

**Module : Physique Atomique et Nucléaire      Mars 2020**  
**TDIII : Atomes d'Hydrogène et Atomes d'Hydrogèneoïde**

**Exercice III.1**

1. Etablir pour un atome hydrogèneoïde (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- Exprimer le rayon et l'énergie totale de rang  $n$  pour l'hydrogèneoïde en fonction des mêmes grandeurs relatives à l'atome d'hydrogène.

2. Calculer en eV et en joules, l'énergie des quatre premiers niveaux de l'ion hydrogèneoïde  $Li^{2+}$ , sachant qu'à l'état fondamental, l'énergie du système noyau-électron de l'atome d'hydrogène est égale à  $-13,6$  eV.

3. Quelle énergie doit absorber un ion  $Li^{2+}$ , pour que l'électron passe du niveau fondamental au premier niveau excité.

4. Si cette énergie est fournie sous forme lumineuse, quelle est la longueur d'onde  $\lambda_{1-2}$  du rayonnement capable de provoquer cette transition ?

On donne :  $Li (Z=3) 1eV = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Joules

$h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J.s  $c = 3 \cdot 10^8$  m.s $^{-1}$

**Exercice III.2**

1. Déterminer l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène et des hydrogèneoïdes  $He^+$  et  $Li^{2+}$

2- On donne l'énergie de l'état de base  $E_1$  du lithium  $Li^{2+}$  :

$W_1 = -122,4$  eV

a) Calculer l'énergie d'excitation des trois premiers niveaux possibles de cet hydrogèneoïde.

b) Évaluer la longueur d'onde de la radiation émise lorsque l'ion  $Li^{2+}$  passe du niveau  $E_2$  au niveau  $E_1$

**Exercice III.3**

Dans le modèle de Bohr, l'atome d'hydrogène est constitué d'un électron de masse  $m$  décrivant une orbite circulaire autour du noyau supposé fixe.

1) Établir l'expression de l'énergie totale de l'électron en fonction du rayon  $r$  de l'orbite; on prendra l'énergie potentielle nulle à l'infini.

2) En tenant compte des postulats de Bohr:

a- établir l'expression du rayon d'une orbite permise et de l'énergie correspondante;

b- Calculer, pour l'atome d'hydrogène, le rayon de la plus petite orbite et l'énergie de l'état fondamental.

3) Calculer la longueur d'onde de la radiation nécessaire pour faire passer l'atome d'hydrogène de l'état fondamental au premier état excité.

**Exercice III.4**

1) Déterminer le terme spectral fondamental de l'atome d'hydrogène.

2) L'unique électron de H est maintenant excité vers le niveau quantique  $2p$ . Déterminer les termes spectraux possibles de cette nouvelle configuration.

3) On considère la raie  $\lambda = 1215$  Å de la série de Lyman (transition  $2p \rightarrow 1s$ ). Montrer que, compte tenu du couplage spin-orbite, cette raie est dédoublée

**Exercice VI. 5**

1) Quelle correction faut-il apporter à l'énergie d'un hydrogèneoïde lorsqu'on tient compte du mouvement du noyau ?

2) En déduire la relation qui existe entre la constante de Rydberg  $R_\infty$  d'un hydrogèneoïde à noyau fixe et celle correspondant à un noyau mobile.

