

Corrigé du contrôle de sciences physiques du jeudi 9 novembre 2017

Données :

Constante de Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
Vitesse de la lumière dans le vide $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Relation de Planck : $\Delta E = h \cdot \nu$
Définition : $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

1. Questions de cours

a. Quelles sont les grandeurs intervenant dans la relation de Planck ?

ΔE est une différence d'énergie, h est la constante de Planck, ν est la fréquence du photon.

b. Préciser les unités de ces différentes grandeurs.

ΔE s'exprime en joule (J), h en joule/hertz (J.s) et ν en hertz (Hz).

c. Donner la relation entre la fréquence d'un photon et sa longueur d'onde.

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

d. Préciser les unités des grandeurs intervenant dans cette relation.

ν s'exprime en hertz (Hz), c en mètre par seconde ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) et λ en mètre (m).

e. Qu'est-ce qu'un photon ?

Un photon est une entité indivisible d'énergie.

2. Un photon a une fréquence de $3,54 \cdot 10^{11} \text{ Hz}$.

a. Calculer sa longueur d'onde.

On utilise la relation $\nu = \frac{c}{\lambda}$ qui donne :

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}{3,54 \cdot 10^{11}} = 8,47 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

b. Calculer son énergie en joules.

On utilise la relation de Planck :

$$E = h\nu = 6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,54 \cdot 10^{11} = 2,35 \cdot 10^{-22} \text{ J}$$

c. Calculer son énergie en électron-volts.

$$E = \frac{2,35 \cdot 10^{-22}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 1,47 \cdot 10^{-3} \text{ eV}$$

3. Un laser produit un rayonnement monochromatique de longueur d'onde égale à 400 nm.

a. Calculer la fréquence des photons constituant ce rayonnement

On utilise la relation $\nu = \frac{c}{\lambda}$:

$$\nu = \frac{3,00 \cdot 10^8}{400 \cdot 10^{-9}} = 7,50 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

b. Calculer leur énergie en joules puis en électron-volts.

$$E = h\nu = 6,63 \cdot 10^{-34} \times 7,50 \cdot 10^{14} = 4,97 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = \frac{4,97 \cdot 10^{-19}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 3,11 \text{ eV}$$

4. Un atome absorbe un photon qui fait passer un électron du niveau E_0 au niveau E_2 . Lors de la désexcitation, l'électron passe par le niveau E_1 et deux photons sont émis. Le schéma représente le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'électron dans l'atome.

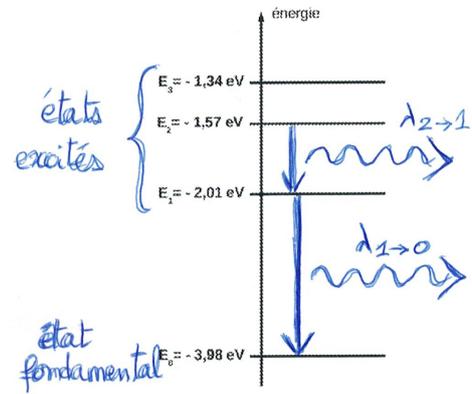
- a. Représenter sur la partie droite du schéma la désexcitation de l'atome et l'émission des deux photons.
- b. Préciser, dans la partie gauche du schéma, l'état fondamental et les niveaux excités.
- c. Exprimer la longueur d'onde d'un photons émis en fonction de ΔE (différence d'énergie entre les deux niveaux).

On utilise la relation de Planck et la relation $\nu = \frac{c}{\lambda}$:

$$\Delta E = h\nu = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda}$$

On en déduit

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$$



- d. Calculer la longueur d'onde des photons émis.

Le diagramme permet de déterminer, en électron-volt, l'énergie correspondant aux deux transitions :

$$\text{entre les niveaux } E_2 \text{ à } E_1 : \Delta E_{2 \rightarrow 1} = E_2 - E_1 = -1,57 + 2,01 = 0,44 \text{ eV}$$

$$\text{entre les niveaux } E_1 \text{ à } E_0 : \Delta E_{1 \rightarrow 0} = E_1 - E_0 = -2,01 + 3,98 = 1,97 \text{ eV}$$

On convertit en joule ces énergies :

$$\Delta E_{2 \rightarrow 1} = 0,44 \text{ eV} = 0,44 \times 1,60 \cdot 10^{-19} = 7,04 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$\Delta E_{1 \rightarrow 0} = 1,97 \text{ eV} = 1,97 \times 1,60 \cdot 10^{-19} = 3,15 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Les longueurs d'onde des photons émis sont alors :

$$\lambda_{2 \rightarrow 1} = \frac{hc}{\Delta E_{2 \rightarrow 1}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{7,04 \cdot 10^{-20}} = 2,83 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 2830 \text{ nm}$$

et

$$\lambda_{1 \rightarrow 0} = \frac{hc}{\Delta E_{1 \rightarrow 0}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{3,15 \cdot 10^{-19}} = 6,27 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 627 \text{ nm}$$

- e. Ces rayonnements sont-ils visible, infrarouge ou ultraviolet ?

$\lambda_{2 \rightarrow 1}$ correspond à une radiation appartenant aux infra-rouges (supérieur à 800 nm). $\lambda_{1 \rightarrow 0}$ appartient au domaine visible (entre 400 et 800 nm)

- f. Que peut-on dire de la longueur d'onde du rayonnement émis lors de la transition entre les niveaux E_3 et E_2 par rapport aux longueurs d'onde précédemment calculées ?

$E_3 - E_2$ étant plus petit que $E_2 - E_1$ et $E_1 - E_0$, la longueur d'onde des photons émis par cette transition sera donc plus grande. Cette transition donnera donc un rayonnement infra-rouge.

5. La loi de Beer-Lambert exprime la relation de proportionnalité entre l'absorbance A d'une solution et la concentration c en solution de cette solution :

$$A = k \cdot c, \text{ avec } c \text{ en mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ et } k \text{ en mol}^{-1} \cdot \text{L}$$

- a. Quelle est l'unité de A ?

A est une grandeur sans unité.

- b. Une solution dont la concentration est égale à 0,100 mol.L⁻¹ possède une absorbance égale à 0,830. Déterminer la valeur du facteur de proportionnalité k.

$$A = k \cdot c \quad \text{donne} \quad k = \frac{A}{c}$$

D'où

$$k = \frac{A}{c} = \frac{0,830}{0,100} = 8,30 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$$

6. Une solution A absorbe la partie du spectre de la lumière blanche correspondant au vert. Une solution B absorbe la partie du spectre de la lumière blanche correspondant au rouge.

- a. Quelle est la couleur des solutions A et B ? Justifiez.

La solution A diffuse les parties du spectre de la lumière blanche correspondant au rouge et au bleu. Elle apparaît donc magenta.

La solution B diffuse les parties du spectre de la lumière blanche correspondant au bleu et au vert. Elle apparaît donc cyan.

- b. Quelle est la couleur de la solution obtenue par le mélange des solutions A et B ? Justifiez.

La solution obtenue par le mélange des solutions A et B absorbe les parties du spectre de la lumière blanche correspondant au vert et au rouge. Elle apparaît donc bleue.