

## Correction exercices chapitre 20 Nathan

### Exercice 27 : Utiliser l'électronvolt

- $\Delta E = 2,2 \text{ eV} = 2,2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,5 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .
- $\nu = \frac{E}{h} = \frac{3,5 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 5,3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ .
- Le domaine des ondes lumineuses correspond à l'intervalle de fréquence  $3,5 \cdot 10^{14}$  ;  $7,0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ . La fréquence déterminée est dans cet intervalle. Le rayonnement étudié appartient donc bien au domaine des ondes lumineuses.

### Exercice 28 : Associer un photon à un rayonnement

$$\Delta E = h \frac{c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{650 \cdot 10^{-9}} = 3,1 \cdot 10^{-19} \text{ J} = \frac{3,1 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,94 \text{ eV}.$$

### Exercice 40 p 415

- $E_{\text{photon}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{633 \cdot 10^{-9}}$ , soit  $E_{\text{photon}} = 3,14 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
  - Pendant une durée  $\Delta t = 1,0 \text{ min}$ , le faisceau transporte une énergie  $E = P \times \Delta t$ . Cette énergie est transportée par les  $N$  photons émis pendant cette durée, donc :
- $$N \cdot E_{\text{photon}} = P \times \Delta t, \text{ d'où } N = \frac{P \times \Delta t}{E_{\text{photon}}} = \frac{2,0 \cdot 10^{-3} \times 60}{3,14 \cdot 10^{-19}} = 3,8 \cdot 10^{17} \text{ photons}$$

### Exercice 41 p 416

a. VRAI car l'énergie du photon correspond à la différence d'énergie entre le niveau fondamental et le premier niveau excité :

$$-59,2 \text{ eV} - (-79 \text{ eV}) = 19,8 \text{ eV}.$$

b. Calculons l'énergie des photons associés à ce rayonnement :

$$E_{\text{photon}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{32,0 \cdot 10^{-9} \times 1,60 \cdot 10^{-19}} = 38,8 \text{ eV}$$

Cette énergie ne correspond à aucune transition possible.

c. FAUX : une transition quantique d'un état à l'autre d'un atome se fait toujours par absorption ou émission d'un seul photon.

d. VRAI : l'énergie d'ionisation est l'énergie qu'il faut fournir à l'atome pour qu'il passe du niveau fondamental au niveau ionisé :

$$0 \text{ eV} - (-79 \text{ eV}) = 79 \text{ eV}.$$

e. Calculons l'énergie des photons associés à ce rayonnement :

$$E_{\text{photon}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{22,0 \cdot 10^{-9} \times 1,60 \cdot 10^{-19}} = 56,5 \text{ eV}$$

Cette énergie correspond à la différence d'énergie entre le niveau  $E_3$  et le niveau fondamental.

La réponse est VRAI. Cette raie appartient au spectre d'émission de l'atome. Elle est émise quand il passe du niveau  $E_3$  au niveau fondamental.

### Exercice 45 p417

a. Le niveau d'énergie  $\% = 0 \text{ eV}$  correspond à l'état ionisé de l'atome d'hydrogène : il a perdu son unique électron.

b. Calculons, en eV, l'énergie du photon associé à ce rayonnement.

$$E_{\text{photon}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{91,2 \cdot 10^{-9} \times 1,60 \cdot 10^{-19}} = 13,6 \text{ eV}$$

Cette énergie permet à l'atome d'hydrogène de passer du niveau fondamental au niveau d'ionisation. Lorsque l'atome d'hydrogène reçoit ce rayonnement, il absorbe le photon et perd son électron.

c. Calculons à nouveau l'énergie du photon associé à ce rayonnement :

$$E_{\text{photon}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{110 \cdot 10^{-9} \times 1,60 \cdot 10^{-19}} = 11,3 \text{ eV}$$

$$-13,60 \text{ eV} + 11,3 \text{ eV} = -2,30 \text{ eV.}$$

Cela ne correspond à aucun niveau d'énergie de l'atome d'hydrogène. Le photon n'est pas absorbé.

d. Calculons l'énergie perdue par l'atome d'hydrogène lorsqu'il passe du niveau  $n = 4$  au niveau  $n = 2$  :

$$\Delta E = E_2 - E_4 = -3,40 \text{ eV} - (-0,85 \text{ eV}) = -2,55 \text{ eV}$$

Cette variation d'énergie est négative car l'atome perd de l'énergie. Le photon émis possède une énergie  $E_{\text{photon}} = 2,55 \text{ eV}$ .

Calculons la longueur d'onde du rayonnement associé.

$$\lambda = \frac{hc}{E_{\text{photon}}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{2,55 \times 1,60 \cdot 10^{-19}} = 4,88 \cdot 10^{-7} \text{ m} \text{ ou } 488 \text{ nm.}$$

Ce rayonnement est visible puisqu'il appartient au domaine 400 nm - 750 nm. Il correspond à une des raies bleues du spectre  $\lambda = 486,1 \text{ nm}$  (voir exercice 37 page 414).

Remarque : le résultat ne donne pas exactement la bonne longueur d'onde car le calcul est effectué avec des valeurs approchées. En prenant un chiffre significatif de plus : on trouve  $4,863 \times 10^{-7} \text{ m}$

### Exercice 46 : LASER médical

- Le rayonnement émis par le LASER à dioxyde de carbone appartient au domaine des infrarouges.
- La longueur d'onde du LASER auxiliaire correspond à un faisceau de couleur rouge.
- Le LASER auxiliaire permet au chirurgien de savoir quelle zone est touchée par le LASER à  $\text{CO}_2$ , celui-ci n'émettant aucun rayonnement visible.

$$d. \quad |\Delta E| = h \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \times \frac{3,00 \cdot 10^8}{10,6 \cdot 10^{-6}} = 1,88 \cdot 10^{-20} \text{ J.}$$

$$\Rightarrow P = E \times \Delta t = \frac{N |\Delta E|}{\Delta t} = \frac{2,7 \cdot 10^{21} \times 1,88 \cdot 10^{-20}}{1} = 5 \cdot 10^1 \text{ W.}$$

### Exercice 47 : Choix de l'origine des énergies

a. Les différents niveaux d'énergie n'ont pas la même valeur car l'origine des énergies n'est pas la même dans les deux cas.

b. (a) : Le niveau d'énergie pris comme référence est le niveau d'énergie le plus bas, le niveau fondamental de l'atome de sodium.

(b) : Le niveau d'énergie pris comme référence est le niveau d'énergie pour lequel un électron n'est plus lié à l'atome de sodium.

c. Dans le diagramme (b), on considère qu'un électron qui n'est plus lié à l'atome a une énergie nulle. Toutefois, pour arracher cet électron à l'atome, il faut lui apporter de l'énergie. Le seul moyen d'apporter de l'énergie à un électron pour qu'il ait une énergie nulle est de considérer qu'il a initialement une énergie négative.

$$d. \quad |\Delta E|_a = |E_{2_a} - E_{5_a}| = |2,11 - 3,76| = 1,65 \text{ eV.}$$

$$|\Delta E|_b = |E_{2_b} - E_{5_b}| = |(-3,03) - (-1,38)| = 1,65 \text{ eV.}$$

- e. Dans les deux cas, l'énergie du photon émis est la même. Le choix du niveau de référence n'a donc aucune importance pour le calcul des énergies des photons émis ou absorbés.

#### Exercice 49 : Retour sur l'ouverture du chapitre

$$a. \lambda = \frac{hc}{|\Delta E|} = \frac{hc}{|E_3 - E_1|} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{5,4 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,3 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 230 \text{ nm}.$$

Ce rayonnement appartient au domaine de l'ultra-violet.

$$b. \lambda_{3 \rightarrow 1} = \frac{hc}{|\Delta E|} = \frac{hc}{|E_3 - E_1|} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{5,4 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,3 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 230 \text{ nm}.$$

$$\lambda_{3 \rightarrow 2} = \frac{hc}{|\Delta E|} = \frac{hc}{|E_3 - E_2|} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{|2,5 - 5,4| \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 4,3 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 430 \text{ nm}.$$

$$\lambda_{2 \rightarrow 1} = \frac{hc}{|\Delta E|} = \frac{hc}{|E_2 - E_1|} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{2,5 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 5,0 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 500 \text{ nm}.$$

- c. Un atome qui absorbe de l'énergie pour atteindre un niveau d'énergie élevé peut réémettre cette énergie en plusieurs fois. Chaque transition correspond à une libération d'énergie plus faible, donc à un rayonnement de longueur d'onde plus élevée. L'absorption dans l'UV peut donc entraîner une émission dans le visible. Ce phénomène correspond à la fluorescence (ou la phosphorescence dans certains cas particuliers).
- d. Les œuvres d'art présentées sur la photo sont éclairées en lumière UV. Les atomes constituant les peintures utilisées absorbent ce rayonnement, et se désexcitent en plusieurs fois, en émettant plusieurs rayonnements dans le visible.

#### Exercice 50 : Extraction d'un électron

$$a. \Delta E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{532 \cdot 10^{-9}} = 3,74 \cdot 10^{-19} \text{ J} < W_0.$$

Le rayonnement incident n'est pas suffisamment énergétique pour arracher des électrons à la plaque de Zinc. Elle ne se décharge donc pas.

$$b. \Delta E' = \frac{hc}{\lambda'} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{254 \cdot 10^{-9}} = 7,83 \cdot 10^{-19} \text{ J} > W_0. \text{ La plaque se décharge.}$$

$$E_c = |\Delta E'| - W_0 = 7,83 \cdot 10^{-19} - 5,38 \cdot 10^{-19} = 2,45 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 2,45 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 7,3 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$