

**Modèles atomiques classiques - TD Atomistique - Série N°3 - L1PCSM**

**Exercice 1 : Modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène**

1°)- Dans le modèle planétaire de Perrin-Rutherford, un électron, animé d'un mouvement circulaire uniforme, décrit une orbite de rayon  $r$  autour d'un noyau supposé immobile.

a)- Montrer que l'énergie totale du système électron-proton est  $E = -\frac{Ze}{8\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r}$

b)- Montrer que ce modèle est en contradiction avec l'expérience.

2°) Le modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène repose sur une quantification du moment cinétique.

a) Enoncer le postulat et donner son expression mathématique.

b) Établir les expressions générales de  $r_n$  et  $v_n$  puis la nouvelle expression  $E_n$  de l'énergie.

c) Calculer le rayon  $r_1$  de la première orbite de Bohr.

d) En déduire la vitesse de l'électron dans ce modèle.

**Exercice 2 : Spectres de raies – séries – transitions électroniques.**

2-1 Dans le domaine UV-visible, l'atome de H peut émettre une raie à partir de  $n = 3$  avec une longueur d'onde de 656,5 nm. Donner la transition correspondante et déduire la valeur de la constante de Rydberg.

2-2 Calculer pour une radiation de longueur d'onde 200 nm, la fréquence, le nombre d'onde et l'énergie transportée par un photon de cette radiation.

2.3.a) Le spectre de l'hydrogène peut se décomposer en plusieurs séries. Donner le nom des cinq premières séries et les transitions correspondantes. A quels phénomènes physiques correspondent ces raies ?

b) Quelle est l'expression générale donnant la longueur d'onde d'une raie ? Les raies de chaque série sont encadrées par deux raies limites nommées  $\lambda_{\text{lim}}$  pour la limite inférieure et  $\lambda_{\text{sup}}$  pour la limite supérieure. A quoi correspondent ces deux limites ?

d) Établir une formule générale permettant le calcul de ces deux limites. Calculer  $\lambda_1$  et  $\lambda_{\text{lim}}$  pour les 2 premières séries.

2.4 A partir de la constante de Rydberg pour l'hydrogène, calculer l'énergie d'ionisation et celle de la transition de  $n = 2$  à  $n = \infty$  en J et en eV. Déduire la longueur d'onde de la première raie de la série de Lyman.

2.5 L'énergie de l'électron d'hydrogène, dans son état fondamental, est égale à 13,54 eV.

a) Quelle est en eV, la plus petite quantité d'énergie qu'il doit absorber pour :

- passer au 1<sup>er</sup> état excité ? Passer du premier état excité à l'état ionisé ?

b) Quelles sont les longueurs d'onde des raies du spectre d'émission correspondant au retour :

- de l'état ionisé au 1<sup>er</sup> état excité ? - Du premier état excité à l'état fondamental ?

- L'énergie nécessaire pour ioniser l'atome à partir du 3<sup>o</sup> état excité, la fréquence de la radiation émise quand l'atome passe du 3<sup>ème</sup> au 2<sup>ème</sup> état excité.

**Exercice 3 : Hydrogénoïde L1PCSM 2021**

On considère l'hydrogénoïde de formule  $\frac{A}{Z}X^{(Z-1)+}$  dans son **premier état excité**. Il absorbe alors une radiation de longueur d'onde  $\lambda$  et l'électron part à l'infini sans vitesse.

3-1 Etablir la relation qui lie son numéro atomique  $Z$  et la longueur d'onde  $\lambda$ .

3-2 Pour une valeur de  $Z = 2$  ; exprimer  $\lambda$  en fonction de  $h$ ,  $c$  et  $E_0$ .

3-3 En posant  $E_0 = hcR_H$  déduire de la question 3-2 une relation entre  $\lambda$  et  $R_H$ .

3-4 Calculer la valeur de  $R_H$  pour  $\lambda = 91,1826 \text{ nm}$

**Exercice 4 : Hydrogénoïde et transition électronique L1PCSM 2021**

1) Définir un hydrogénoïde et donner l'hydrogénoïde  $\text{Co}^{X+}$  associé à  ${}^{60}_{27}\text{Co}$ .

2) Calculer l'énergie de l'électron de l'hydrogénoïde  $\text{Co}^{X+}$  sur le 4<sup>ème</sup> état excité.

3) A partir du niveau  $n = 3$ , l'hydrogéoïde  $\text{Co}^{X+}$  absorbe un photon de fréquence  $\nu = 1,7057 \cdot 10^{17} \text{ Hz}$ . Quelle transition va effectuer l'électron ?

4) Un photon de longueur d'onde  $\lambda_I = 0,12492 \text{ nm}$  est absorbé par l'hydrogéoïde  $\text{Co}^{X+}$  dans son état fondamental. L'électron est alors éjecté avec une vitesse  $\vec{v}$ , calculer la norme  $v$  de cette vitesse.

**Exercice 5 : Détection d'éléments chimiques dans la couronne du soleil LIPCSM 2022**

On mesure la vitesse d'éjection  $v$  de l'électron émis par un hydrogéoïde  $\frac{A_1}{Z_1} X^{(Z_1-1)+}$  dans son niveau fondamental qui a absorbé un photon de longueur d'onde  $\lambda_a$ .

3-1 Etablir la relation  $Z_1 = f(h, c; \lambda_a, m_e, v)$

3-2 Calculer  $Z_1$  pour  $v = 10^{-2} \cdot c$  et  $\lambda_a = 7,424 \text{ \AA}$ . ( $E_0 = 13,6 \text{ eV}$ )

3-3 La longueur d'onde de la raie limite émise par un autre hydrogéoïde à l'état fondamental  $\frac{A_2}{Z_2} X^{(Z_2-1)+}$  présent dans la couronne du soleil est égale à  $\lambda_\infty = 2,2794 \text{ \AA}$ . Calculer la valeur de  $Z_2$ .

Données :  $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  ;  $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  ;  $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$  ;  $R_H = 10967758 \text{ m}^{-1}$ .