

1S2 - Physique-Chimie
Devoir en classe n°3 - Durée : 1h
Jeudi 19 novembre 2015

ÉTUDE D'UN TEXTE D'ANDRÉ BAHIC

Voici un extrait du livre d'André BRAHIC intitulé Lumières d'étoiles :

La lumière blanche mélange toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Comme on passe continûment d'une couleur à une autre en changeant graduellement de nuance, on dit que la lumière blanche possède un spectre continu. C'est le cas de la lumière émise par un corps chaud qui contient toutes les couleurs à des doses différentes. Plus la température est forte, plus la couleur dominante se déplace du micro-onde vers les X.

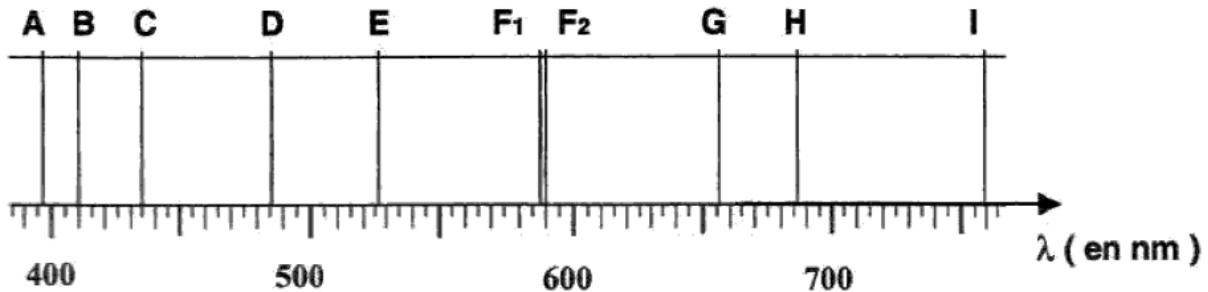
Mais les astronomes ont remarqué dès le XVIII^e siècle la présence de fines bandes noires dans la lumière solaire. Il manque des couleurs très précises et spécifiques, comme si elles ne nous étaient pas parvenues. Après quelques tâtonnements, ils ont compris que ces raies sombres trahissaient la présence d'éléments chimiques sur le trajet des rayons lumineux. Joseph von Fraunhofer fut le premier, en 1814, à observer ces disparitions de lumière et à les attribuer à un phénomène d'absorption par un gaz situé entre la source d'émission et l'observateur. [...]

Pour résoudre ce problème, il faut faire appel à la nature ondulatoire de l'électron et ranger l'onde de chaque électron autour du noyau comme des livres sur les étagères d'une bibliothèque. Chaque étage correspond à une énergie spécifique pour laquelle l'électron est stable. Un livre ne peut pas être entre deux étagères, sinon il tombe, de même les électrons peuvent avoir certaines énergies bien définies, mais ils ne peuvent pas se trouver dans un état intermédiaire. Pour passer d'un niveau à un autre plus élevé, un électron absorbe un photon lumineux qui lui apporte l'énergie supplémentaire dont il a besoin pour « grimper » sur une autre étagère. Inversement, quand il « redescend », il rend cette énergie sous forme d'un photon. Dans cette bibliothèque particulièrement riche, chaque atome est unique et caractéristique. On peut donc, à distance, reconnaître la présence d'un atome aux couleurs des photons qu'il émet ou absorbe lorsque ses électrons changent d'« étagère ».

Données : $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $c = 2,997 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

1. D'après le texte ci-dessus, « Plus la température est forte, plus la couleur dominante se déplace du micro-onde vers les X. »
 - 1.1. Quelle est la relation entre la longueur d'onde dans le vide d'une radiation monochromatique et sa fréquence ? On précisera les unités.
 - 1.2. On donne les fréquences des micro-ondes et des rayons X : $\nu_\mu = 3,0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ et $\nu_X = 3,0 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$. Calculer alors les longueurs d'onde correspondantes dans le vide.
 - 1.3. En justifiant la réponse, indiquer laquelle de ces deux radiations est la plus énergétique.

2. D'après le texte ci-dessus, « Joseph von Fraunhofer fut le premier, en 1814, à observer ces disparitions de lumière. » Voici un extrait du spectre qu'il a observé où l'on peut voir des raies noires sur un fond coloré continu, ces raies étant nommées A, B, C, D, E, F₁, F₂, G, H et I.



- 2.1. Les raies observées ci-dessus sont-elles des raies d'émission ou d'absorption ? Justifier la réponse.
- 2.2. On donne des longueurs d'onde d'émission de quelques éléments dans le tableau ci-dessous. En justifiant soigneusement la réponse, indiquer quels sont les éléments que l'on peut retrouver dans les couches superficielles du Soleil.

Élément chimique	Longueur d'onde λ en nm de certaines raies caractéristiques				
Hydrogène H	410,1	434,0	486,1	656,3	
Hélium He	447,2	471,3	492,2	501,6	587,6 667,8
Sodium Na	589,0	589,6			

3. D'après le texte ci-dessus, « Chaque étage correspond à une énergie spécifique pour laquelle l'électron est stable. Un livre ne peut pas être entre deux étagères, sinon il tombe, de même les électrons peuvent avoir certaines énergies bien définies, mais ils ne peuvent pas se trouver dans un état intermédiaire. » Quelle propriété de l'énergie d'un atome est évoquée dans cette partie du texte ?

4. Les valeurs de l'énergie d'un atome d'hydrogène sont données par la relation $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ où $n \in \mathbb{N}^*$.

- 4.1. Calculer les six premières valeurs possibles pour l'énergie d'un atome d'hydrogène.
- 4.2. Représenter le diagramme d'énergie d'un atome d'hydrogène en utilisant comme échelle 1 cm pour représenter 1 eV et en plaçant avant les autres le niveau d'énergie nulle.
- 4.3. Annoter le diagramme précédent en indiquant les trois types d'état que peut occuper l'atome.

5. Un atome d'hydrogène passe du niveau d'énergie E_6 à celui d'énergie E_2 .

- 5.1. Représenter cette transition sur le diagramme à l'aide d'une flèche notée ①. Comment appelle-t-on une telle transition ?

- 5.2. Calculer, en eV puis en J, la variation d'énergie correspondante pour l'atome.

- 5.3. En déduire la fréquence du photon associé à cette transition et préciser si celui-ci est libéré ou absorbé par l'atome.

- 5.4. Donner le nom de la radiation du spectre présenté dans la question 2. correspondant à cette transition.

6. À partir des données du tableau de la question 2.2., attribuer à chaque raie de l'atome d'hydrogène la transition correspondante et la représenter sur le diagramme par une flèche notée respectivement ②, ③ et ④. On détaillera le raisonnement et les calculs.