

Exercice n°2 : 12 pts

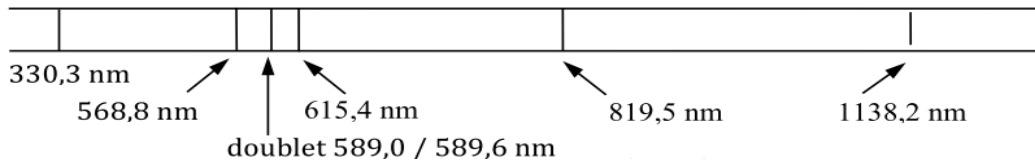
Les parties 1 et 2 sont indépendantes les unes des autres.

On utilise les lampes à vapeur de sodium pour éclairer des tunnels routiers. 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. Les atomes de sodium absorbent l'énergie des électrons. L'énergie est restituée lors du retour à l'état fondamental sous forme de radiations lumineuses. Les lampes à vapeur de sodium émettent surtout de la lumière jaune.

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

Partie 1 : 7 pts

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.



- 1) a) Quelles sont les longueurs d'onde des raies de ce spectre appartenant au domaine du visible ?
b) Au domaine des ultraviolets ?
c) Au domaine de l'infrarouge ?
- 2) S'agit-il d'une lumière polychromatique ou monochromatique ? Justifier votre réponse.

- 3) Quels noms donne-t-on au niveau d'énergie E_0 et aux autres niveaux d'énergie ?

On considère la raie jaune du doublet du sodium de longueur d'onde $\lambda = 589,0$ nm.

- 4) Rappeler la formule de Planck, formule donnant la relation entre le quantum d'énergie ΔE et λ . Donner la signification et l'unité de chacune des trois grandeurs mises en jeu.
- 5) Calculer l'énergie ΔE , en J puis en eV, qui correspond à l'émission de cette radiation
- 6) Sans justifier, indiquer par une flèche notée 1 sur le diagramme des niveaux d'énergie la transition correspondante.

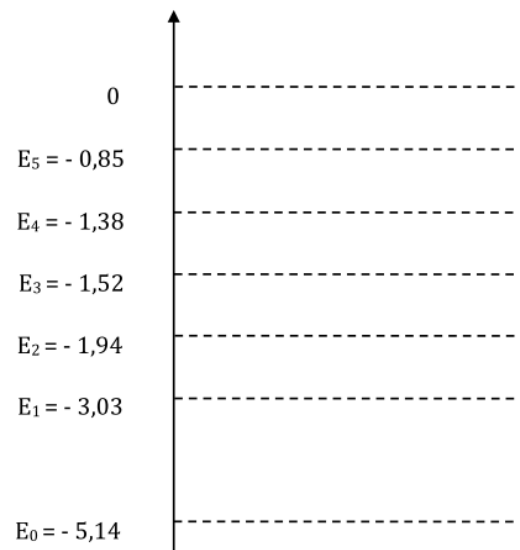
L'atome de sodium, considéré maintenant à l'état E_1 , reçoit une radiation lumineuse dont le quantum d'énergie $\Delta E'$ a pour valeur 1,09 eV.

- 7) Cette radiation lumineuse peut-elle interagir avec l'atome de sodium à l'état E_1 ? Justifier.
- 8) Représenter sur le diagramme la transition correspondante par une flèche notée 2.

- 9) La raie associée à cette transition est-elle une raie d'émission ou une raie d'absorption ? Justifier votre réponse.

Document 1 : Diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de sodium

E (en eV)



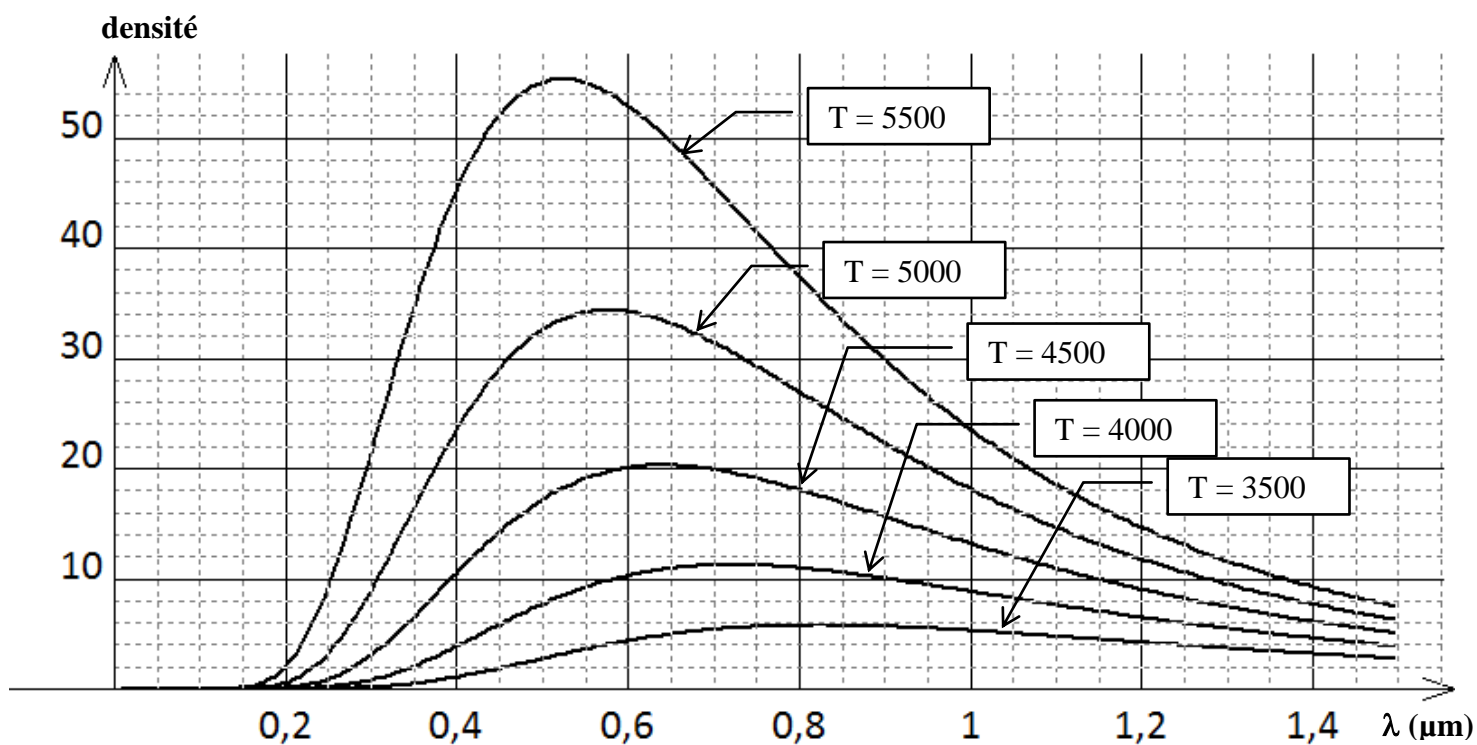
Partie 2 : 5 pts

- 1) Quel nom donne-t-on au type d'émission de lumière dans le cas du Soleil ou dans le cas d'une lampe à filament ?
- 2) Quel qualificatif peut-on donner au spectre de cette lumière ?
- 3) Le filament d'une lampe est porté à une température de l'ordre de 2500 K, expliquer, en utilisant le document 2, pourquoi on dit que son efficacité lumineuse est très réduite, de l'ordre de 5%.
- 4) Les lampes halogène (dont le filament en tungstène se régénère grâce à la présence de substances halogènes) ont une bien meilleure efficacité énergétique. Expliquer comment cela est possible. Température du filament ≈ 3200 K.
- 5) En utilisant le document 2, évaluer la température de surface du Soleil sachant que notre étoile se comporte comme un corps noir et qu'elle émet un maximum de lumière vers une longueur d'onde $\lambda \approx 500$ nm = 0,500 μ m.

Un tracé sur le document est demandé.

Retrouver cette température de surface plus précisément en utilisant la loi de Wien.

Document 2 :



Correction.

Exercice n° 2:

Partie 1

- 1) a) 4 raies d'émission appartiennent au visible : 568,8 nm ; 589,0 nm ; 589,6 nm ; 615,4 nm
b) 1 raie d'émission appartient à l'U.V : 330,3 nm
c) 2 raies d'émission appartiennent à l'I.R : 819,5 nm et 1138,2 nm. **3x0,5 pt**
- 2) Il s'agit d'une lumière polychromatique constituée de plusieurs longueurs d'onde. **0,5 pt**
- 3) L'état fondamental correspond au niveau E_0 , les autres états sont des états excités. **0,5 pt**
- 4) $E = h \times \nu = h \times c / \lambda$ où E est l'énergie d'un photon en J ; h la constante de Planck en J.s ; ν la fréquence en Hz **1 pt**

- 5) Rappel : 1 nm = 10^{-9} m ; 1 eV = $1,60 \times 10^{-19}$ J

$$\Delta E = \frac{h \times c}{\lambda} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{589,0 \times 10^{-9}} = 3,38 \times 10^{-19} \text{ J}$$

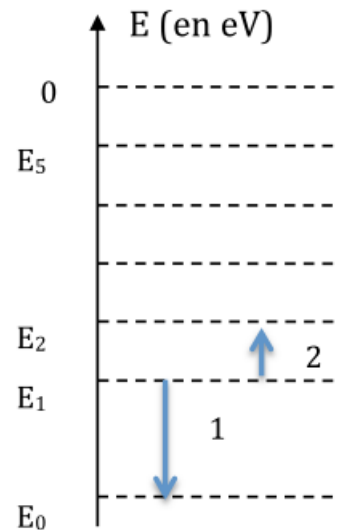
$$\text{Donc } \Delta E = \frac{3,38 \times 10^{-19}}{1,60 \times 10^{-19}} = 2,11 \text{ eV } \mathbf{1 \text{ pt}}$$

- 6) Il s'agit de la transition du niveau 1 vers le niveau fondamental E_0 . Voir représentation ci-contre. **0,5 pt**
- 7) L'atome de sodium, considéré maintenant à l'état E_1 , reçoit une radiation lumineuse dont le quantum d'énergie $\Delta E'$ a pour valeur 1,09 eV.

A l'état $E_1 = -3,03$ eV, l'absorption d'un quantum d'énergie 1,09 eV fait passer l'atome au niveau : $-3,03 + 1,09 = -1,94$ eV, c'est à-dire au niveau d'énergie 2. **1 pt**

- 8) Voir représentation ci-contre. **0,5 pt**

- 9) Il s'agit d'une raie d'absorption car l'atome absorbe de l'énergie pour accéder à ce niveau. **0,5 pt**



Partie 2

- 1) Ce type d'émission dans le cas du Soleil ou d'une lampe à filament est l'émission de lumière d'origine thermique ou par incandescence. **0,5 pt**
- 2) Le spectre de cette lumière est un spectre continu. **0,5 pt**
- 3) Le spectre de la lumière d'une lampe à filament présente un maximum d'émission dans l'infrarouge ; ainsi seulement 5% de l'énergie électrique fournie est transformée en lumière visible. **1 pt**
- 4) Avec les lampes halogène il est possible de porter le filament à une plus haute température (3200 K) ce qui aura pour effet d'augmenter la quantité de lumière émise dans le domaine du visible d'où un meilleur rendement dans la conversion énergie électrique-lumière visible. **0,5 pt**
- 5) D'après le document 2, un maximum d'émission de lumière vers 500 nm correspond à un corps noir à une température de l'ordre de 5500K. **1 pt**
- 6) $T = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{\lambda_{\max}} = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{500 \times 10^{-9} \text{ m}} = 5796 \text{ K} \approx 5800 \text{ K } \mathbf{1,5 \text{ pt}}$

