

Corrigé de la série de TD N°3 (LMD)

EXERCICE 1 :

1) Calcul de la fréquence seuil :

$$E_0 = h \nu_0 \Rightarrow \nu_0 = E_0 / h \Rightarrow \nu_0 = 0.453 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} \text{ (Hz)}$$

2) Y'a-t-il effet photoélectrique :

$$\nu_1 = 42857 \cdot 10^{10} \text{ s}^{-1} \text{ et } \nu_2 = 55556 \cdot 10^{10} \text{ s}^{-1}$$

$$\nu_1 < \nu_0 \Rightarrow \text{pas d'effet photoélectrique}$$

$$\nu_2 > \nu_0 \Rightarrow \text{effet photoélectrique}$$

3) Calcul de la vitesse maximale des électrons

$$\Delta E = E_0 + E_c$$

$$\Delta E = h \nu_2 = 3.67 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\Delta E - E_0 = E_c$$

$$E_c = 0.67 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_c = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{2 \frac{E_c}{m_e}} = 1,2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

Exercice 2 :

1) Expression générale donnant la longueur d'onde d'une raie :

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \text{ avec } n_2 > n_1$$

2) Les longueurs d'onde de la première raie et de la raie limite de l'atome d'hydrogène :

Série de Lyman : $n_1 = 1$

$$1^{\text{ère}} \text{ raie : } n_2 = n_1 + 1 \Rightarrow n_2 = 2 \Rightarrow \text{transition } 2 \rightarrow 1$$

$$\frac{1}{\lambda_{1 \rightarrow 2}} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right)$$

$$\lambda_{2 \rightarrow 1} = \frac{4}{3 R_H} = 1,215 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 121 \text{ nm}$$

$$\text{Raie limite : } n_2 \rightarrow \infty \Rightarrow \text{transition } \infty \rightarrow 1$$

$$\lambda_{\infty \rightarrow 1} = \frac{1}{R_H} = 0.911 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

Série de Balmer : $n_1 = 2$

1^{ère} raie : $n_2 = n_1 + 1 \rightarrow n_2 = 3 \rightarrow$ transition $3 \rightarrow 2$

$$\frac{1}{\lambda_{2 \rightarrow 3}} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$\lambda_{2 \rightarrow 3} = \frac{36}{5 R_H} = 6,563 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 656.3 \text{ nm}$$

Raie limite : $n_2 \rightarrow \infty \rightarrow$ transition $\infty \rightarrow 2$

$$\lambda_{2 \rightarrow \infty} = \frac{4}{R_H} = 3,646 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 364.6 \text{ nm}$$

3) Domaine spectral de chacune de ces séries

Série de Lyman :

$$\lambda_{1 \rightarrow 2} = 1,215 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 121 \text{ nm}$$

$$\lambda_{1 \rightarrow \infty} = 0.911 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 91.1 \text{ nm} \Rightarrow \text{domaine UV}$$

Série de Balmer :

$$\lambda_{2 \rightarrow 3} = 6,563 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 656.3 \text{ nm}$$

$$\lambda_{2 \rightarrow \infty} = 3,646 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 364.6 \text{ nm} \Rightarrow \text{domaine visible}$$

B)

1) Energie du photon en joules et en électronvolts

$$\Delta E = \frac{h c}{\lambda} = 0,754 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0,4713 \text{ eV}$$

2) Transition responsable de l'émission du photon

Sachant que $n_1 = 4$:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$n_2 = \sqrt{\frac{16 \lambda R_H}{\lambda R_H - 16}}$$

$$n_2 = 6$$

Exercice 3 :

L'électron de l'atome d'hydrogène à l'état fondamental est excité avec des énergies d'excitation successifs égales à : 10,20 et 12,03 eV.

1. Les énergies de l'électron sur les différents niveaux, sachant que l'énergie d'ionisation de l'atome de l'hydrogène est de 13,6 eV

$$\Delta E_{1 \rightarrow 2} = 10,2 \text{ eV} = E_2 - E_1$$

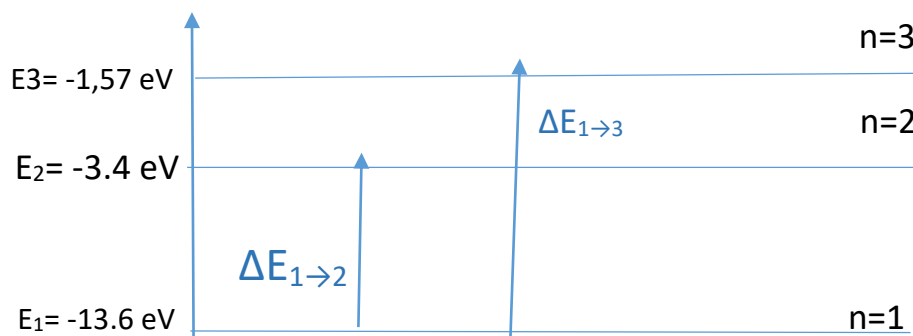
$$\Delta E_{1 \rightarrow 3} = 12,03 \text{ eV} = E_3 - E_1$$

$$\Delta E_{1 \rightarrow \infty} = 13,6 \text{ eV} = E_{\infty} - E_1 \Rightarrow E_1 = -13,6 \text{ eV}$$

$$E_2 = \Delta E_{1 \rightarrow 2} + E_1 = 10,2 - 13,6 = -3,4 \text{ eV}$$

$$E_3 = \Delta E_{1 \rightarrow 3} + E_1 = 12,03 - 13,6 = -1,57 \text{ eV}$$

2. Diagramme d'énergie associé et série d'absorption correspondantes



Il s'agit de la série de Lyman ($n_1 = 1$)

3. Longueur d'onde de chaque transition

$$\Delta E = \frac{h c}{\lambda}$$

$$\lambda_{1 \rightarrow 2} = \frac{h c}{\Delta E_{1 \rightarrow 2}} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{10,2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,21 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 121 \text{ nm}$$

$$\lambda_{1 \rightarrow 3} = \frac{h c}{\Delta E_{1 \rightarrow 3}} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{12,03 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,03 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 103 \text{ nm}$$

4- Montrer que les résultats expérimentaux vérifient la théorie de Bohr

$$E_n = \frac{-13,6}{n^2} \text{ eV}$$

$$E_1 = \frac{-13,6}{1^2} \text{ eV} = -13,6 \text{ eV}$$

$$E_2 = \frac{-13,6}{2^2} \text{ eV} = -3,4 \text{ eV}$$

$$E_3 = \frac{-13,6}{3^2} = -1,51 \text{ eV}$$

Exercice 4 :

Une radiation de longueur d'onde $\lambda = 5,7 \text{ nm}$ provoque l'ionisation d'un atome hydrogénoïde initialement à l'état fondamental

1. Calcul de la charge nucléaire Z et de l'énergie d'ionisation de l'hydrogénoïde

$$\frac{1}{\lambda} = R_H Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \text{ avec } n_2 > n_1$$

Etat fondamental : $n_1 = 1$

Ionisation : $n_2 \rightarrow \infty$

$$\frac{1}{\lambda_{1 \rightarrow \infty}} = R_H Z^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right)$$

$$Z = \sqrt{\frac{1}{\lambda R_H}} ; Z = 4 \text{ (il s'agit de } Be^{3+})$$

1^{ère} méthode :

$$\Delta E_{1 \rightarrow \infty} = \frac{h c}{\lambda_{1 \rightarrow \infty}} = 3,48 \cdot 10^{-17} \text{ J} = 217,7 \text{ eV}$$

2^{ème} méthode :

$$\Delta E_{1 \rightarrow \infty} = E_{\infty} - E_1$$

$$\Delta E_{1 \rightarrow \infty} = \frac{-13,6 \cdot Z^2}{\infty^2} - \frac{-13,6 \cdot Z^2}{1^2} = 217,7 \text{ eV}$$

2. Rayon de l'orbite électronique de l'hydrogénoïde pris dans son premier état excité

$$r_n = a_0 \frac{n^2}{Z} (\text{\AA}) ; a_0 = 0,53 \text{ \AA}$$

Premier état excité : $n = 2$

$$r_2(Be^{3+}) = a_0 \cdot \frac{2^2}{4} = 0,53 \text{ \AA}$$

3. La longueur d'onde d'une raie du spectre d'émission de l'ion He^+ est de $4689 \text{ \AA}$:

La longueur d'onde de la raie de l'atome de l'hydrogène provoquant la même transition

$$\text{Pour l'Hydrogène : } \frac{1}{\lambda(H)} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad I$$

$$\text{Pour l'Hydrogénoïde : } \frac{1}{\lambda(\text{He}^+)} = R_H Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad II$$

$$\frac{I}{II} \Rightarrow \lambda(H) = \lambda(\text{He}^+) \cdot Z^2$$

$$\lambda(H) = 4689 \cdot 2^2 = 18756 \text{ \AA}$$

Exercice 5 :

Les sous couches correspondantes :

- $n=3, l=1, m=0, s=+1/2$

3p

	↑	
--	---	--

- $n=4, l=0, m=0, s=-1/2$

4s

↓

- $n=3, l=2, m=1, s=-1/2$

3d

			↓	
--	--	--	---	--

- $n=3, l=0, m=0, s=+1/2$

3s

↑

- $n=3, l=1, m=-1, s=+1/2$

3P

↑		
---	--	--

Classement par ordre croissant d'énergie des sous couches :

L'ordre des niveaux d'énergie des sous couches est donné par la règle de KLECHOWSKI , L'ordre de remplissage des diverses couches et sous couches se fait par ordre croissant d'énergie ($n + l$), si la valeur de $n+l$ est identique pour deux sous couches suivre l'ordre croissant de n

Sous couche	3p	4s	3d	3s	3p
$n+l$	4	4	5	3	4

L'ordre est donc: 3s/3p/ 4s//3d