

## Correction des exercices n°23-25-26-29-30-31 p393-397

### Exercice n°23

1. L'énergie d'un photon a pour expression :  $\mathcal{E} = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 299792458}{532 \times 10^{-9}} = 3,74 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

Une impulsion laser de 200 mJ contient donc :  $\frac{200 \times 10^{-3}}{3,74 \times 10^{-19}} = 5,35 \times 10^{17}$  photons.

2. Soit  $E_e$  l'énergie émise par 6 000 impulsions laser et  $E_r$  l'énergie reçue. Alors :

$$\frac{\mathcal{E}_e}{\mathcal{E}_r} = \frac{6000 \times 200 \times 10^{-3}}{100 \times 3,74 \times 10^{-19}} = 3,21 \times 10^{19}.$$

L'énergie émise est de l'ordre de  $10^{19}$  fois plus importante que l'énergie reçue.

3. On calcule la durée  $\Delta t$  mise par la lumière pour parcourir 1 mm, à vitesse constante de valeur  $c$  :

$$\Delta t = \frac{d}{c} = \frac{1 \times 10^{-3}}{299792458} = 3 \times 10^{-12} \text{ s}.$$

La précision du chronométrage doit être de l'ordre de  $10^{-12}$  s, c'est-à-dire de l'ordre d'une picoseconde.

### Exercice n°25

1. De la relation de de Broglie, on obtient :  $\lambda = \frac{h}{p}$

2. Pour des particules non relativistes  $\lambda = \frac{h}{m \cdot v} \Leftrightarrow v = \frac{h}{m \cdot \lambda}$  ; ainsi :

$$v(\beta^-) = \frac{6,63 \times 10^{-34}}{9,1 \times 10^{-31} \times 2,43 \times 10^{-11}} = 3,0 \times 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v(\alpha) = \frac{6,63 \times 10^{-34}}{7300 \times 9,1 \times 10^{-31} \times 1,04 \times 10^{-14}}$$

$$v(\alpha) = 9,6 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

3a. Par définition,  $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$

$$b. \mathcal{E}_c(\beta^-) = 0,5 \times 9,1 \times 10^{-31} \times (3,00 \times 10^7)^2 = 4,1 \times 10^{-16} \text{ J}$$

$$\mathcal{E}_c(\alpha) = 0,5 \times 7300 \times 9,1 \times 10^{-31} \times (9,60 \times 10^6)^2$$

$$\mathcal{E}_c(\alpha) = 3,1 \times 10^{-13} \text{ J}.$$

On en conclut que l'énergie cinétique de la particule  $\alpha$  est plus grande que celle de la particule  $\beta^-$  ; on dit qu'elle transporte plus d'énergie.

### Exercice n°26

1a. Le groupe hydroxyle est le groupe O-H.

b. Lors d'une absorption, il y a gain d'énergie pour la molécule (représentée symboliquement par une sphère)

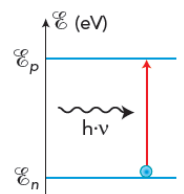
c. Une transition d'énergie électronique est associée à une radiation UV ou visible.

d. La longueur d'onde associée au photon absorbé vérifie la relation  $|\Delta \mathcal{E}| = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ , ainsi :

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{|\Delta \mathcal{E}|} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{7,02 \times 1,60 \times 10^{-19}} = 1,77 \times 10^{-7} \text{ m}.$$

Cette longueur d'onde de 177 nm appartient effectivement au domaine des ultraviolets ( $\lambda < 400 \text{ nm}$ ).

2a. Pour la liaison O-H, on lit  $\sigma = 3450 \text{ cm}^{-1}$ , ce qui correspond à  $\lambda = 1/\sigma = 2,89 \cdot 10^{-4} \text{ cm} = 2,89 \text{ } \mu\text{m}$ .



Pour la liaison C-O, on lit  $\sigma = 1\,030\text{ cm}^{-1}$ , ce qui correspond à  $\lambda = 9,71 \cdot 10^{-4}\text{ cm} = 9,71\text{ }\mu\text{m}$ .

b. Lorsqu'un photon infrarouge est absorbé par une molécule, il y a transition entre niveaux d'énergie vibratoire.

c. D'après la relation  $|\Delta\mathcal{E}| = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ , l'écart énergétique est inversement proportionnel à  $\lambda$ . Il est donc plus important dans le cas de la liaison O-H que dans celui de la liaison C-O.

### Exercice n°29 (voir livre)

#### Exercice n°30

1. Le faisceau laser doit être directif et concentrer beaucoup d'énergie.

2. Ce laser émet des ondes électromagnétiques dans le domaine des infrarouges, car sa longueur d'onde de 1 060 nm dans l'air est supérieure à 800 nm, ce qui correspond à la limite supérieure du domaine du visible (rouge).

3. L'énergie libérée lors d'une impulsion est faible, elle a pour valeur  $E = 1,0\text{ }\mu\text{J} = 1,0 \cdot 10^{-6}\text{ J}$ . Cette énergie est libérée pendant une courte durée  $\Delta t = 500\text{ fs}$ , soit  $500 \cdot 10^{-15}\text{ s}$ .

La puissance est reliée à l'énergie par l'expression :

$$\mathcal{P} = \frac{\mathcal{E}}{\Delta t} = \frac{1,0 \times 10^{-6}}{500 \times 10^{-15}} = 2,0 \times 10^6\text{ W.}$$

4. a. L'énergie  $E$  d'un photon a pour expression  $E_{\text{photon}} = h \cdot \nu$ .

$h$  est la constante de Planck,  $\nu$  est la fréquence de l'onde électromagnétique associée au photon.

b. Le nombre de photons émis par impulsion est donc :

$$\frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_{\text{photon}}} = \frac{\mathcal{E}}{h \cdot \nu} = \frac{1,0 \times 10^{-6}}{6,63 \times 10^{-34} \times 1,060 \times 10^{-6}} = 1,4 \times 10^{33}.$$

#### Exercice n°31

1. Le phénomène de diffraction est associé à l'aspect ondulatoire de la lumière.

2. Le pouvoir de résolution d'un microscope dépend de la longueur d'onde de la radiation qui éclaire l'objet. Il faut utiliser des radiations électromagnétiques visibles ayant la plus petite longueur d'onde possible, soit des radiations violettes de 400 nm de longueur d'onde dans l'air.

3. a. La relation de de Broglie s'écrit :  $p = h / \lambda$ .

b. Lorsque  $v \ll c$ , la valeur de la quantité de mouvement d'une particule matérielle s'exprime par  $p = m \cdot v$ .

c. D'après ce qui précède :

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6,63 \times 10^{-34}}{9,11 \times 10^{-31} \times 1,0 \times 10^7} = 7,3 \times 10^{-11}\text{ m,}$$

soit  $7,3 \times 10^{-2}\text{ nm}$ .

Les radiations visibles ont des longueurs d'onde comprises entre 400 nm et 800 nm dans l'air. Les longueurs d'onde des ondes de matière associées à ces électrons sont bien inférieures à celles de la lumière visible.

4. La taille d'un atome est de l'ordre de  $10^{-10}\text{ nm}$ . Les ordres de grandeur de la taille de l'atome et de la longueur d'onde de l'onde associée aux électrons sont comparables. Il sera donc possible d'observer des atomes avec ce type de microscope comme le montre la photographie.