

Exercice I Rédaction en chimie**4**

Exigence : présentation de données, relation indiquée, résultat en NS avec bon nombre de CS.
Vous disposez de cristaux de sulfate de zinc de formule $ZnSO_4$.

Données : masses molaires atomiques

$$M(Zn) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1} \quad M(S) = 32,1 \text{ g.mol}^{-1} \quad M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

- 1) Exprimez puis calculez la masse molaire moléculaire du sulfate de zinc. (1)
- 2) Exprimez puis calculez la masse de sulfate de zinc à prélever pour préparer 500 mL d'une solution de concentration $5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. (1,5)
- 3) Exprimez puis calculez le volume de cette solution à prélever pour obtenir 100 mL d'une solution de concentration $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ (1,5)

Exercice II La molécule de dioxyde de soufre**12**

Comme dans le cas des atomes, les différents états d'énergie d'une molécule peut être représentée sur un diagramme. Ainsi, dans l'air ambiant, les molécules de dioxyde de soufre SO_2 sont dans leur état de plus grande stabilité d'énergie E_0 . En revanche, à l'aide d'un rayonnement ultraviolet de fréquence $\nu = 1,40 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, ces molécules sont portées dans un état d'énergie E_a , instable. Presque aussitôt, le dioxyde de soufre retourne à un état d'énergie E_b , différent de E_0 . Au même moment, apparaît un rayonnement de fréquence ν' inférieure à celle du premier rayonnement.

Données : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

- 1) En vous aidant du texte, sur le diagramme en annexe, replacez les niveaux E_0 , E_a et E_b en justifiant votre démarche sur votre feuille. (2)

- 2) Quel adjectif qualifie

- a. l'état E_0 ? (0,5)

- b. les états E_a et E_b ? (0,5)

- 3) Transition de E_0 vers E_a

- a. Cette transition correspond-elle à une émission ou une absorption de lumière ? Justifiez. (1)

- b. Représentez sur le diagramme ci-contre cette transition par une flèche notée 1. (0,5)

- c. Exprimez et calculez l'énergie du rayonnement ultraviolet responsable de cette transition. (1)

- d. Exprimez l'énergie de transition entre les deux niveaux en fonction des grandeurs de l'énoncé. Déduisez sa valeur en J et justifiez. (1,5)

- 4) Transition de E_a vers E_b

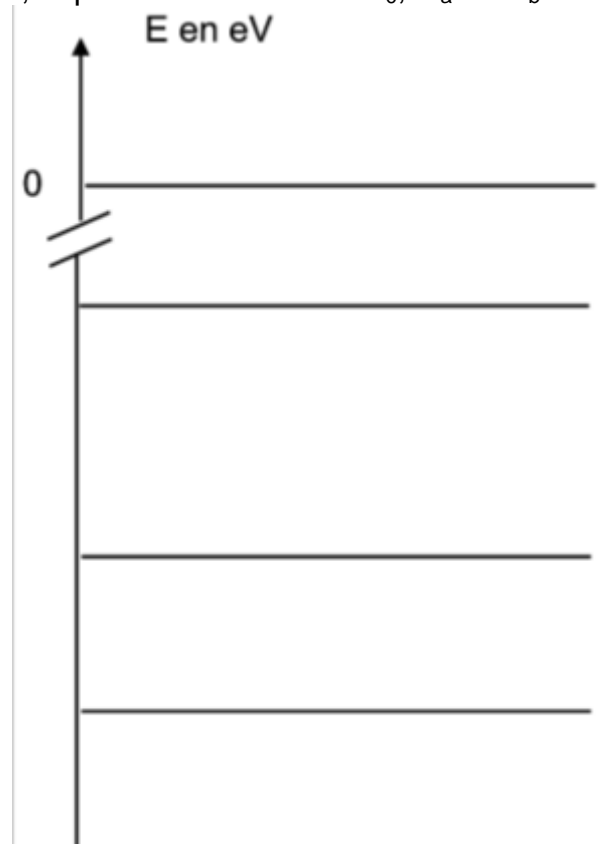
- a. Cette transition correspond-elle à une émission ou une absorption de lumière ? Justifiez. (1)

- b. Représentez sur le diagramme ci-contre cette transition par une flèche notée 2. (0,5)

- c. L'énergie de cette transition vaut - 3,65 eV. Expliquez le signe négatif de cette énergie. (1)

- d. Exprimez et calculez la longueur d'onde de la lumière correspondante. (1,5)

- e. Cette radiation appartient-elle au domaine des ultraviolets ? Justifiez. (1)

**Exercice III Loi de Wien****7****Document 1** *Loi de Wien*

La loi de Wien stipule que le produit de la température d'un corps par la longueur d'onde λ_{max} correspondant au maximum d'intensité lumineuse dans le profil spectral du corps est égal à une constante A :

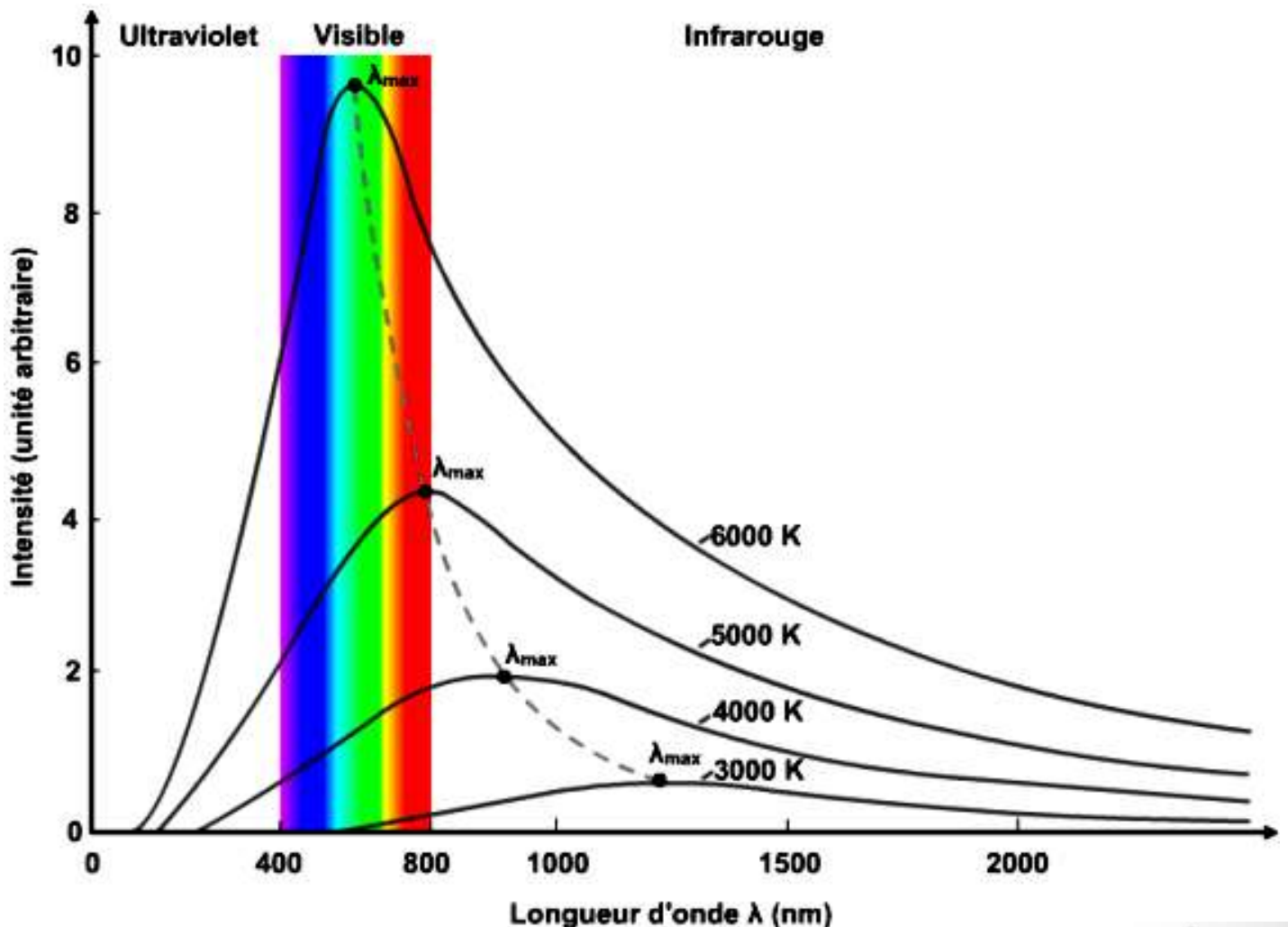
$$T \times \lambda_{max} = A \quad \text{avec } A = 2,89 \cdot 10^{-3} \text{ m.K}$$

Dans cette expression, la température est exprimée en Kelvin et la longueur d'onde en mètre.

Conversion : $T(K) = T(^{\circ}C) + 273$

Document 2

Évolution de λ_{\max} en fonction de la température



Document 3

Dans les premières lampes (Edison 1879), photo ci-contre, le filament, une fibre végétale recouverte de carbone, était placé dans une ampoule dans laquelle le vide avait été fait. La température du filament de carbone atteignait 1 700 °C.

Le tungstène remplaça avantageusement le carbone, car son filament de forme spiralée pouvait être porté à la température de 2500 K.



Questions

- 1) Quel adjectif qualifie le spectre d'un objet devenu émetteur de lumière visible en étant porté à haute température ? (0,5)
- 2) Grâce au document 2, estimez la valeur de λ_{\max} pour un corps de température $T = 6000 \text{ K}$. (1)
- 3) En vous appuyant sur les documents 1 et 2, justifiez le déplacement de λ_{\max} en fonction de l'évolution de la température. Soyez précis dans votre réponse. (1,5)
- 4) Expliquez l'évolution de la couleur de la lumière émise par un corps dont la température augmente entre 3000 et 6000 K ? (1,5)
- 5) Dans le cas de la lampe d'Edison.
 - a. Exprimez et calculez λ_{\max} . (1,5)
 - b. Dans quel domaine se situe cette longueur d'onde ? Pas de justification demandée. (0,5)
 - c. Cette lampe émettait une lumière de couleur jaune. Pourquoi utiliser des filaments portés à plus haute température constitua-t-il une avancée pour le confort visuel d'une personne ? (1)

Correction

Exercice I

1) $M(\text{ZnSO}_4) = M(\text{Zn}) + 2 M(\text{S}) + 4 M(\text{O}) = 65,4 + 32,1 + 4 \times 16,0 = 1,615 \cdot 10^2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

2) $c(\text{ZnSO}_4) = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad V_s = 500 \text{ mL} = 5,00 \cdot 10^{-1} \text{ L}$

$m(\text{ZnSO}_4) = C(\text{ZnSO}_4) \times V_s \times M(\text{ZnSO}_4) = 5,0 \cdot 10^{-2} \times 5,00 \cdot 10^{-1} \times 1,615 \cdot 10^2 = 4,0 \text{ g}$

3) $c_f = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad V_f = 100 \text{ mL} = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ L}$

La quantité de matière présente dans le prélèvement de solution mère est égale à la quantité de matière présente dans la solution fille :

$$c_f \times V_f = c(\text{ZnSO}_4) \times V_0$$
$$V_0 = c_f \times V_f / c(\text{ZnSO}_4) = (1,0 \cdot 10^{-2} \times 1,00 \cdot 10^{-1}) / 5,0 \cdot 10^{-2} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ L soit } 20 \text{ mL}$$

Exercice II

1) E_0 représente le niveau de grande stabilité donc de plus basse énergie de la molécule. Il correspond donc à la valeur la plus en bas du diagramme.

Quand la molécule absorbe de l'énergie fournie par le rayonnement UV, son niveau d'énergie augmente et donc E_a se situe au-dessus de E_0 dans le diagramme. Cependant, comme l'atome peut réémettre de l'énergie pour retourner de E_a vers E_b sans pour autant retourner en E_0 , cette donnée signifie que $E_a > E_b > E_0$. La ligne représentant E_b se situe donc entre E_a et E_0 .

Ce que confirme le fait que $\nu > \nu'$ et $h\nu > h\nu'$ donc l'énergie du premier rayonnement absorbé est supérieure à la valeur absolue de celui émis : l'énergie de la molécule est donc plus montée qu'elle est redescendue.

2) a. L'état E_0 est fondamental.

b. Les états E_a et E_b sont excités.

3) a. Comme la molécule passe d'un état stable à instable, son énergie augmente donc elle absorbe de l'énergie : absorption de lumière.

b. Voir schéma.

c. $E = h\nu = 6,63 \cdot 10^{-34} \times 1,40 \cdot 10^{15} = 9,28 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

d. $\Delta E = E_f - E_i = E_a - E_0 > 0$, car $E_a > E_0$

Lors d'une absorption, $E = \Delta E = 9,28 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ car l'énergie E fournie par le rayonnement est totalement absorbée et provoque une transition de même valeur d'énergie dans la molécule.

4) a. La molécule passe d'un niveau d'énergie supérieure à un niveau d'énergie inférieure en libérant de l'énergie sous forme de rayonnement. C'est donc une émission de lumière.

b. Voir schéma.

c. $\Delta E' = E_f - E_i = E_b - E_a < 0$, car $E_b < E_a$

d. $E' = |\Delta E'| = hc / \lambda'$

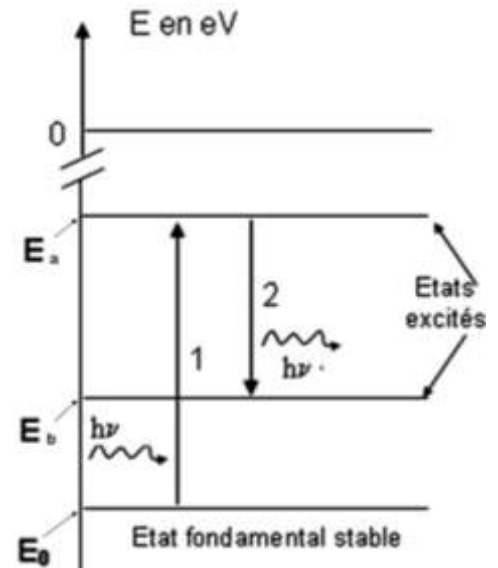
$\lambda' = hc / |\Delta E'|$

Dans cette expression, $|\Delta E'|$ est en J, il faut donc convertir la valeur en eV valeur selon la relation suivante :

$$|\Delta E'|(\text{J}) = |\Delta E'|(\text{eV}) \times 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$\lambda' = hc / (|\Delta E'| \times 1,6 \cdot 10^{-19}) = 6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8 / (3,65 \times 1,60 \cdot 10^{-19}) = 3,41 \cdot 10^{-7} \text{ m soit } 341 \text{ nm.}$$

e. La limite du spectre du visible dans les violets est de 380 nm. Comme $341 \text{ nm} < 380 \text{ nm}$, le rayonnement est donc bien dans les UV.



Exercice III

1) Le spectre d'un objet porté à haute température est continu.

2) Par construction sur la courbe, la valeur approximative obtenue est $\lambda_{\text{max}} = 600 \text{ nm}$

Remarque pour une estimation plus précise :

$$2000 \text{ nm} \leftrightarrow 13,2 \text{ cm} \quad \lambda_{\text{max}} = 3,8 \times 2000 / 13,2 = 5,8 \cdot 10^2 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{max}} (\text{nm}) \leftrightarrow 3,8 \text{ cm}$$

3) Dans le document 1, la loi de Wien met en évidence que λ_{max} et T sont inversement proportionnels, ce qui signifie que l'un augmente quand l'autre diminue. Dans le document 2, quand T passe de 3000 à 6000 K donc quand il augmente, dans le même temps, λ_{max} passe de 1200 à 600 nm, donc λ_{max} diminue. Les évolutions inverses de T et λ_{max} sont donc bien vérifiées.

4) La couleur de la lumière émise par un corps dépend du nombre de radiations présentes dans son

spectre. Ainsi, à 3000 K, le spectre contient des radiations rouges de plus grande intensité lumineuse ainsi que du vert mais en faible intensité. La lumière sera donc approximativement dans l'orangé, voire le jaune, puisqu'elle résulte de la synthèse additive des radiations émises. Quand la température augmente le spectre s'enrichit en radiations vert puis le bleu. Quand elles sont toutes présentes et d'intensités suffisantes, la lumière émise est blanche.

4) a. $T(K) = 1700 + 273 (= 2973 \text{ K})$

J'applique la loi de Wien

$$\lambda_{\max} = A / T = 2,89.10^{-3} / (1700 + 273) = 1,46.10^{-6} \text{ m soit } 1460 \text{ nm.}$$

b. Le domaine de cette longueur d'onde est celui des infrarouges ($\lambda > 800 \text{ nm}$).

c. En augmentant la température, la couleur de la lumière s'est déplacée du jaune vers le blanc, couleur émise par le soleil et donc habituelle pour l'œil humain. De plus, comme une lumière de couleur jaune ne contient pas toutes les radiations du spectre de la lumière blanches, elle modifie la couleur des objets observés.