# Autour d'un texte de Brahic

Bac S 2009 Centres étrangers (ancien programme) · Exercice 3 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

**1.1** Donner les valeurs limites des longueurs d'onde dans le vide du spectre visible, en précisant les couleurs concernées.

Le spectre visible s'étend, dans le vide, du violet au rouge.

De $\lambda \approx 400$ nm (violet) à $\lambda \approx 800$ nm (rouge).

**PIÈGE**
Inverser les deux extrémités. Le violet a la plus petite longueur d'onde ; en dessous de 400 nm se trouve l'ultraviolet, au-dessus de 800 nm l'infrarouge.

**1.2** Quelle relation lie la longueur d'onde dans le vide d'une radiation monochromatique et sa fréquence ? Préciser les unités.

$\lambda = \dfrac{c}{\nu}$, avec $\lambda$ en mètre (m), $c$ en mètre par seconde ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) et $\nu$ en hertz (Hz).

**COMPRENDRE**
La fréquence $\nu$ caractérise la radiation et ne dépend pas du milieu. La longueur d'onde, elle, en dépend : d'où la précision « dans le vide ».

**1.3** Calculer l'ordre de grandeur des longueurs d'onde dans le vide des micro-ondes et des rayons X.

**Données utiles** $c = 2{,}997 \times 10^{8}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ; $\nu_{\text{micro-ondes}} = 3{,}0 \times 10^{14}$ Hz ; $\nu_X = 3{,}0 \times 10^{18}$ Hz

On applique $\lambda = \dfrac{c}{\nu}$ (question 1.2).

$$\lambda_{\text{micro-ondes}} = \frac{2{,}997 \times 10^{8}}{3{,}0 \times 10^{14}} = 1{,}0 \times 10^{-6}\ \text{m}$$

$$\lambda_X = \frac{2{,}997 \times 10^{8}}{3{,}0 \times 10^{18}} = 1{,}0 \times 10^{-10}\ \text{m}$$

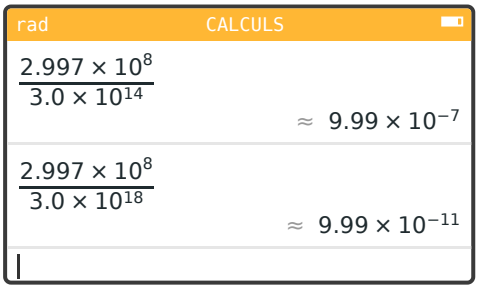
La fréquence fournie pour les micro-ondes correspond en réalité à l'infrarouge proche ; on conserve la valeur de l'énoncé.

Ordres de grandeur : $\lambda_{\text{micro-ondes}} \sim 10^{-6}$ m (le micromètre) et $\lambda_X \sim 10^{-10}$ m (le dixième de nanomètre).

**COMPRENDRE**
Les fréquences ont deux chiffres significatifs : le résultat aussi. Un ordre de grandeur est la puissance de dix la plus proche de la valeur.

**COMPRENDRE**
Les micro-ondes ont des longueurs d'onde du millimètre au décimètre, soit des fréquences de l'ordre de $10^{9}$ à $10^{11}$ Hz. La valeur $3{,}0 \times 10^{14}$ Hz de l'énoncé est trop grande.

**À LA CALCULATRICE**




**1.4** Indiquer, en justifiant, laquelle de ces deux radiations est la plus énergétique.

L'énergie d'un photon vaut $E = h\nu$ : elle est proportionnelle à la fréquence de la radiation.

Or $\nu_X > \nu_{\text{micro-ondes}}$ ($3{,}0 \times 10^{18}$ Hz contre $3{,}0 \times 10^{14}$ Hz).

Le rayonnement X est le plus énergétique.

**COMPRENDRE**
La phrase du texte sur la couleur dominante d'un corps chaud relève du rayonnement du corps noir, qui n'est plus au programme actuel de spécialité. Aucune question ne l'utilise ici.

**MÉTHODE**
Avec les longueurs d'onde, on écrit $E = \dfrac{h\,c}{\lambda}$ : plus $\lambda$ est petite, plus le photon est énergétique. Les deux raisonnements sont acceptés.

**2.1** Les raies observées sur le spectre de la figure 1 sont-elles des raies d'émission ou d'absorption ?

Les raies sont noires sur un fond coloré continu : certaines radiations de la lumière blanche ont été retirées par le gaz traversé.

Ce sont des raies d'absorption.

**COMPRENDRE**
Un spectre de raies d'émission présente l'aspect inverse : des raies colorées sur un fond noir.

**2.2** À l'aide du tableau des longueurs d'onde d'émission, quels éléments peut-on retrouver dans les couches superficielles du Soleil ? Justifier.

**Données utiles** Hydrogène : 410,1 ; 434,0 ; 486,1 ; 656,3 nm. Hélium : 447,2 ; 471,3 ; 492,2 ; 501,6 ; 587,6 ; 667,8 nm. Sodium : 589,0 ; 589,6 nm.

Un élément absorbe les radiations qu'il est capable d'émettre : ses raies d'absorption ont les mêmes longueurs d'onde que ses raies d'émission.

Lecture de la figure 1 (10 nm par graduation) :

- raies B, C, D et G, vers 410, 434, 486 et 656 nm : les quatre raies de l'hydrogène ;
- raies $F_1$ et $F_2$, très proches, vers 589 nm : les deux raies du sodium ;
- aucune raie vers 447, 471, 492, 502 ni 668 nm : l'hélium n'est pas mis en évidence.

Les couches superficielles du Soleil contiennent de l'hydrogène et du sodium.

**PIÈGE**
La raie de l'hélium à 587,6 nm tombe près du doublet $F_1$-$F_2$. Une seule coïncidence approximative ne suffit pas : il faut retrouver toutes les raies d'un élément pour conclure à sa présence.

**COMPRENDRE**
Les raies A, E, H et I ne correspondent à aucun élément du tableau : elles sont dues à d'autres espèces chimiques.

**3** Quelle propriété de l'énergie d'un atome est évoquée dans le passage sur les livres et les étagères ?

L'énergie d'un atome ne peut prendre que certaines valeurs bien déterminées, à l'exclusion de toute valeur intermédiaire.

L'énergie de l'atome est quantifiée.

**4.1** Quel est le niveau d'énergie de l'état fondamental de l'atome d'hydrogène ?

L'état fondamental est celui de plus basse énergie : c'est le niveau le plus bas du diagramme.

$E = -13{,}6 \text{ eV}$

**PIÈGE**
Choisir le niveau $0$ eV parce qu'il semble « le plus petit ». Les énergies sont négatives : la plus faible est $-13{,}6$ eV. Le niveau $0$ correspond à l'atome ionisé.

**4.2** Calculer la variation d'énergie de l'atome d'hydrogène lorsqu'il passe de $E_1$ à $E_2$.

**Données utiles** $E_1 = -0{,}37 \text{ eV}$ ; $E_2 = -3{,}39 \text{ eV}$

La variation est l'énergie finale moins l'énergie initiale :

$\Delta E = E_2 - E_1 = -3{,}39 - (-0{,}37)$

$\Delta E = -3{,}02 \text{ eV}$

**COMPRENDRE**
$\Delta E < 0$ : l'atome perd de l'énergie.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$-3.39 - (-0.37)$

$\approx -3.02$

**4.3** Convertir en joule la variation d'énergie calculée à la question 4.2.

**Données utiles** $\Delta E = -3{,}02$ eV (4.2) ; $1\text{ eV} = 1{,}6 \times 10^{-19}$ J

$\Delta E = -3{,}02 \times 1{,}6 \times 10^{-19}$

$\Delta E = -4{,}8 \times 10^{-19}$ J

**COMPRENDRE**
Deux chiffres significatifs seulement, car la valeur de l'électronvolt n'en comporte que deux.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$3.02 \times 1.6 \times 10^{-19}$

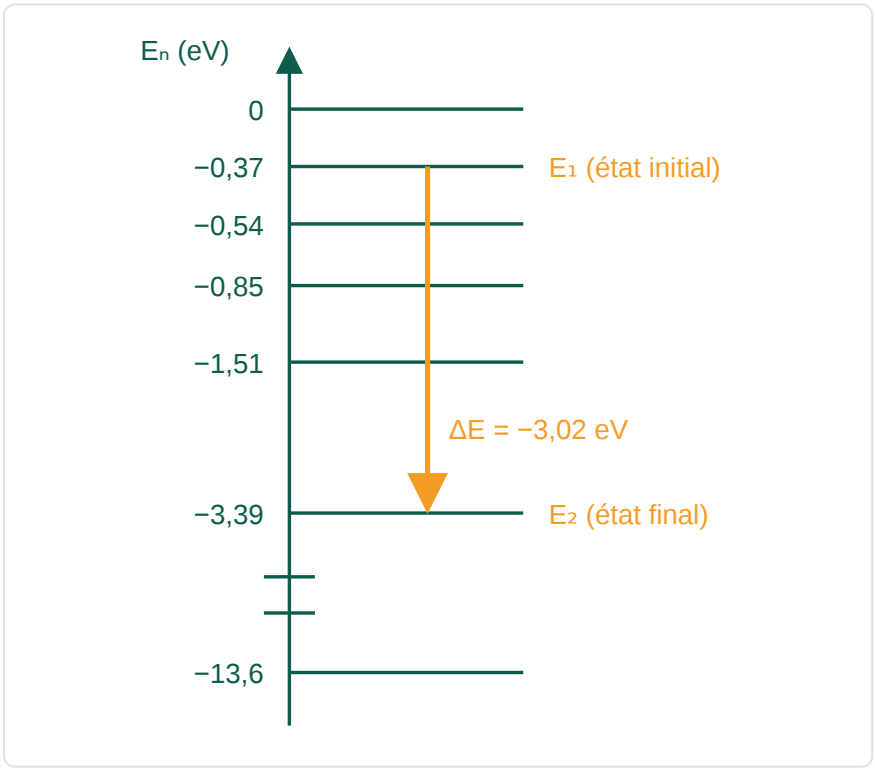
$\approx 4.832 \times 10^{-19}$

**4.4** Sur le diagramme de l'annexe, représenter cette transition par une flèche.

La flèche part du niveau $E_1 = -0{,}37$ eV et pointe vers le niveau $E_2 = -3{,}39$ eV.

Flèche verticale dirigée vers le bas, de $-0{,}37$ eV à $-3{,}39$ eV (voir l'annexe complétée).

**PIÈGE**
Oublier la pointe de la flèche ou l'orienter vers le haut : le sens indique l'état initial et l'état final.




**4.4** · Annexe complétée : la transition de $E_1$ vers $E_2$ en orange

**4.5** Calculer la fréquence du photon correspondant à cette variation d'énergie.

**Données utiles** $|\Delta E| = 3{,}02 \times 1{,}6 \times 10^{-19}$ J (4.3) ; $h = 6{,}62 \times 10^{-34}$ J · s

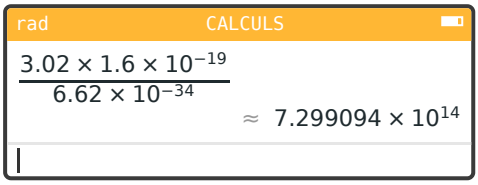
L'énergie du photon est égale à la valeur absolue de la variation d'énergie de l'atome : $|\Delta E| = h\nu$, donc

$$\nu = \frac{|\Delta E|}{h} = \frac{3{,}02 \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{6{,}62 \times 10^{-34}}$$

$\nu = 7{,}3 \times 10^{14}$ Hz

**PIÈGE**
Garder le signe moins ou laisser $\Delta E$ en électronvolt. Une fréquence est positive, et la relation $E = h\nu$ exige une énergie en joule.

À LA CALCULATRICE




**4.6** Ce photon est-il libéré ou absorbé par l'atome d'hydrogène ?

L'atome passe du niveau $E_1$ au niveau $E_2$, d'énergie plus basse ($\Delta E < 0$) : il cède de l'énergie au milieu extérieur sous forme de lumière.

Le photon est libéré (émis) par l'atome.

**4.7** Donner le nom de la radiation du spectre de la figure 1 correspondant à cette transition.

**Données utiles** $c = 2{,}997 \times 10^{8}$ m · s$^{-1}$ ; $\nu = 7{,}3 \times 10^{14}$ Hz (4.5)

Longueur d'onde dans le vide de la radiation :

$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{2{,}997 \times 10^{8}}{7{,}3 \times 10^{14}} = 4{,}1 \times 10^{-7}$ m, soit environ 410 nm.

Sur la figure 1, la raie située vers 410 nm est la raie B.

La transition correspond à la raie B (raie de l'hydrogène à 410,1 nm).

**COMPRENDRE**
L'atome absorbe à la même longueur d'onde qu'il émet : la raie noire B traduit la transition inverse, de $E_2$ vers $E_1$, par absorption d'un photon de même énergie.

À LA CALCULATRICE

