

Corrigé type :

Exercice 1

1) Série de Balmer : départ ou arrivée de $n=2$ vers $m=3,4,\dots$; $\frac{4}{R_H} \leq \lambda \leq \frac{36}{5R_H}$ **01**

Calcul des longueurs d'onde limites :

*Passage de l'infini à $n=2$:

$$\frac{1}{\lambda_1} = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) = \frac{R_H}{n^2} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{n^2}{R_H} = 365 \text{ nm} \quad \mathbf{0.5}$$

*Passage de $m=3$ à $n=2$:

$$\frac{1}{\lambda_2} = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \Rightarrow \lambda_2 = \frac{1}{R_H} \left(\frac{m^2 n^2}{m^2 - n^2} \right) = 656.5 \text{ nm} \quad \mathbf{0.5}$$

Cette série est dans le visible.

2) Sachant que l'énergie d'un hydrogénoïde est égale à $-\frac{Z^2 E_0}{n^2}$ avec $E_0 = 13,6 \text{ eV}$.

a)

*L'attraction noyau-électron influence plus les niveaux d'énergie à courte distance.

En effet, l'augmentation de l'attraction électrostatique noyau électron, les orbites électroniques s'approchent de plus en plus du noyau. Donc pour les petites valeurs de n , les états de He^+ sont plus liés que ceux de H. **01**

*Par contre pour les n grands c'est lorsque les orbites électroniques s'éloignent du noyau, les niveaux d'énergie vont se resserrer de plus en plus car l'attraction électrostatique est faible pour He^+ et H.

Conclusion :

- Les niveaux d'énergie de He^+ sont plus bas que ceux de H.

- Pour les n grands (états de Rydberg), on a une ressemblance entre les spectres de H et de He^+ .

b) $\frac{1}{\lambda} = R_{\text{He}^+} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) = \frac{Z^2 E_0}{hc} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) = Z^2 R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ avec $n \leq m$ **01**

Soit $R_{\text{He}^+} = Z^2 R_H$; R_{He^+} est la constante de Rydberg pour He^+ et R_H est la constante de Rydberg pour H.

3) a) Pour He^+ , on a $Z=2$. Par suite, les longueurs d'onde de l'ion He^+ , qui correspondent aux transitions électroniques partant du niveau $n=4$ vers les niveaux m , vérifient la relation :

$$\frac{1}{\lambda} = 4R_H \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{m^2} \right) = R_H \left(\frac{1}{4} - \frac{4}{m^2} \right) \text{ avec } m \text{ varie de } 5 \text{ jusqu'à } 10.$$

Les longueurs d'ondes de la série de balmer vérifient : $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{p^2} \right)$ **1.5**

Les longueurs d'ondes coïncident si m est un entier pair ($m=2p$) $\Rightarrow m=6,8,10$.

b)

Transition pour H	Transition pour He^+	λ	
$n = 2 \rightarrow 3$	$n = 4 \rightarrow 6$	$\lambda_1 = \frac{1}{R_H} \left(\frac{36}{5} \right)$	0.5
$n = 2 \rightarrow 4$	$n = 4 \rightarrow 8$	$\lambda_2 = \frac{1}{R_H} \left(\frac{16}{3} \right)$	0.5
$n = 2 \rightarrow 5$	$n = 4 \rightarrow 10$	$\lambda_3 = \frac{1}{R_H} \left(\frac{25}{6} \right)$	0.5

Exercice 2

1/

$$\psi_{1s} = C e^{-r/a_0}$$

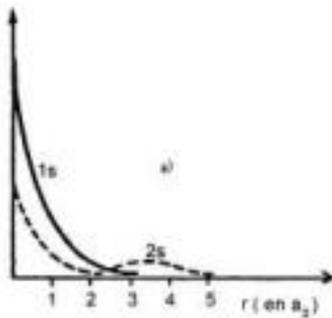
$$D(r) = \frac{dP}{dr} = \psi^* \psi r^2 \quad \mathbf{01}$$

$$= C^2 r^2 e^{-2r/a_0}$$

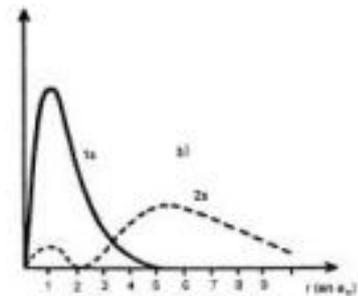
$$2/ C^2 4 \pi \int_0^\infty \psi^* \psi r^2 dr = 1 \quad \mathbf{01} \rightarrow C^2 4 \pi \int_0^\infty r^2 e^{-\frac{2r}{a_0}} dr = 1 \rightarrow C = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} \quad \mathbf{01}$$

$$3/ \text{La sphère la plus probable correspond à } \frac{dD}{dr} = 0 \quad \mathbf{01}$$

$$\rightarrow r = a_0 \quad (r = 0 \text{ rejeté}) \quad \mathbf{01}$$



01



01

Exercice 3

1/ a- une configuration électronique est l'ensemble des couches et sous couches remplies par les N électrons du système atomique. **0.5**

b- les niveaux d'énergie des systèmes à plusieurs électrons E_{nl} augmentent avec $(n+l)$ et à $(n+l)$ constant ils augmentent avec n. **0.5**

c-

$_{17}\text{Si} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ **0.5**

$_{26}\text{Fe} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ **0.5**

2/ $C_0 : 3p^2$ et $C_1 : 3p^4s$

a-

*Dans le cas de C_0 , nous avons deux électrons p équivalents donc pour respecter le principe de Pauli on ne gardera que les termes tels que $(L + S)$ pair.

$L = 0, 1, 2$ donc S, P et D

Et $S = 0, 1$ donc $^1S, ^1P$ et 1D et $^3S, ^3P$ et 3D

Les termes spectraux de p^2 sont : $^1S, ^1D$ et 3P **0.5**

*Dans le cas de C_1 , les deux électrons ne sont pas équivalents car ils diffèrent par n et l donc on prend tous les termes : 1P et 3P **0.5**

b- A partir des termes spectraux la dégénérescence est :

$$g = \sum (2S + 1)(2L + 1) \quad \mathbf{0.5}$$

Pour $C_0 : g = 1 + 1(2 \times 2 + 1) + 3(2 \times 1 + 1) = 15$ états **0.25**

Pour $C_1 : g = 1(2 \times 1 + 1) + 3(2 \times 1 + 1) = 12$ états **0.25**

c- Les niveaux d'énergie de C_0 sont : $^1S_0, ^1D_2$ et $^3P_{0,1,2}$ ceux de C_1 sont : 1P_1 et $^3P_{0,1,2}$

d- La dégénérescence totale à partir des niveaux d'énergie est donnée par :

$$g = \sum (2J + 1) \quad \mathbf{0.5}$$

Pour $C_0 : g = 2(2 \times 0 + 1) + (2 \times 1 + 1) + 2(2 \times 2 + 1) = 15$ états **0.25**

Pour $C_1 : g = (2 \times 0 + 1) + 2(2 \times 1 + 1) + (2 \times 2 + 1) = 12$ états **0.25**

3/ a- Le niveau d'énergie le plus bas correspond à S_{\max} , s'il existe plusieurs il faut choisir parmi eux celui correspondant à L_{\max} .

Si la configuration est moins qu'à moitié remplie c'est celui ayant J_{\min} si elle est plus qu'à moitié remplie c'est J_{\max} . **0.5**

b- Ici on a un seul S_{\max} donc c'est 3P et comme la configuration p^2 est moins qu'à moitié remplie c'est le J_{\min} donc le niveau fondamental est : 3P_0 . **0.5**

Une des cases quantiques qui peut lui correspondre est :

