Centres étrangers 2009 EXERCICE III : AUTOUR D'UN TEXTE DE BRAHIC (4 points)

Voici un extrait du livre d'André Brahic « 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 XVIIIe 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 :
Célérité de la lumière dans le vide : $c = 2{,}997.10^{8}$ m.s^{-1}

Constante de Planck : $h = 6{,}62.10^{-34}$ J.s

1 eV = $1{,}6.10^{-19}$ J

1. D'après le texte : « Plus la température est forte, plus la couleur dominante se déplace du micro-onde vers les X ».

1.1. Donner les valeurs limites des longueurs d'onde dans le vide du spectre visible en précisant les couleurs concernées.

1.2. Quelle est la relation entre la longueur d'onde dans le vide d'une radiation monochromatique et sa fréquence ? On précisera les unités.

1.3. On donne les fréquences des micro-ondes et des rayons X :

$$\nu_{micro\text{-}ondes} = 3{,}0.10^{14}\ Hz \qquad \nu_{X} = 3{,}0.10^{18}\ Hz$$

Calculer alors l'ordre de grandeur des longueurs d'onde correspondantes dans le vide.

1.4. Indiquer en justifiant laquelle de ces deux radiations est la plus énergétique.

2. D'après le texte: « 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 observer des raies noires sur un fond coloré continu, nommées A, B, C, D, E, F_1, F_2, G, H et I.

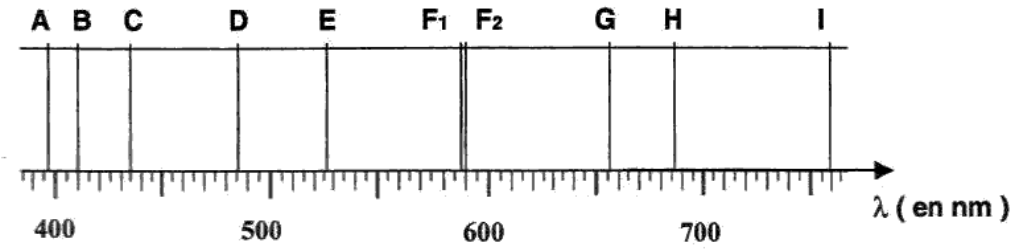


figure 1

2.1. Les raies observées ci-dessus sont-elles des raies d'émission ou d'absorption ?

2.2. On donne des longueurs d'onde d'émission de quelques éléments.

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*				

Quels sont les éléments que l'on peut retrouver dans les couches superficielles du Soleil ?
Justifier la réponse.

3. D'après le texte: « *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. On donne le diagramme de niveaux d'énergie de l'hydrogène en **ANNEXE à rendre avec la copie**. On rappelle que l'état fondamental d'un atome correspond à l'état dans lequel il possède le moins d'énergie.

4.1. Quel est le niveau d'énergie de l'état fondamental de l'atome d'hydrogène ?

4.2. Calculer la variation d'énergie lorsque l'atome d'hydrogène passe de E_1 = – 0,37 eV à E_2 = – 3,39eV.

4.3. Convertir en Joule la variation d'énergie calculée dans la question 4.2.

4.4. Sur le diagramme de **l'ANNEXE à rendre avec la copie**, représenter cette transition par une flèche

4.5. Calculer la fréquence du photon correspondant à cette variation d'énergie.

4.6. Ce photon est-il libéré ou absorbé par l'atome d'hydrogène ?

4.7. Donner le nom de la radiation du spectre de la figure n°1 correspondant à cette transition.

ANNEXE DE L'EXERCICE III : AUTOUR D'UN TEXTE DE BRAHIC

