

**SP 2****DEVOIR SURVEILLE N°3 DU 05/01/2017 Durée : 1h**

**Exercice 1 :** Une source laser contient un gaz constitué d'atomes. A l'aide de décharges électriques, on amène indirectement ces atomes dans un état excité (2) d'énergie  $E_2 = 2,279$  eV. L'atome se désexcite alors en émettant un photon et atteint le niveau (1) d'énergie  $E_1 = 0,318$  eV.

- 1) Quels sont les noms des deux mécanismes d'émission de photon par un atome que vous connaissez ? Citez deux différences entre ces deux mécanismes.
- 2) Quelle est l'énergie  $E$ , en eV et en joules, du photon émis ?
- 3) Quelle est la longueur d'onde  $\lambda$  du photon émis ?
- 4) A quel domaine du spectre appartient le photon émis (IR, visible, UV) ? Justifier. Si c'est le visible, à quelle couleur est-il associé ?
- 5) Quelle est la fréquence  $\nu$  du photon émis ?

Le gaz se trouve à la température de  $124^\circ\text{C}$ . A cette température, les atomes possèdent une vitesse telle que la fréquence de la lumière qu'ils émettent est sensiblement décalée par rapport à  $\nu$ . Pour l'ensemble du gaz, on observe un spectre centré sur la fréquence  $\nu$  et de

largeur  $\Delta\nu = 2 \frac{\nu}{c} \sqrt{\frac{kT}{m}}$  où  $T$  est la température absolue en kelvin et  $m$  la masse d'un atome.

- 6) Comment s'appelle l'effet qui décrit la modification qu'apporte la vitesse de déplacement sur la fréquence émise ?
- 7) Calculer  $\Delta\nu$ .

Données :  $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  ;  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$  ;  $t(^{\circ}\text{C}) + 273 = T(\text{K})$  ;  $m = 3,34 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ .

**Exercice 2 :** On considère une solution de sulfate de cuivre de concentration inconnue. Pour déterminer sa concentration, on effectue une mesure d'absorbance de la solution.

- 1) La solution se trouve dans une cuvette de largeur  $l = 1,00 \text{ cm}$ , et on mesure l'absorbance  $A = 0,69$  à la longueur d'onde de  $700 \text{ nm}$ , pour laquelle le coefficient d'absorption molaire vaut  $\epsilon_{700} = 7,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ . En déduire la concentration de la solution en  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .
- 2) On règle à présent le spectrophotomètre sur la longueur d'onde  $800 \text{ nm}$ , et on mesure une absorbance  $A' = 1,25$ . En déduire le coefficient d'absorption molaire  $\epsilon_{800}$  du sulfate de cuivre à  $800 \text{ nm}$ .

**Exercice 3 :** La lumière exerce une faible force sur les objets qu'elle rencontre (pression de radiation). On souhaite étudier s'il est possible de faire léviter de petits objets en les plaçant dans un faisceau laser vertical dirigé de bas en haut.

On considère un cylindre en acier de diamètre  $D = 1,00 \text{ mm}$  et de hauteur  $H = 1,00 \text{ mm}$ . On le place dans le faisceau d'un laser Nd :Yag de longueur d'onde  $\lambda = 1064 \text{ nm}$  et de diamètre égal à celui du cylindre. Ainsi toute la lumière du laser est interceptée par le cylindre.

- 1) Calculer l'énergie  $E$  d'un photon émis par le laser.
- 2) Déterminer la masse  $m$  du cylindre.
- 3) Le laser exerce une force  $F = N \cdot E/c$  dirigée vers le haut, où  $N$  est le nombre de photons émis par seconde par le laser et  $c$  la célérité de la lumière. Le disque lévite si  $F$  est égale au poids  $P = mg$  du cylindre, où  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  est l'accélération de la pesanteur. Déterminer la valeur de  $N$  nécessaire pour que le disque lévite.
- 4) En déduire la puissance  $P$  du laser nécessaire pour que le disque lévite. Vérifier qu'elle est proche de  $17 \text{ kW}$ .

- 5) La puissance  $P$  est élevée, et on s'interroge sur le risque de fusion du cylindre. Déterminer l'énergie  $Q$  que doit fournir le laser au disque pour qu'il soit entièrement fondu.
- 6) En combien de temps cette énergie  $Q$  est-elle fournie par le laser au disque ?
- 7) Conclure sur la possibilité d'observer la lévitation du disque dans le faisceau laser.

Données : masse volumique de l'acier  $\rho = 7300 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  ; température de fusion de l'acier  $T_f = 1500 \text{ }^\circ\text{C}$  ; température ambiante  $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  ; capacité calorifique massique de l'acier  $C = 460 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  ; chaleur latente de fusion de l'acier  $L_f = 273\cdot 10^3 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

### **Ressources scientifiques**

Energie  $E$  d'un photon de longueur d'onde  $\lambda$  :  $E = hc/\lambda$  où  $h = 6,62\cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  est la constante de Planck.

Loi de Beer-Lambert :  $A = \epsilon l C$  où  $A$  est l'absorbance,  $\epsilon$  le coefficient d'absorption molaire,  $l$  la largeur de la cuvette et  $C$  la concentration.

Volume d'un cylindre de diamètre  $D$  et de hauteur  $H$  :  $V = \pi D^2 H / 4$