Université Ibn Khaldoun Tiaret
Faculté des Sciences de la Matière
Département de Physique
Année 2023-2024

3ème License S6 P.F

Corrigé Examen de Physique Atomique

Exercice 1 :

a) $E_T \to 0 \quad \Rightarrow \quad r \to \infty \quad \Rightarrow$ Atome ionisé.

b) Théorie classique : Une charge accélérée (e⁻) rayonne ⇒ perte d'énergie ⇒ instabilité de l'atome.

c)

$$\sigma = n\hbar = m_e.v.r \ , \ E_c = \frac{1}{2}.m_e.v^2 = \frac{Ze^2}{8\pi\epsilon_0 r} \ , \ F_e = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{m_e.v^2}{r} \Rightarrow$$

$$r = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{Zm_e e^2}n^2 = a_0\frac{n^2}{Z} = r_n$$

$$E_p = -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \Rightarrow E_T = -\frac{Ze^2}{8\pi\epsilon_0 r} = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 a_0}.\frac{Z^2}{n^2} = -13{,}6.\frac{Z^2}{n^2}\ (eV)$$

d) Transition entre deux niveaux (m, n) : Elle correspond à, une énergie rayonnée tel que :

$$h\nu_{mn} = E_m - E_n \quad avec \quad n < m$$

$$\nu_{mn} = \frac{E_m - E_n}{h} = -13{,}6.\frac{Z^2}{h}\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right) = 13{,}6.\frac{Z^2}{h}\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

$$\nu_{mn} = \frac{c}{\lambda_{mn}} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{mn}} = \frac{\nu_{mn}}{c} = 13{,}6.\frac{Z^2}{c.h}\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) = R_H.Z^2\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

e) Expression de R_H :

$$R_H = \frac{13{,}6}{c.h} = 1{,}097\ 10^7\ m^{-1}$$

Exercice 2 :

a) $l = 0, m = 0,$ $\qquad Y_0^0(\theta,\varphi) = C_0(sin\theta)^0 e^0 = C_0 = \sqrt{\frac{1}{4\pi}}$

b) $l = 1, m = 1,$ $\qquad Y_1^1(\theta,\varphi) = C_1 sin\theta e^{i\varphi} = -\frac{1}{2}\sqrt{\frac{6}{4\pi}}sin\theta e^{i\varphi} = -\sqrt{\frac{3}{8\pi}}sin\theta e^{i\varphi}$

c) $l = 1, m = 0,$ $\quad Y_1^0(\theta,\varphi)$ S'obtient par l'application de L_- sur $Y_1^1(\theta,\varphi)$ soit :

$$L_- Y_1^1(\theta,\varphi) = \hbar e^{-i\varphi}\left(-\frac{\partial}{\partial\theta} + \frac{i}{tg\theta}\frac{\partial}{\partial\varphi}\right)Y_1^1(\theta,\varphi), \qquad L_- Y_1^1(\theta,\varphi) = \hbar\sqrt{2}.Y_1^0(\theta,\varphi)$$

$$\hbar\sqrt{2}.Y_1^0(\theta,\varphi) = \hbar e^{-i\varphi}\left(-\frac{\partial}{\partial\theta} + \frac{i}{tg\theta}\frac{\partial}{\partial\varphi}\right)Y_1^1(\theta,\varphi) \Rightarrow, Y_1^0(\theta,\varphi) = \frac{1}{\sqrt{2}}e^{-i\varphi}\left(-\frac{\partial}{\partial\theta} + \frac{i}{tg\theta}\frac{\partial}{\partial\varphi}\right)\left(\sqrt{\frac{3}{8\pi}}sin\theta e^{i\varphi}\right)$$

$$Y_1^0(\theta,\varphi) = \sqrt{\frac{3}{4\pi}}cos\theta$$

d) $l = 1, m = -1,$ $\qquad Y_1^{-1}(\theta,\varphi)$ S'obtient par l'application de L_- sur $Y_1^0(\theta,\varphi)$ soit :

$$L_- Y_1^0(\theta,\varphi) = \hbar e^{-i\varphi}\left(-\frac{\partial}{\partial\theta} + \frac{i}{tg\theta}\frac{\partial}{\partial\varphi}\right)Y_1^0(\theta,\varphi), \qquad L_- Y_1^0(\theta,\varphi) = \hbar\sqrt{2}.Y_1^{-1}(\theta,\varphi)$$

$$\hbar\sqrt{2}.Y_1^{-1}(\theta,\varphi) = \hbar e^{-i\varphi}\left(-\frac{\partial}{\partial\theta} + \frac{i}{tg\theta}\frac{\partial}{\partial\varphi}\right)Y_1^0(\theta,\varphi) \Rightarrow, Y_1^{-1}(\theta,\varphi) = \frac{1}{\sqrt{2}}e^{-i\varphi}\left(-\frac{\partial}{\partial\theta} + \frac{i}{tg\theta}\frac{\partial}{\partial\varphi}\right)\left(\sqrt{\frac{3}{4\pi}}cos\theta\right)$$

$$Y_1^{-1}(\theta,\varphi) = \sqrt{\frac{3}{8\pi}}sin\theta e^{-i\varphi}$$

Exercice 3 :

a) Longueur d'onde minimale du spectre continu :

$$\lambda_{min} \leftrightarrow E_{max} \Longrightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{E_{max}} = \frac{hc}{e.V} = \frac{6{,}62\ 10^{-34} * 3\ 10^{8}}{1{,}6\ 10^{-19} * 40\ 10^{3}} = 0{,}031\ nm$$

b) Perte d'énergie cinétique des électrons la plus probable :

Le maximum de la courbe donnée correspond au maximum du nombre de photons émis (I_{max}), par conséquent, il correspond aussi au nombre maximum d'électrons ayant perdus la même quantité d'énergie $h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, ou $\lambda = 0{,}046\ nm$, donc :

$$h\nu\ (eV) = \frac{hc}{\lambda(nm)} = \frac{1241}{0.046} = 26{,}98\ KeV$$

c) Pour observer une raie K il faut que l'énergie cinétique des électrons soit :

$$E_c(\text{é}) \geq E_K$$

d) Longueur d'onde de la raie K :

Après réarrangement électronique, l'énergie de la raie K correspondante est :

$$h\nu\ (eV) = E_K - E_L = \frac{hc}{\lambda_{K_\alpha}(nm)} \Longrightarrow \lambda_{K_\alpha}(nm) = \frac{hc}{E_K - E_L} = \frac{1241}{8040} = 0{,}154\ nm$$