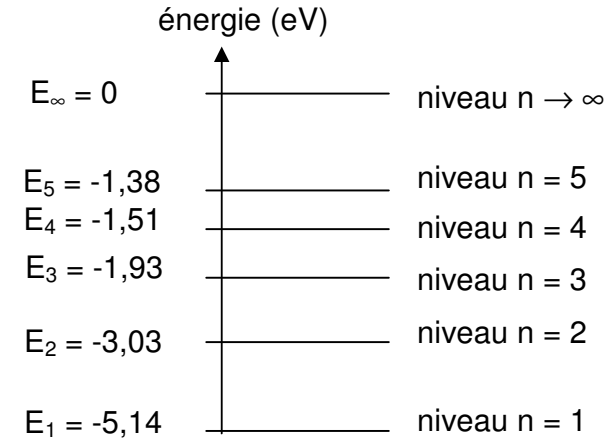
2007/09 Polynésie EXERCICE 2 : Lampe à vapeur de sodium (5,5 points)

Lors d'une séance de travaux pratiques, des élèves utilisent une lampe à vapeur de sodium. Celle-ci émet une lumière jaune-orangé. Afin de comprendre l'origine de cette couleur, ils consultent leur livre de physique dans lequel figure le diagramme énergétique simplifié de l'atome de sodium reproduit ci-dessous :



Le niveau n = 1 est celui de plus basse énergie.

Données :

- masse de l'électron : $m_e = 9,10.10^{-31}$ kg
- masse du proton : $m_p = 1,67.10^{-27}$ kg
- constante de gravitation universelle : $G = 6,67.10^{-11}$ SI
- charge électrique élémentaire : $e = 1,60.10^{-19}$ C
- constante de Planck : $h = 6,63.10^{-34}$ J.s
- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00.10^{8}$ m.s^{-1}.

1. Étude de l'atome de sodium

1.1. Donner la composition de l'atome de sodium $^{23}_{11}Na$.

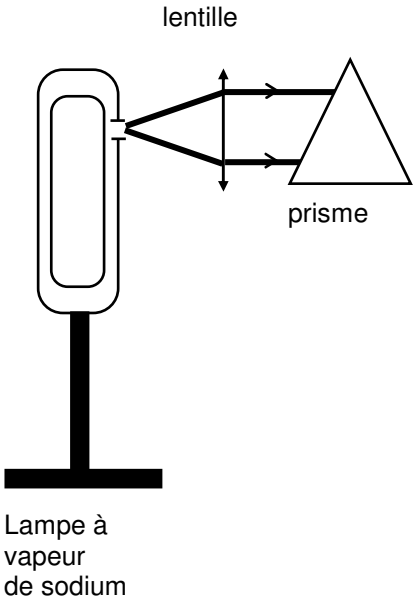
1.2. Le diagramme énergétique simplifié de l'atome de sodium montre que l'énergie ne peut prendre que certaines valeurs. Comment qualifie-t-on alors l'énergie ? La mécanique de Newton permet-elle d'expliquer ces niveaux énergétiques ?

1.3. La couleur jaune-orangé correspond à une transition concernant les deux premiers niveaux (n = 1 et n = 2). Représenter cette transition par une flèche sur le diagramme énergétique donné **en annexe à rendre avec la copie** dans le cas d'une émission. Calculer la longueur d'onde λ de la radiation émise par la lampe.

1.4. Déterminer, d'après le diagramme, la plus courte longueur d'onde de la radiation que peut émettre l'atome de sodium. Préciser, en le justifiant, à quel domaine spectral appartient cette radiation.

2. Dispersion de la lumière émise

Afin d'étudier la radiation de couleur jaune-orangé, les élèves décident de l'isoler des autres radiations éventuellement émises par la lampe. Pour cela ils réalisent la dispersion de la lumière émise grâce à un prisme en verre.



2.1. Le verre est un milieu dispersif, expliquer ce terme.

2.2. La fréquence de la radiation jaune-orangé est-elle différente dans le verre et dans l'air ?

2.3. À cette fréquence, l'indice de réfraction du verre pour la radiation jaune-orangé est n = 1,52. Après avoir défini l'indice d'un milieu transparent, calculer la valeur de la longueur d'onde λ_{verre} de la radiation jaune-orangé dans le verre.

2.4. À la sortie du prisme, on sélectionne la radiation jaune-orangé de longueur d'onde λ. Comment qualifie-t-on une telle lumière ?

3. Diffraction de la lumière jaune-orangé

Les élèves décident d'utiliser le phénomène de diffraction pour vérifier la valeur de la longueur d'onde λ de la radiation jaune-orangé. Pour cela ils disposent une fente fine verticale sur le trajet de la lumière.

3.1. Les élèves ont à leur disposition trois fentes de largeur a différente. Quel doit être leur choix afin que le phénomène de diffraction soit le plus marqué possible ?

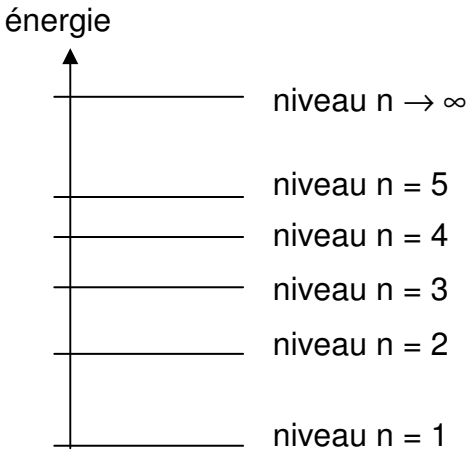
3.2. Le phénomène de diffraction existe-t-il dans d'autres domaines que celui de la lumière ? Si oui, donner un exemple avec un schéma explicatif.

3.3. Derrière la fente, à une distance D = 85 cm, les élèves disposent un écran perpendiculairement à la direction de propagation de la lumière. Dessiner l'allure de ce qu'on observe sur l'écran **sur l'annexe à rendre avec la copie**.

3.4. Dans la pratique, la figure de diffraction est peu lumineuse. La distance L, entre les deux extinctions de part et d'autre de la tache centrale, a néanmoins pu être mesurée à l'aide d'une lunette de visée. La valeur obtenue est L = 2,0 cm. Montrer que la longueur d'onde λ peut s'exprimer par $\lambda = \frac{aL}{2D}$. Faire l'application numérique sachant que la fente a une largeur a = 50 µm. Conclure.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

1.3



3.3

