

# 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 ?

$\Delta E$  est une différence d'énergie,  $h$  est la constante de Planck,  $\nu$  est la fréquence du photon.

b. Préciser les unités de ces différentes grandeurs.

$\Delta E$  s'exprime en joule (J),  $h$  en joule/hertz (J.s) et  $\nu$  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.

$\nu$  s'exprime en hertz (Hz),  $c$  en mètre par seconde ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) et  $\lambda$  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  $3,45 \cdot 10^{11} \text{ Hz}$ .

a. Calculer sa longueur d'onde.

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

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{3,45 \cdot 10^{11}} = 8,70 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

b. Calculer son énergie en joules.

On utilise la relation de Planck :

$$E = h\nu = 6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,45 \cdot 10^{11} = 2,29 \cdot 10^{-22} \text{ J}$$

c. Calculer son énergie en électron-volts.

$$E = \frac{2,29 \cdot 10^{-22}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 1,43 \cdot 10^{-3} \text{ eV}$$

3. Un laser produit un rayonnement monochromatique de longueur d'onde égale à 800 nm.

a. Calculer la fréquence des photons constituant ce rayonnement

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

$$\nu = \frac{3,00 \cdot 10^8}{800 \cdot 10^{-9}} = 3,75 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

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

$$E = h\nu = 6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,75 \cdot 10^{14} = 2,49 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = \frac{2,49 \cdot 10^{-19}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 1,55 \text{ eV}$$

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.

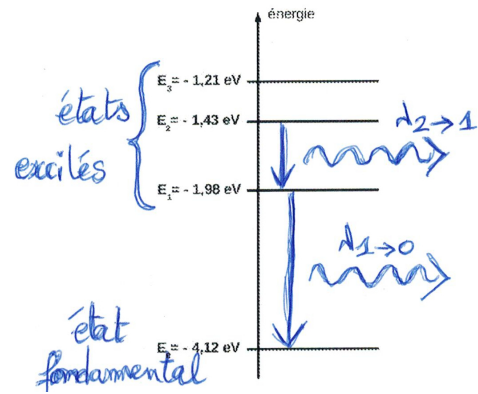
- a. Représenter sur la partie droite du schéma la désexcitation de l'atome et l'émission des deux photons.
- b. Préciser, dans la partie gauche du schéma, l'état fondamental et les niveaux excités.
- c. Exprimer la longueur d'onde d'un photons émis en fonction de  $\Delta E$  (différence d'énergie entre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

$$\text{entre les niveaux } E_2 \text{ à } E_1 : \Delta E_{2 \rightarrow 1} = E_2 - E_1 = -1,43 + 1,98 = 0,55 \text{ eV}$$

$$\text{entre les niveaux } E_1 \text{ à } E_0 : \Delta E_{1 \rightarrow 0} = E_1 - E_0 = -1,98 + 4,12 = 2,14 \text{ eV}$$

On convertit en joule ces énergies :

$$E_{2 \rightarrow 1} = 0,55 \text{ eV} = 0,55 \times 1,60 \cdot 10^{-19} = 8,8 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$E_{1 \rightarrow 0} = 2,14 \text{ eV} = 2,14 \times 1,60 \cdot 10^{-19} = 3,42 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Les longueurs d'onde des photons émis sont alors :

$$\lambda_{2 \rightarrow 1} = \frac{hc}{\Delta E_{2 \rightarrow 1}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{8,8 \cdot 10^{-20}} = 2,26 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 2260 \text{ nm}$$

et

$$\lambda_{1 \rightarrow 0} = \frac{hc}{\Delta E_{1 \rightarrow 0}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{3,42 \cdot 10^{-19}} = 5,82 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 582 \text{ nm}$$

- 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 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  $0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  possède une absorbance égale à  $0,930$ . Déterminer la valeur du facteur de proportionnalité  $k$ .

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

D'où

$$k = \frac{A}{c} = \frac{0,930}{0,100} = 9,30 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$$

6. Une solution A absorbe la partie du spectre de la lumière blanche correspondant au bleu. 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 vert. Elle apparaît donc jaune.

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 bleu et au rouge. Elle apparaît donc verte.