 400 nm (violet) à 800 nm (rouge). Puis en dessous de 400 nm se trouvent les **ultraviolets (UV)**, au-dessus de 800 nm les **infrarouges (IR)** ; ces radiations existent mais ne sont pas visibles.



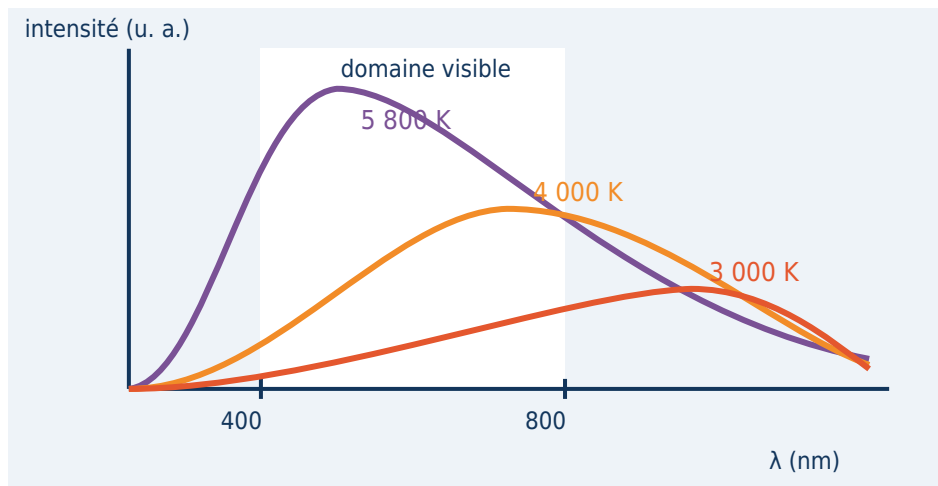
Le domaine visible s'étend d'environ 400 nm (violet) à 800 nm (rouge).

APPLICATION NUMÉRIQUE

Donc, une radiation verte a pour longueur d'onde $\lambda = 532$ nm $= 5,32 \times 10^{-7}$ m. Sa fréquence est $\nu = c \div \lambda = 3,00 \times 10^8 \div 5,32 \times 10^{-7} = \mathbf{5,64 \times 10^{14}}$ Hz (trois chiffres significatifs, comme les données).

Spectres continus d'origine thermique et loi de Wien

Enfin, tout corps chaud (filament, braise, étoile) émet de la lumière dont le spectre est **continu**. De plus, ce spectre dépend de la **température de surface T** : plus le corps est chaud, plus il émet de lumière, et plus le maximum d'émission se déplace vers les courtes longueurs d'onde (vers le bleu). Ensuite, un corps à 3 000 K est orangé, un corps à 6 000 K est blanc, un corps à 10 000 K est bleuté.



Spectres continus à trois températures (échelle verticale qualitative) : le maximum se déplace vers le bleu quand T augmente.

LOI DE WIEN

Ensuite, la longueur d'onde λ_{max} au maximum d'émission d'un corps chaud est inversement proportionnelle à sa température de surface :

$$\lambda_{\text{max}} \times T = 2,898 \times 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K}$$

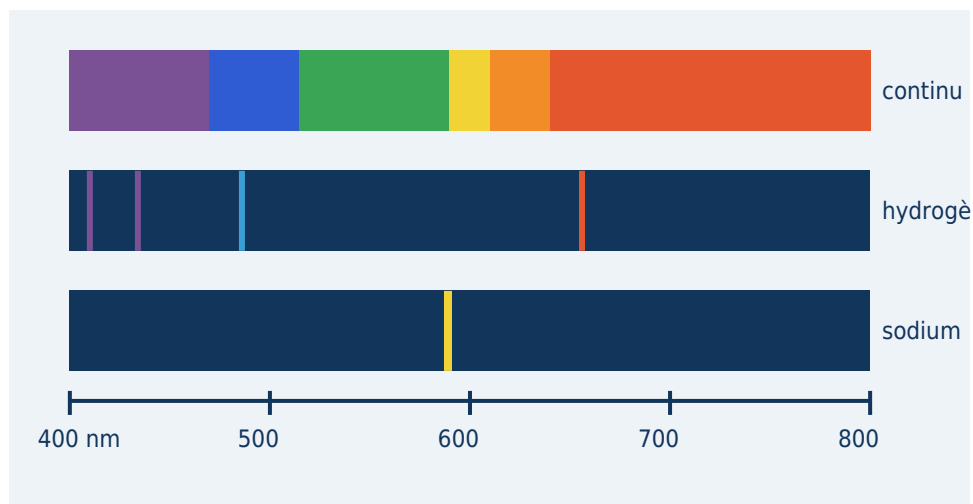
λ_{max} en mètres (m) ; T en kelvins (K), avec $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$.

EXEMPLE RÉSOLU

Puis, la surface du Soleil est à $T = 5\,800 \text{ K}$. $\lambda_{\text{max}} = 2,898 \times 10^{-3} \div 5\,800 = 4,997 \times 10^{-7} \text{ m}$, soit $\lambda_{\text{max}} \approx \mathbf{500 \text{ nm}}$, au milieu du visible. Par ailleurs, pour le filament d'une ampoule à $T = 2\,700 \text{ K}$: $\lambda_{\text{max}} = 2,898 \times 10^{-3} \div 2\,700 = 1,07 \times 10^{-6} \text{ m} = \mathbf{1,07 \mu\text{m}}$, dans l'infrarouge : la majeure partie de l'énergie rayonnée n'est pas visible, c'est de la chaleur.

Spectres de raies : l'empreinte d'un élément

Ainsi, un gaz à basse pression, excité par une décharge électrique ou chauffé, émet un **spectre de raies** : quelques radiations de longueurs d'onde bien définies, séparées par du noir. Chaque **élément chimique** possède ses propres raies : c'est son « empreinte ». Puis en comparant les raies observées à des spectres de référence, on identifie les éléments présents dans la source (lampe, nébuleuse, étoile).



Spectre continu, spectre de raies de l'hydrogène (410, 434, 486 et 656 nm) et du sodium (doublet vers 589 nm).

Élément	Raies visibles principales (nm)
Hydrogène	410 ; 434 ; 486 ; 656
Sodium	589 (doublet 589,0 et 589,6)
Mercure	405 ; 436 ; 546 ; 578
Hélium	447 ; 502 ; 588 ; 668

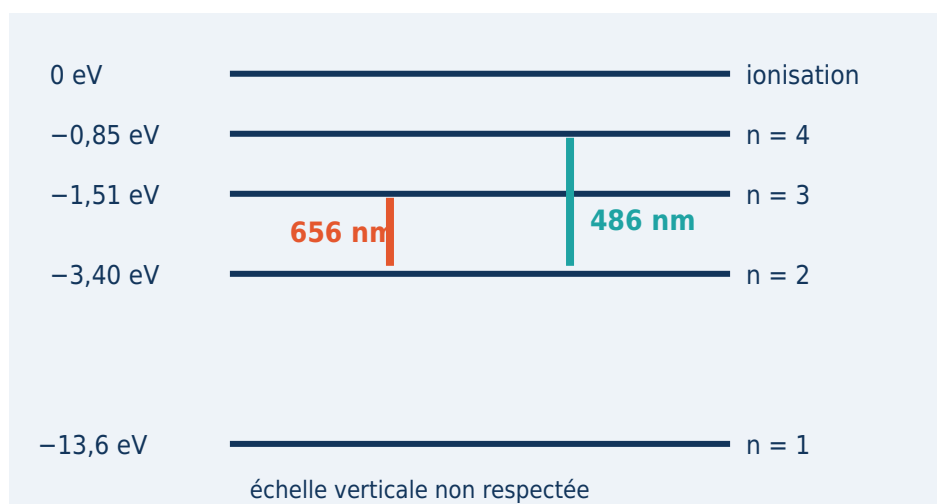
Niveaux d'énergie et photons

Pourquoi des raies ? Parce que l'énergie d'un atome est **quantifiée** : il ne peut posséder que certaines valeurs d'énergie, appelées **niveaux d'énergie**. Quand un atome passe d'un niveau supérieur E_{sup} à un niveau inférieur E_{inf} , il émet un **photon** dont l'énergie est égale à la différence des deux niveaux.

FORMULE À RETENIR

$$\Delta E = E_{\text{sup}} - E_{\text{inf}} = h \times \nu = h \times c \div \lambda$$

ΔE en joules (J) ; $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; ν en Hz ; λ en m ; $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$.



EXEMPLE RÉSOLU

Par ailleurs, pour la raie rouge de l'hydrogène ($\lambda = 656 \text{ nm}$) : $E = h \times c \div \lambda = 6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8 \div 656 \times 10^{-9} = \mathbf{3,03 \times 10^{-19} \text{ J}}$, soit $3,03 \times 10^{-19} \div 1,60 \times 10^{-19} = \mathbf{1,89 \text{ eV}}$. Cela correspond au saut entre $n = 3$ ($-1,51 \text{ eV}$) et $n = 2$ ($-3,40 \text{ eV}$) : $\Delta E = 1,89 \text{ eV}$.

Erreurs fréquentes

ERREUR FRÉQUENTE

Croire que plus un objet est chaud, plus il est « rouge ». C'est l'inverse : le rouge correspond à des températures relativement basses (environ $3\,000 \text{ K}$), le bleu aux températures les plus élevées.

ERREUR FRÉQUENTE

Oublier de convertir : λ en nm doit être converti en m avant d'utiliser $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$ ou la loi de Wien, et la température doit être en kelvins.

ERREUR FRÉQUENTE

Confondre spectre continu (corps chaud, toutes les couleurs) et spectre de raies (gaz excité, longueurs d'onde discrètes caractéristiques d'un élément).

L'essentiel à retenir

- De plus, un spectre d'émission décompose la lumière d'une source en radiations de longueurs d'onde différentes.
- $\lambda = c \times T = c \div \nu$; domaine visible : 400 à 800 nm ; UV en dessous, IR au-dessus.
- Donc, un corps chaud émet un spectre continu ; loi de Wien : $\lambda_{\text{max}} \times T = 2,898 \times 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K}$.
- Enfin, un gaz excité émet un spectre de raies, caractéristique de l'élément chimique.
- $\Delta E = h \times \nu = h \times c \div \lambda$ ($h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$).

Tout le chapitre « Lumière et spectres d'émission » en seconde

- Les exercices : Lumière et spectres d'émission
- Le corrigé des exercices : Lumière et spectres d'émission
- Le TP : Lumière et spectres d'émission
- Le corrigé du TP : Lumière et spectres d'émission

- Le QCM : Lumière et spectres d'émission
- Le contrôle : Lumière et spectres d'émission
- Le corrigé du contrôle : Lumière et spectres d'émission

Chapitre précédent : Signaux sonores et fréquence (cours)

Chapitre suivant : Réflexion et réfraction de la lumière (cours)

Retrouve aussi tous les cours de sciences physiques en seconde et le programme complet de sciences physiques en seconde.