Université Mohammed V
Faculté des Sciences
Rabat

Travaux dirigés d'Atomistique 2020 / 2021
SMPC / Semestre 1 (série 2)

I) Ions hydrogénoïdes selon le modèle de Bohr : application à l'ion He^+

1) Donner la définition d'un hydrogénoïde et déterminer dans la série suivante, quels sont les ions hydrogénoïdes :

$$_1H^+;\ ^2H^+;\ _2He;\ _2He^+;\ _3Li^{2+};\ _5B^{3+};\ ^{10}B^{4+}\ et\ ^{11}B^{4+}.$$

2) Donner, sans démonstration, pour un ion hydrogénoïde (noyau de charge (+ Ze) autour duquel gravite un électron), les formules donnant :

a- Le rayon de l'orbite de rang n.

b- L'énergie du système noyau-électron correspondant à cette orbite.

c- Le rayon et l'énergie totale de rang n pour l'ion hydrogénoïde en fonction des mêmes grandeurs relatives à l'atome d'hydrogène.

3) Calculer en **eV** et en **Joule**, l'énergie des quatre premiers niveaux de l'ion hydrogénoïde **He^+**, sachant qu'à l'état fondamental, l'énergie du système noyau-électron dans le cas de l'hydrogène est égale à **– 13,6 eV**.

4) Quelle énergie doit absorber un ion **He^+** pour que l'électron passe du niveau fondamental au premier niveau excité.

5) Si cette énergie est fournie sous forme lumineuse, quelle est la longueur d'onde $\lambda_{1\to2}$ du rayonnement capable de provoquer cette transition ?

Données:

Z(He) = 2 ; 1eV= $1{,}6.10^{-19}$ J ; h= $6{,}62.10^{-34}$ J.s ; c = 3.10^8 m/s ; $E_{hyd} = \frac{Z^2}{n^2} E_{1H}$

II) Spectre d'émission de l'atome d'hydrogène

1) Etablir la formule donnant $\frac{1}{\lambda_{j\to i}} = K\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_j^2}\right)$ où $\lambda_{1\to 2}$ représente la longueur d'onde de la radiation émise lorsque l'électron passe du niveau n_j au niveau n_i avec ($n_j > n_j$). Retrouver l'expression de R_H, constante de Rhydberg relative à l'atome d'hydrogène.

2) Donner en fonction de R_H, l'expression de la constante de Rhydberg relative à un ion hydrogénoïde de numéro atomique Z.

3) Si l'électron de l'hydrogène est excité au niveau **n=3**, combien de raies différentes peuvent-elles être émises lors du retour à l'état fondamental. Calculer dans chaque cas la longueur d'onde λ et la fréquence ν du photon émis.

4) Un atome d'hydrogène à l'état fondamental absorbe un photon de longueur d'onde λ_1 **égale à 97,28 nm**. A la suite de ce processus, il émet un photon de longueur d'onde λ_2 **égale à 1879 nm**. Sur quel niveau l'électron se trouve t-il après cette émission ?

On donne : $R_H = 109677\ cm^{-1} = 1{,}09677.10^7\ m^{-1}$.

5) Dans la série de Brackett du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène,

a) Calculer la longueur d'onde λ correspondant à une raie de fréquence $\nu = 1{,}65.10^{14}$ **Hz**.
b) Déterminer à quelle transition correspond cette raie ?
c) Le rayonnement correspondant à cette même transition mais dans la série équivalente d'un ion hydrogénoïde possède une fréquence $\nu' = 4{,}13.10^{15}$ **Hz**. Déterminer le numéro atomique **Z** de cet ion.

Données : $R_H = 109677\ cm^{-1}$, $c = 3.10^8$ m/s.