

Activité P16-1 Quels problèmes rencontre le modèle atomique de Rutherford ?

Dans le modèle de l'atome tel que l'avait imaginé Rutherford, les électrons gravitent autour du noyau comme les planètes autour du Soleil, ou comme des satellites autour de la Terre. Nous savons bien que si une action perturbatrice quelconque s'exerce, par exemple, sur un satellite artificiel (lors d'un choc avec une météorite, ou par l'action d'un moteur de propulsion) son mouvement s'en trouvera modifié. Les lois de Newton expliquent bien les changements de vitesse et de trajectoire qui sont alors observés. Et leur application est à la source des "corrections de trajectoire" couramment effectuées sur les satellites artificiels. Ainsi, nous savons bien qu'un même objet peut être satellisé sur des trajectoires différentes autour de la Terre et qu'à chaque trajectoire, circulaire par exemple, correspond une valeur donnée de la vitesse et de l'énergie du système satellite-Terre.

A une toute autre échelle, nous savons également que la matière est constituée d'atomes et que ces atomes, dans les solides, les liquides mais aussi dans les gaz interagissent continuellement les uns avec les autres. Si les électrons des atomes se comportaient comme les satellites, l'agitation désordonnée modifierait continuellement leurs trajectoires. La conséquence immédiate serait que tous les atomes de même nombre d'électrons devraient prendre des tailles différentes et variables au gré des chocs reçus. Ainsi, en prenant pour exemple les atomes les plus simples, les atomes d'hydrogène, nous devrions, dans une même population donnée de substance hydrogénée, trouver statistiquement des atomes d'hydrogène de tailles fort différentes. Or, les mesures effectuées sur ces atomes montrent que tous les atomes d'hydrogènes sont semblables ; il en est de même de tous les atomes d'oxygène, d'hélium ou de n'importe quel autre élément : à chaque type d'atome, correspond une taille déterminée.

La conséquence s'impose : ces résultats sont en contradiction avec les lois de Newton bien que les deux lois d'interaction soient en $1/r^2$. Celles-ci ne peuvent donc expliquer complètement le comportement de la matière à l'échelle microscopique.

Questions :

- Rappeler l'expression des 2 types d'interaction « en $1/r^2$ » citées par le texte.
 - Dans le cas de l'atome d'hydrogène, comparer ces deux interactions.
- Données : $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ $m_e = 9,10 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Quelle observation expérimentale n'est pas explicable par la mécanique Newtonienne ?

Activité P16-2 L'expérience de Franck et Hertz

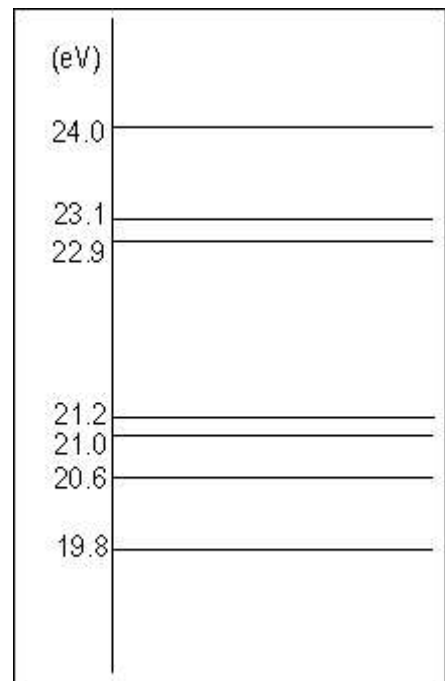
Document et questions dans le Belin p 304

Activité P16-3 Analyse du spectre de l'hélium

On observe le spectre de l'hélium dans le Belin p 305 (doc.3b). On constate que le spectre d'émission de l'hélium contient, parmi d'autres, trois raies particulièrement intenses : une raie bleue de longueur d'onde 502 nm, une raie jaune à 588 nm, et une raie rouge à 668 nm.

Calculer les variations d'énergies d'excitation responsables de ces trois émissions. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant.

Sachant que ces émissions correspondent toutes à un état excité initial d'énergie égale à 23.1 eV, déterminer le niveau final de désexcitation correspondant à chacune des trois raies précédentes du spectre et de représenter ces changements d'énergie dans les atomes d'hélium par des flèches (une pour chaque raie) dans le diagramme ci-contre.



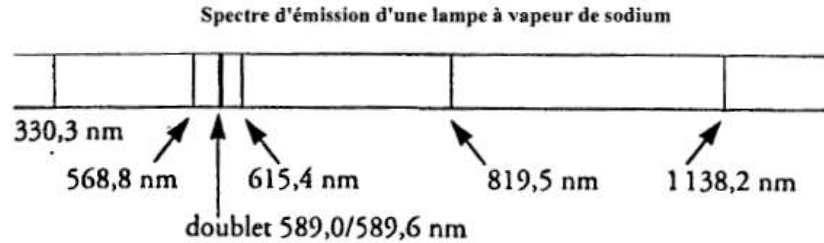
Couleur	λ (en nm)	ΔE (en J)	ΔE (en eV)
Bleu	502		
Jaune	588		
Rouge	668		

Activité P16-4 Sujet Pondichéry 2004

On utilise les lampes à vapeur de sodium pour éclairer des tunnels routier. 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 : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

1. 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.



- 1.1 Quelles sont les longueurs d'ondes 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 votre réponse.
 1.3 Quelle est la valeur de la fréquence ν de la raie de longueur d'onde $\lambda = 589,0 \text{ nm}$?
 1.4 Parmi les données présentées au début de l'exercice, que représentent les grandeurs h et e ?

2. On donne le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de sodium

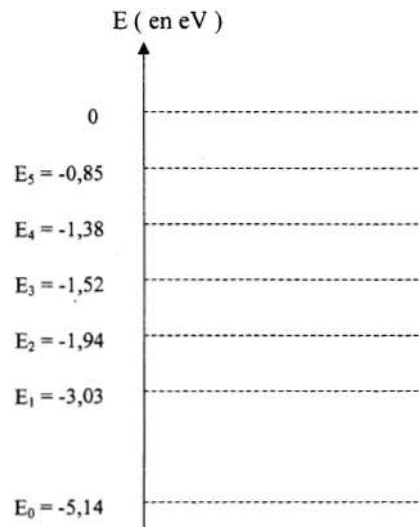
2.1 Indiquer sur le diagramme l'état fondamental et les états excités.

2.2 En quoi ce diagramme permet-il de justifier la discontinuité du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de sodium ?

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

2.3.1 Calculer l'énergie ΔE (en eV) qui correspond à l'émission de cette radiation (on donnera le résultat avec le nombre de chiffres significatifs adapté aux données).

2.3.2 Sans justifier, indiquer par une flèche la transition correspondante.



3. 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 $1,09 \text{ eV}$.

3.1 Cette radiation lumineuse peut-elle interagir avec l'atome de sodium à l'état E_1 ? Justifier.

3.2 Représenter sur le diagramme la transition correspondante. La raie associée à cette transition est-elle une raie d'émission ou une raie d'absorption ? Justifier ?