

Energie d'un photon et longueur d'onde

Ex 1 : Domaines de fréquences du visible

1. Quel est, en fréquences, le domaine du visible ?

Le domaine visible est compris entre 380nm et 780nm et on sait que $\nu = \frac{c}{\lambda}$

$$\nu_{380} = \frac{3 \times 10^8}{380 \times 10^{-9}} = 7,9 \times 10^{14} \text{ Hz} \quad \text{et} \quad \nu_{780} = \frac{3 \times 10^8}{780 \times 10^{-9}} = 3,8 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

2. Donner en joules, l'énergie correspondant aux radiations limites du visible

On sait que $E = \frac{h \times c}{\lambda}$ donc $E_{380} = \frac{h \times c}{\lambda} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{380 \times 10^{-9}} = 5,2 \times 10^{-19} \text{ J}$ et

$$E_{780} = \frac{h \times c}{\lambda} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{780 \times 10^{-9}} = 2,55 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Ex 2 : la thermographie

La thermographie permet de mettre en évidence les différences de température au niveau de la peau. Lors de cet examen, un système de détection capte les rayonnements émis par le corps humain.

1. Calculer la longueur d'onde λ d'un rayonnement de fréquence $\nu = 3,22 \times 10^{13} \text{ Hz}$ émis par le corps humain

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \times 10^8}{3,22 \times 10^{13}} = 9,3 \times 10^{-6} \text{ m}$$

2. Ce rayonnement est-il un rayonnement visible, infrarouge ou ultraviolet ?

Ici $\lambda > 780 \text{ nm}$, le rayonnement est donc infrarouge

3. Calculer l'énergie en électronvolt d'un photon de ce rayonnement.

$$E_{380} = \frac{h \times c}{\lambda} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{9,3 \times 10^{-6}} = 2,1 \times 10^{-20} \text{ J} = \frac{2,1 \times 10^{-20}}{1,6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 0,134 \text{ eV}$$

Ex 3 : Spectre d'émission du mercure

Le spectre d'émission du mercure contient 3 raies intenses : jaune, verte et bleu indigo, de longueurs d'ondes respectives $\lambda_J = 579 \text{ nm}$, $\lambda_V = 546,2 \text{ nm}$ et $\lambda_B = 436,0 \text{ nm}$

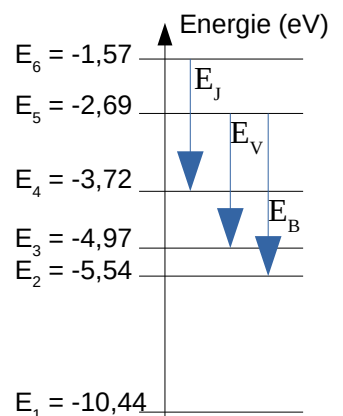
1. Calculer en eV l'énergie des photons de longueurs d'onde λ_J , λ_B et λ_V .

La relation directe entre λ et E en eV est

$$E = \frac{h \times c}{\lambda} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda \times 1,6 \times 10^{-19}} = \frac{1243}{\lambda (\text{nm})} \quad , \quad \text{donc} \quad E_J = \frac{1243}{579} = 2,14 \text{ eV} \quad ,$$

$$E_V = \frac{1243}{546,2} = 2,28 \text{ eV} \quad \text{et} \quad E_B = \frac{1243}{436} = 2,85 \text{ eV}$$

Le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de mercure est donnée ci-contre.



Spectre du mercure

2. Quelle raie d'émission du mercure correspond à la désexcitation des atomes de mercure des niveaux d'énergie de E_6 à E_4 ?

Pour la désexcitation E_6 à E_4 , le rayonnement aura une énergie de

$E = -1,57 + 3,72 = 2,15 \text{ eV}$, ce qui correspond à E_J : le rayonnement est donc jaune.

3. A quelles désexcitations correspondent les autres raies ? Justifier.

Le plus simple est d'utiliser un tableau pour calculer toutes les énergies liées aux désexcitations :

	E6	E5	E4	E3	E2	E1	
		-1,57	-2,69	-3,72	-4,97	-5,54	-10,44
E6	-1,57		1,12	2,15	3,4	3,97	8,87
E5	-2,69			1,03	2,28	2,85	7,75
E4	-3,72				1,25	1,82	6,72
E3	-4,97					0,57	5,47
E2	-5,54						4,9
E1	-10,44						

On a donc $E_J : E6 \rightarrow E4$

$E_V : E5 \rightarrow E3$

$E_B : E5 \rightarrow E2$

4. Reproduire le diagramme et représenter par des flèches les trois désexcitations évoquées dans l'exercice.

Cf schéma

Ex 4 : L'horloge atomique à jet de césium

Depuis 1967, l'horloge atomique au césium sert à définir la seconde.

Cette horloge comprend un oscillateur à quartz. Un signal électrique oscillant est utilisé pour générer une onde électromagnétique de fréquence 9 192 631 770 Hz dans la cavité où l'on fait passer des atomes de césium ^{133}Cs .

Si le quartz oscille à la bonne fréquence, les atomes absorbent le rayonnement et passent d'un niveau d'énergie E_A à un niveau d'énergie E_B .

Si le quartz se dérègle, un système électronique agit sur la fréquence d'oscillation du quartz jusqu'à ce que les atomes absorbent à nouveau le rayonnement.

1. Expliquer la phrase « Dans un atome, les niveaux d'énergie sont quantifiés »

Les niveaux d'énergies d'un atome ne sont pas continus : il passe d'un niveau à un autre sans passer par des niveaux d'énergie intermédiaires.

2. Calculer la longueur d'onde électromagnétique émise

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{299792458}{9192631770} = 0,0326 \text{ m}$$

3. Calculer la différence d'énergie entre les niveaux A et B de l'atome de césium 133.

$$E = \frac{h \times \nu}{\lambda} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 9,19263177 \times 10^8}{0,0326} = 1,88 \times 10^{-24} \text{ J}$$

Ex 5 : Isomères

1. Justifier clairement la représentation de Lewis des atomes d'hydrogène, oxygène, carbone et azote.

2. Rechercher tous les isomères possibles du propan-1-ol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$)