

Série N° 03 (Modèle atomique de Bohr et Modèle ondulatoire de l'atome)

Exercice N° 1 : En se basant sur le modèle de Bohr appliqué à l'atome d'hydrogène :

1. Calculer en eV, les énergies qui correspondent aux niveaux $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ et ∞ . Représenter schématiquement sur une échelle, la série discrète E_1, E_2, \dots
2. Quelle est la plus petite quantité d'énergie que doit absorber l'atome pour passer de l'état fondamental au premier état excité. Représentez- la sur le digramme énergétique.
3. Si cette énergie est sous forme lumineuse, calculer le nombre d'onde de la radiation nécessaire pour produire cette transition.
4. Calculer la longueur d'onde de la radiation susceptible d'ioniser l'atome d'hydrogène.

Exercice N° 2 : Le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène est composé de plusieurs séries de raies.

1. Donner pour chacune des trois premières séries, les longueurs d'onde de la première raie et de la raie limite. On établira d'abord la formule donnant $1/\lambda_{i \rightarrow j}$, où $\lambda_{i \rightarrow j}$ représente la longueur d'onde de la radiation émise lorsque l'électron passe du niveau n_i au niveau n_j . ($n_i > n_j$).
2. Dans quel domaine spectral (visible, ultra-violet, infrarouge,...) observe-t-on chacune de ces séries ?

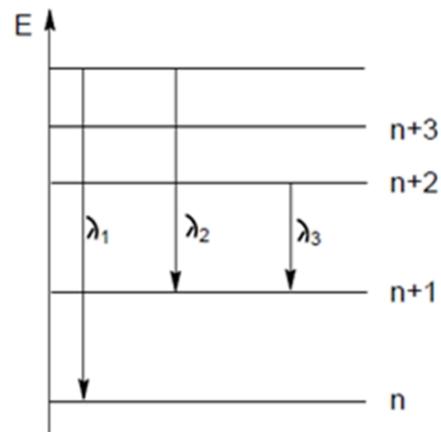
Exercice N° 3 : Dosage du lithium (${}^3\text{Li}$) sérique ou globulaire par photométrie de flamme. Cette méthode permet de surveiller les patients en cours de traitement par les sels de lithium (Li^{2+}).

1. Calculer en eV et en joules, l'énergie des quatre premiers niveaux de l'ion Li^{2+} ($Z = 3$), sachant qu'à l'état fondamental, l'énergie du système noyau-électron de l'atome d'hydrogène est égale à $-13,6$ eV.
2. Quelle énergie doit absorber un ion Li^{2+} , pour que l'électron passe du niveau fondamental au premier niveau excité.
3. Si cette énergie est fournie sous forme lumineuse, quelle est la longueur d'onde λ_{1-2} du rayonnement capable de provoquer cette transition ?

Exercice N° 4 : Un hydrogénoïde est un ion monoatomique ne possédant qu'un seul électron comme l'hydrogène. Il a donc une structure électronique semblable à celle de l'atome d'hydrogène. C'est un atome auquel on a arraché les $(Z-1)$ électrons. Il s'agit toujours d'un cation.

Dans le spectre d'émission d'un ion hydrogénoïde $X^{+(Z-1)}$ de numéro atomique Z , on considère les trois transitions représentées sur la figure ci-contre. Sachant que les longueurs d'onde des deux premières raies limite (λ_1 et λ_2) valent 3.0328 et 6.8238 nm respectivement :

1. Déterminer les valeurs de n , Z et λ_3 (nm).
2. Identifier cet ion hydrogénoïde ${}_Z\text{X}^{+(Z-1)}$
3. Trouver la relation reliant la fréquence de cet ion hydrogénoïde avec celle de l'hydrogène lors d'une transition de $(n + 2)$ vers (n) .
4. Calculer le rayon de l'orbite au niveau (n) .



Exercice N° 5 : 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. Cette énergie est restituée lorsque les atomes subissent des désexcitations et retombent à l'état fondamental sous forme de radiation lumineuse de la longueur d'onde est égale à 5900\AA .

Calculer :

1. Le nombre d'onde associé en cm^{-1} ;
2. La fréquence ainsi que la période de l'onde ;
3. L'énergie des photons émis.

Données : Vitesse de la lumière : $c = 3.10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$, Constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} = 10 \text{ \AA}$, Constante de Rydberg : $R_H = 1.09.10^7 \text{ m}^{-1}$

Exercices pour les étudiants

Exercice N° 1:

1. À partir des postulats de Bohr, retrouver les expressions donnant le rayon, la vitesse et le niveau d'énergie d'un ion hydrogénoïde quelconque en fonction de n .
2. Déterminer l'énergie du niveau fondamental ainsi que celle des niveaux 2, 3, 4, 5 et l'infini. Représenter le diagramme énergétique.
3. Calculer la variation d'énergie associée à l'électron lors de son passage de l'état fondamental, au premier et au second état excité, ainsi que l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène.
4. Représenter ces transitions électroniques sur le diagramme énergétique. Dédurre à partir de l'équation relative à l'hydrogénoïde (établie en 1), la relation de Balmer et calculer la constante de Rhydberg R_H pour l'atome d'hydrogène.
5. On considère l'ion hydrogénoïde dans son état fondamental, le rayon de l'orbite est alors de $0,27 \text{ \AA}$
 - a. Déterminer la valeur de la force d'attraction exercée par le noyau sur l'électron.
 - b. Quelle est la vitesse de l'électron sur cette orbite ?
 - c. Déterminer l'énergie totale de l'électron.

Exercice N° 2:

1. Dans l'atome d'hydrogène, l'énergie de l'électron dans son état fondamental est $E_1 = E_H = -21.78 \cdot 10^{-19} \text{ J} = -13.6 \text{ eV}$. Quelle est la plus petite quantité d'énergie qu'il doit absorber pour passer au 1^{er} état excité.
2. La longueur d'onde d'une raie de la série de Balmer du spectre d'émission de l'hydrogène est égale à 486.18 nm .
 - a. Dans quel domaine du spectre électromagnétique se trouve cette série ?
 - b. Quelle est la transition électronique qui correspond à cette raie ?
 - c. Déterminer la longueur d'onde qui correspond à la même transition dans le cas de l'ion hydrogénoïde ${}_2\text{He}^+$.

Exercice N° 3: Dans le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène, le rapport entre les longueurs d'onde de 2 raies limites successives est $\lambda_1/\lambda_2 = 4,00$

- a. À quelle série correspond chacune de ces raies limites ?
- b. Calculer en eV l'énergie d'émission correspondante à chacune de ces deux raies.
- c. En déduire les valeurs des longueurs d'onde λ_1 et λ_2 en nm.

Exercice N° 4:

I. Le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène est un spectre discontinu constitué de séries de raies.

1. Citer les cinq premières séries de ce spectre.
2. À quels phénomènes physiques correspondent ces raies ?
3. Donner l'expression générale exprimant la longueur d'onde d'une raie.

II. Dans l'atome d'hydrogène, l'énergie de l'électron dans son état fondamental est égale à $-13,54 \text{ eV}$.

1. Quelle est la plus petite quantité d'énergie qu'il doit absorber pour:
 - Passer au 1^{er} état excité ?
 - Passer du premier état excité à l'état ionisé ?
2. Quelles sont les longueurs d'onde des raies du spectre d'émission correspondant au retour :
 - De l'état ionisé au 1^{er} état excité ?
 - Du premier état excité à l'état fondamental ?

III. Si l'électron de l'atome d'hydrogène est excité au niveau $n = 5$.

1. Combien de raies différentes peuvent-elles être émises lors du retour à l'état fondamental.
2. Calculer dans chaque cas la fréquence et la longueur d'onde du photon émis.

Exercice N° 5 : 1. Que signifie le mot « atomos » en grec ?

2. Qui a développé la première théorie atomique ? À quelle époque de l'histoire ?
3. Qui a décrit le premier modèle atomique ? À quelle date ?
4. Quelle est la découverte de Thomson ? À quelle date ?
5. Quelle est la principale découverte de Rutherford ? À quelle date ?
6. Qu'y a-t-il entre le noyau et les électrons ?
7. Comment Bohr complète-t-il la théorie de Rutherford ? À quelle date ?
8. Copier et commentez un modèle atomique de Rutherford
9. Copier et commenter un modèle atomique de Bohr.
10. Quelle est la théorie moderne de Schrödinger et Louis de Broglie ? et copier et commenter un modèle atomique de cette théorie.