

1S2 - Physique-Chimie
Devoir en classe n°5 - Durée : 1h
Lundi 19 novembre 2015

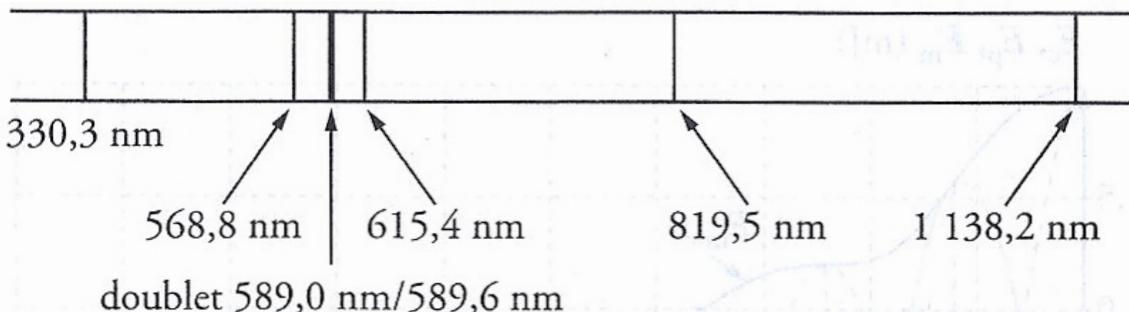
ÉTUDE D'UNE LAMPE À VAPEUR DE SODIUM

On utilise les lampes à vapeur de sodium pour éclairer des tunnels routiers par exemple. Ces lampes contiennent de la vapeur de sodium à très faible pression. Cette vapeur est excitée par un faisceau d'électrons qui traverse le tube constituant la lampe. Les atomes de sodium absorbent l'énergie des électrons. Cette énergie est restituée sous forme de radiations lumineuses lors du retour à l'état stable des atomes de sodium. Les lampes à vapeur de sodium émettent surtout de la lumière jaune.

Données : $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

1. ÉTUDE DU SPECTRE D'ÉMISSION DE L'ATOME DE SODIUM (5,5 POINTS)

L'analyse du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de sodium révèle la présence de raies de longueur d'onde λ bien définie comme le montre le document suivant.



- 1.1. Quelles sont les longueurs d'onde des raies appartenant au domaine du visible ? au domaine des ultraviolets ? au domaine de l'infrarouge ?
- 1.2. S'agit-il d'une lumière polychromatique ou monochromatique ? Justifier la réponse.
- 1.3. Calculer la valeur de la fréquence ν de la radiation correspondant à la raie de longueur d'onde $\lambda = 589,0 \text{ nm}$.
- 1.4. Parmi les données présentées au début de l'exercice, que représente h ? Expliquer brièvement l'intérêt de l'unité appelée « electronvolt ».

2. DIAGRAMME SIMPLIFIÉ DES NIVEAUX D'ÉNERGIE DE L'ATOME DE SODIUM (6 POINTS)

On donne ci-dessous les valeurs des six premiers niveaux d'énergie de l'atome de sodium :

$$E_0 = -5,14 \text{ eV}; E_1 = -3,03 \text{ eV}; E_2 = -1,94 \text{ eV}$$
$$E_3 = -1,52 \text{ eV}; E_4 = -1,38 \text{ eV}; E_5 = -0,85 \text{ eV}.$$

- 2.1.** Représenter le diagramme des niveaux d'énergie de l'atome de sodium en respectant l'échelle suivante : 3 cm pour représenter 1 eV et en plaçant le niveau d'énergie nulle.
- 2.2.** Annoter ce diagramme en précisant les trois types d'état que peut occuper l'atome.
- 2.3.** À la vue de ce diagramme, peut-on dire que l'énergie d'un atome de sodium peut prendre n'importe quelle valeur ? Comme appelle-t-on ce phénomène ?
- 2.4.** Expliquer brièvement en quoi ce diagramme permet de rendre compte de la discontinuité du spectre d'émission présenté en début d'exercice.

3. TRANSITIONS DANS L'ATOME DE SODIUM (8,5 POINTS)

- 3.1.** À l'aide de la question **1.3.**, calculer l'énergie (en J puis en eV) du photon correspondant à la raie jaune du doublet du sodium de longueur d'onde $\lambda = 589,0 \text{ nm}$.
- 3.2.** En justifiant la réponse, indiquer par une flèche notée ① la transition que subit un atome de sodium lorsqu'il émet une telle radiation. Comment appelle-t-on une telle transition ?
- 3.3.** *L'atome de sodium est à présent considéré à l'état d'énergie E_1 . Il reçoit alors une radiation lumineuse dont le quantum d'énergie a pour valeur 1,09 eV. Cette radiation lumineuse peut-elle interagir avec l'atome de sodium à l'état E_1 ? Justifier la réponse.*
- 3.4.** Représenter par une flèche notée ② la transition correspondante. Comment appelle-t-on une telle transition ?
- 3.5.** *Un électron du faisceau traversant la lampe à vapeur de sodium a une énergie cinétique de 6,2 eV et entre en collision avec un atome de sodium à l'état stable. Expliquer brièvement ce qui se passe lors de cette interaction entre l'électron et l'atome de sodium.*
- 3.6.** *Un photon véhiculant une énergie de 2,5 eV entre en collision avec un atome de sodium à l'état stable. Expliquer brièvement ce qui se passe lors de cette interaction entre le photon et l'atome de sodium en justifiant la réponse.*

QUESTION BONUS FACULTATIVE (2 POINTS)

- 3.7.** Calculer les énergies correspondant à toutes les raies du spectre présenté en début d'exercice et identifier, grâce au diagramme établi à la question **2.1.**, les niveaux d'énergie entre lesquels ont lieu les transitions correspondant à chaque raie. *Remarque : l'une des raies ne peut être identifiée car le diagramme établi est un diagramme simplifié.*