

# Contrôle B

## Modèles ondulatoire et particulaire de la lumière

Vrai ou faux, les couleurs d'un feu d'artifice, la lampe à vapeur de mercure

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 3 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : ..... Prénom : ..... Classe : ..... Note : ..... / 20

### ★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée. Une expression littérale est attendue avant chaque application numérique ; les résultats sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité. Dans la question 3.5, toute démarche, même non aboutie, sera valorisée.

### Exercice 1 Vrai ou faux ?

4 pts ●●○

Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse, en justifiant la réponse (une réponse non justifiée ne rapporte aucun point).

■ **DONNÉES**  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  •  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  •  $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$  • visible : de 400 nm à 800 nm • IR : de 800 nm à 1 mm

- 1.1 « La lumière visible et les ondes radio se propagent dans le vide à la même vitesse. »
- 1.2 « Un photon de lumière rouge transporte plus d'énergie qu'un photon de lumière bleue. »
- 1.3 « Deux LED de même puissance lumineuse, l'une verte, l'autre bleue : la verte émet plus de photons par seconde. »
- 1.4 « Une radiation de fréquence  $2,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$  a une longueur d'onde de  $1,5 \mu\text{m}$  dans le vide : elle est visible. »

### Exercice 2 Les couleurs d'un feu d'artifice

7 pts ●●○

Les couleurs des feux d'artifice sont dues à des sels métalliques portés à haute température : les atomes excités émettent des raies caractéristiques. La figure 1 présente les raies visibles de trois éléments et le spectre de la lumière d'une fusée.

■ **DONNÉES**  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  •  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  •  $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$  • visible : de 400 nm à 800 nm

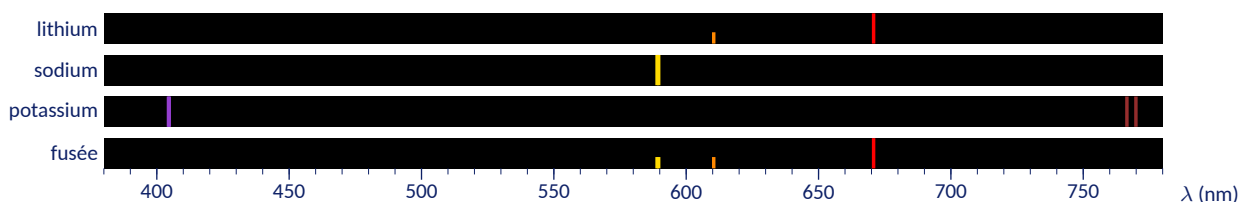


Figure 1 — Raies d'émission visibles (la hauteur d'une raie traduit son intensité)

- 2.1 Quels éléments la fusée contient-elle ? Lequel donne sa couleur à la fusée ? Quelle est cette couleur ?
- 2.2 Les niveaux d'énergie du lithium intervenant ici sont  $E_0 = -5,39 \text{ eV}$  (fondamental),  $E_1 = -3,54 \text{ eV}$  et  $E_2 = -1,51 \text{ eV}$ . Calculer les longueurs d'onde des photons émis lors des transitions  $E_1 \rightarrow E_0$  et  $E_2 \rightarrow E_1$  ; les associer aux raies du lithium. Dessiner le diagramme correspondant, sans souci d'échelle, en y représentant ces deux transitions.

- 2.3** La principale raie du potassium est à la limite du domaine visible, où l'œil est très peu sensible. Quelle couleur la flamme d'un sel de potassium prend-elle ?
- 2.4** Pendant l'explosion, la fusée émet à 670,8 nm une puissance lumineuse de 1,5 kW pendant 2,0 s. Calculer le nombre de photons rouges émis.

### Exercice 3 Étalonner un spectroscope avec une lampe à mercure

9 pts ●●●

Pour étalonner un spectroscope, on utilise une lampe à vapeur de mercure, dont les raies visibles ont des longueurs d'onde connues avec précision (figure 3). La figure 2 représente, à l'échelle, une partie des niveaux d'énergie de l'atome de mercure ; les énergies sont arrondies au centième d'électronvolt.

■ **DONNÉES**  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  •  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  •  $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$  • visible : de 400 nm à 800 nm • UV : de 10 nm à 400 nm

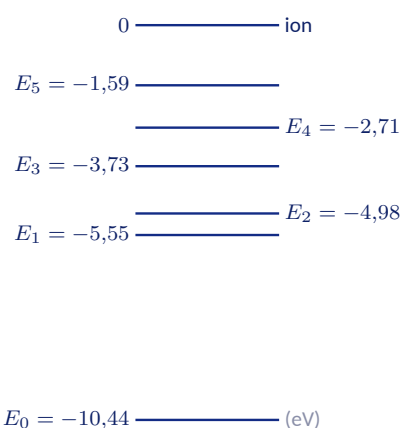


Figure 2 — Niveaux du mercure

- 3.1** Quel est l'état fondamental de l'atome ? Pourquoi dit-on que son énergie est quantifiée ?
- 3.2** Calculer la longueur d'onde du photon émis lors de la transition  $E_4 \rightarrow E_2$ . À quelle raie de la figure 3 correspond-elle ? Quelle est sa couleur ?
- 3.3** Montrer par un calcul que la transition  $E_4 \rightarrow E_1$  produit la raie bleue et que la transition  $E_5 \rightarrow E_3$  produit l'une des raies jaunes.
- 3.4** La transition  $E_1 \rightarrow E_0$  est la plus intense de la lampe. Calculer la longueur d'onde correspondante. Pourquoi ne la voit-on pas dans le spectroscope ? Pourquoi est-il dangereux de regarder une lampe à mercure dont l'ampoule en verre est brisée ?

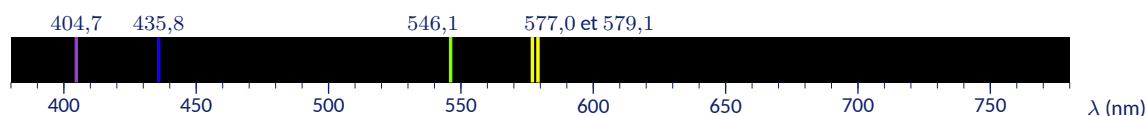


Figure 3 — Raies visibles d'une lampe à vapeur de mercure (longueurs d'onde en nm)

- 3.5** La raie violette (404,7 nm) est émise lors d'une transition depuis le niveau  $E_4$  vers un niveau qui n'est pas représenté sur la figure 2. Déterminer l'énergie de ce niveau et le placer, sur la copie, par rapport aux niveaux  $E_1$  et  $E_2$ .
- 3.6** On envoie sur des atomes de mercure dans l'état fondamental des photons d'énergie 4,00 eV, puis 4,89 eV. Lesquels peuvent être absorbés ? Que devient ensuite l'atome ?
- 3.7** Sur l'écran du spectroscope, on repère la position  $x$  de quatre raies du mercure :

| $\lambda$ (nm) | 404,7 | 435,8 | 546,1 | 579,1 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| $x$ (mm)       | 12,0  | 24,4  | 68,6  | 81,8  |

On admet que  $x$  est une fonction affine de  $\lambda$ . Une lampe inconnue donne une raie intense en  $x = 85,6 \text{ mm}$ . Déterminer sa longueur d'onde et proposer un élément présent dans la lampe.