


Une lampe spectrale est une ampoule de verre remplie d'un gaz à travers laquelle on fait passer un courant électrique. On peut étudier la lumière alors émise avec un spectromètre à fibre. Comment interpréter les spectres observés ?

Doc. 1 : diagramme des niveaux d'énergie du sodium (Na)	Niveaux d'énergie du mercure
<p>énergie E (en eV)</p> <p>$E_{\infty} = 0$ — niveau $n \rightarrow \infty$ État</p> <p>$E_5 = -1,38$ — niveau $n = 5$ $E_4 = -1,51$ — niveau $n = 4$ $E_3 = -1,93$ — niveau $n = 3$ États intermédiaires $E_2 = -3,03$ — niveau $n = 2$</p> <p>$E_1 = -5,14$ — niveau $n = 1$ État fondamental</p>	<p>$E_1 = -10,5$ eV $E_2 = -5,78$ eV $E_3 = -5,56$ eV $E_4 = -4,98$ eV $E_5 = -3,74$ eV $E_6 = -2,71$ eV $E_7 = -2,51$ eV $E_8 = -1,90$ eV $E_9 = -1,81$ eV $E_{10} = -1,60$ eV $E_{\infty} = 0$ eV (valeur limite)</p>

- Observer avec l'aide du professeur en utilisant le spectroscopie à fibre
 - le spectre d'émission de la lumière émise par une lampe à incandescence ;
 - le spectre d'émission de la lumière émise par une lampe à vapeur de sodium ;
 - le spectre d'émission de la lumière émise par une lampe à vapeur de mercure ;
 - le spectre d'émission de la lumière émise par un LASER rouge.
- Récupérer les fichiers spectre dans le dossier et les ouvrir dans *Spid H.R.*
- 1. Caractériser chaque spectre en utilisant les termes : émission, absorption, continu, discontinu, polychromatique et monochromatique.

Lampe à incandescence : spectre d'émission continu polychromatique ;
 lampe à vapeur de sodium : spectre d'émission discontinu et monochromatique ;
 lampe à vapeur de mercure : spectre d'émission discontinu et polychromatique ;
 laser rouge : spectre d'émission discontinu et monochromatique.

Spectre du sodium

2. Mesurer la longueur d'onde de la radiation jaune λ_{jaune} (Cliquer sur  puis déplacer le curseur vertical sur le maximum du pic).

$\lambda_{\text{jaune}} = 589,3 \text{ nm}$

3. Calculer l'énergie (en eV) associée à la radiation jaune.

$$E = h\nu$$

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\text{A.N. } E = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{589,3 \cdot 10^{-9}}$$

$$E = 3,37 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{Soit } E = \frac{3,37 \cdot 10^{-19}}{1,60 \cdot 10^{-19}}$$

$$E = 2,11 \text{ eV}$$

4. En utilisant le doc.1 et le résultat précédent, déterminer les niveaux d'énergie de la transition correspondant à l'émission de la radiation jaune.

L'énergie E du photon émis est égale à la variation ΔE entre deux niveaux d'énergie de l'atome. Pour l'émission d'un photon, l'énergie de l'atome a diminué en passant à un niveau inférieur.

En observant le diagramme, nous remarquons un écart de 2,11 eV entre les niveaux 1 et 2 : $E_{\text{photon}} = E_2 - E_1 = -3,03 - (-5,14) = 2,11 \text{ eV}$.

5. Comment nomme-t-on un atome auquel on a arraché un électron ? Préciser alors le nom du dernier état sur le diagramme. Quelle est la valeur de l'énergie E_{∞} ?

On appelle « ion » tout atome auquel un électron a été arraché de son cortège électronique. Ainsi, le niveau d'énergie de valeur la plus élevée se nomme « état ionisé ». La valeur d'énergie associée est égale à $E_{\infty} = 0 \text{ eV}$.

Spectre du mercure

6. Identifier le domaine auquel appartient chaque longueur d'onde du spectre expérimental.

$\lambda_1 = 366 \text{ nm}$: UV, $\lambda_2 = 406 \text{ nm}$: visible (violet), $\lambda_3 = 436 \text{ nm}$: visible (bleu), $\lambda_4 = 547 \text{ nm}$: visible (vert), $\lambda_5 = 579 \text{ nm}$, visible (jaune)

7. En utilisant le doc.2, représenter le diagramme des différents niveaux d'énergie de l'atome de mercure avec pour échelle 1,0 cm : 1,0 eV.
8. Déterminer les niveaux d'énergie de la transition correspondant à l'émission de la radiation bleue.

On mesure à l'aide du logiciel $\lambda_{\text{bleu}} = 436 \text{ nm}$

Énergie du photon associé à cette radiation lumineuse :

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$E = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{436 \cdot 10^{-9}}$$

$$E = 4,56 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{soit } E = \frac{4,56 \cdot 10^{-19}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 2,85 \text{ eV}$$

En observant le diagramme, nous remarquons un écart de 2,85 eV entre les niveaux 3 et 6

$$E_{\text{photon}} = E_6 - E_3 = -2,71 - (-5,56) = 2,85 \text{ eV}$$

9. À partir du spectre du laser et de sa puissance (indiquée sur le boîtier), calculer le nombre de photon émis par seconde.

On mesure à l'aide du logiciel $\lambda_{\text{rouge}} = 633 \text{ nm}$

Énergie du photon associé à cette radiation lumineuse :

$$E_{\text{photon}} = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\text{A.N. } E_{\text{photon}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{633 \cdot 10^{-9}}$$

$$E_{\text{photon}} = 3,14 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

L'énergie, E , est reliée à la puissance, P , en fonction du temps, Δt , par la relation $E = P \times \Delta t$.

Le laser a une puissance de 1,0 mW

L'énergie émise par le laser en une seconde est donc $E_{\text{laser}} = P \times \Delta t = 1,0 \cdot 10^{-3} \times 1 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ J}$

Le nombre de photons émis N peut être déduit en divisant l'énergie émise par le laser par l'énergie du photon associé à cette radiation lumineuse :

$$n = \frac{E_{\text{laser}}}{E_{\text{photon}}} = \frac{1,0 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 10^{-19}} = 3,2 \cdot 10^{15} \text{ photons}$$

On estime ainsi que le laser émet environ $3,2 \cdot 10^{15}$ photons par seconde !

Rappel : L'énergie (E en J) est reliée à la puissance (P en W) en fonction du temps (Δt en s) par la relation $E = P \times \Delta t$