

Examen de Chimie 1 (Ingénieur)

Exercice 1 (6 points)

I. Le bore naturel ${}_5\text{B}$ est un mélange de deux isotopes ${}^{10}\text{B}$ et ${}^{11}\text{B}$ d'abondance x_1 et x_2 respectivement.
 1. Donner la composition de chaque isotope (nombre de masse, nombre de protons, nombre de neutrons et nombre d'électrons).

2. Calculer l'abondance de chaque isotope sachant que la masse atomique moyenne du bore est de 10,811402 uma. Les masses atomiques respectives de ces deux isotopes sont : 10,01294 uma et 11,00931 uma.

II. Il se forme dans la chambre d'ionisation du spectrographe de Bainbridge les ions : ${}^{10}\text{B}^{2+}$ et ${}^{11}\text{B}^{2+}$.

1. A partir des forces qui règnent dans l'analyseur, donner l'expression du rayon R de la trajectoire circulaire décrite par chacun de ces ions. Représenter la trajectoire des deux ions dans l'analyseur.

2. Donner l'expression de la vitesse de ces ions, en fonction de la distance d séparant les deux points d'impact sur la plaque photographique et du champ magnétique B_0 qui règne dans l'analyseur.

3. Calculer la valeur de la vitesse pour une distance $d = 2\text{cm}$ et un champ magnétique B_0 de 0,15 tesla.

Données : $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $1 \text{ uma} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$

Exercice 2 (5 points)

I- Une plaque d'un métal X est utilisée comme cathode dans une cellule photoélectrique. Cette plaque est éclairée par une radiation de longueur d'onde $\lambda = 0,36 \mu\text{m}$. Si l'énergie d'extraction E_0 du métal X est égale à 2,39 eV, déterminer la vitesse maximale de l'électron éjecté.

II- Un hydrogénoïde ${}_Z\text{X}^{n+}$ absorbe un rayonnement lumineux d'énergie égale à 115eV qui lui permet de passer de l'état fondamental au 3^{ème} état excité.

1. Quelle est la transition électronique correspondante ?

2. Identifier l'ion hydrogénoïde ${}_Z\text{X}^{n+}$.

3. Calculer le rayon de la 4^{ème} orbite de cet ion.

4. Calculer, en eV, l'énergie d'ionisation de cet hydrogénoïde.

Données : $h=6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $R_H=1,1 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$; $C=3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $a_0=0,53 \text{ \AA}$; $m_e=9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$; $1\text{eV}=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Exercice 3 (9 points)

1. Ecrire les configurations électroniques des atomes suivants : ${}_9\text{F}$, ${}_{37}\text{Rb}$, ${}_{47}\text{Ag}$, ${}_{53}\text{I}$, ${}_{55}\text{Cs}$. Souligner leurs couches de valence.

2. Situer ces éléments dans le tableau périodique : période, bloc, groupe et colonne.

3. Classer par ordre croissant les rayons atomiques, les énergies d'ionisation et les électronégativités de ces éléments. Justifier votre réponse.

4. Déterminer les valeurs des quatre nombres quantiques (n, l, m, s) de l'électron célibataire du fluor ${}_9\text{F}$.

5. Donner les ions les plus stables des éléments précédents.

6. Un élément A du tableau périodique situé au-dessus de ${}_{37}\text{Rb}$, donner sa configuration électronique. Déduire son Z.

7. En utilisant la règle de Slater, calculer l'énergie de la 1^{ère} ionisation de l'élément ${}_{11}\text{Na}$.

σ	1s	2s2p	3s3p
1s	0,30	0	0
2s2p	0,85	0,35	0
3s3p	1	0,85	0,35

Corrigé

Exercice 1 (6 points)

I.1. La composition de chaque isotope : 0,5

Elément	Z	A	N	Nombre d'e ⁻
¹⁰ ₅ B	5	10	5	5
¹¹ ₅ B	5	11	6	5

2. Calcul de l'abondance de chaque isotope :

$$\left\{ \begin{array}{l} {}^{10}_5\text{B} : M_1 = 10,01294 \text{ uma}, x_1 = ? \\ {}^{11}_5\text{B} : M_2 = 11,00931 \text{ uma}, x_2 = ? \end{array} \right.$$

Et : $M_{moy} = 10,811402 \text{ uma}$

On a :

$$\left\{ \begin{array}{l} M_{moy} = \frac{\sum M_i x_i}{100} = \frac{M_1 x_1 + M_2 x_2}{100} \quad 0,5 \\ x_1 + x_2 = 100 \quad 0,5 \end{array} \right.$$

Donc : $x_2 = 100 - x_1$

Et : $100 \cdot M_{moy} = M_1 x_1 + M_2 (100 - x_1) \Rightarrow x_1 = 100 \frac{(M_{moy} - M_2)}{(M_1 - M_2)} \Rightarrow \boxed{x_1 = 19,86 \%} \quad 0,5$

$\boxed{x_2 = 80,14 \%} \quad 0,5$

II.1. Expression du rayon R de la trajectoire circulaire décrite par chacun de ces ions

Les deux forces qui règnent dans l'analyseur sont :

Force centrifuge : $F_c = m\gamma = \frac{mv^2}{r} \quad 0,25$

Force magnétique : $F_m = q \cdot V \cdot B_0 \quad 0,25$

Equilibre des forces dans le cas d'un mouvement circulaire de rayon R :

$$\Rightarrow q \times v \times B_0 = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow \boxed{R = \frac{mv}{qB_0}} \quad 0,5$$

2. Expression de la vitesse de ces ions

On a : $R = \frac{mv}{qB_0}$

On pose : $D = 2R \Rightarrow R = \frac{D}{2}$

Donc : $\boxed{D = 2 \frac{mv}{qB_0}}$

Bon courage

D'un autre côté, on a : $d = 2(R_2 - R_1) = D_2 - D_1$ 0,5

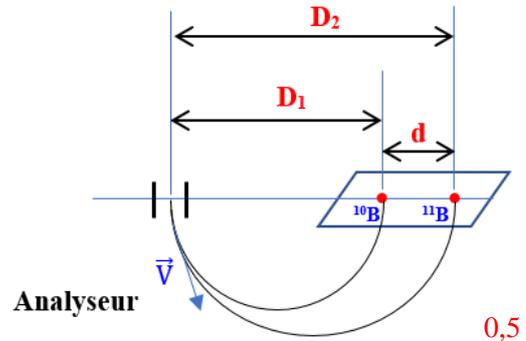
Avec :

$$\begin{cases} D_1 = 2 \frac{m_1 v}{q B_0} \\ D_2 = 2 \frac{m_2 v}{q B_0} \end{cases}$$

Donc :

$$d = \frac{2 m_2 v}{q B_0} - \frac{2 m_1 v}{q B_0} = \frac{2 v}{q B_0} (m_2 - m_1) \quad 0,5$$

$$\Rightarrow V = \frac{d \cdot q \cdot B_0}{2(m_2 - m_1)} \quad 0,5$$



3. Calculer la valeur de la vitesse

$$d = 2 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$B_0 = 0,15 \text{ tesla}$$

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$V = \frac{(2 \times 10^{-2})(2 \times 1,6 \cdot 10^{-19})(0,15)}{2(11,00931 - 10,01294)1,66 \cdot 10^{-27}} = 3 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

$$V = 3 \cdot 10^5 \text{ m/s} \quad 0,5$$

Exercice 2 (5 points)

I- La vitesse maximale de l'électron éjecté.

$$E = E_0 + E_c \Rightarrow E_c = E - E_0 \quad 0,25$$

$$E = \frac{h c}{\lambda} \quad 0,5$$

$$E = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{0,36 \times 10^{-6}} = 5,51 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = 5,51 \times 10^{-19} \text{ J} \quad 0,25$$

$$E_0 = 2,39 \text{ eV} = 2,39 \times 1,6 \times 10^{-19} = 3,82 \times 10^{-19} \text{ J} \quad 0,25$$

$$E_c = 5,51 \times 10^{-19} - 3,82 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_c = 1,69 \times 10^{-19} \text{ J} \quad 0,25$$

Bon courage

$$E_c = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m_e}} \quad 0.5$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 1,69 \times 10^{-19}}{9,1 \times 10^{-31}}} = \sqrt{0,37 \times 10^{12}} = 6,08 \times 10^5 \text{ m/s}$$

$$v \approx 6,1 \times 10^5 \text{ m/s} \quad 0.25$$

II-

1. La transition électronique qui permet à l'électron de passer de l'état fondamental au 3^{ème} état excité ?

3^{ème} état excité correspond au niveau $n=4$ et l'état fondamental correspond au niveau $n=1$ pour un hydrogéoïde donc la transition correspondante est $n=1$ vers $m=4$ ($1 \rightarrow 4$) 0.25

2. Identification de cet hydrogéoïde ${}_Z X^{n+}$, en calculant le nombre de charges Z et la charge n .

$$\Delta E = E_f - E_i = E_4 - E_1 \quad 0.25$$

$$\text{tel que } E_n = -13,6 \left(\frac{Z^2}{n^2} \right) \quad 0.25$$

$$\text{AN: } \Delta E = -13,6 \times Z^2 \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) = -13,6 \times Z^2 \times \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{1} \right) = 115 \text{ eV.} \quad 0.25$$

$$Z^2 = 9 \Rightarrow Z = 3 \quad 0.25$$

La charge $n=Z-1=3-1=2$ donc c'est ${}_3\text{Li}^{2+}$ 0.25

3. Calculer le rayon de la 4^{ème} orbite de l'électron de cet ion.

$$r = a_0 \frac{n^2}{Z} \quad 0.25$$

$$r = 0,53 \times \frac{4^2}{3} = 2,82 \text{ \AA}$$

$$r = 2,82 \text{ \AA} \quad 0.25$$

4. L'énergie d'ionisation de cet hydrogéoïde.

L'ionisation de hydrogéoïde correspond à la transition $n_i = 1$ et $n_f = \infty$. 0.25

$$\Delta E = E_f - E_i = -13,6 \times Z^2 \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right) \quad 0.25$$

$$\Delta E = -13,6 \times 9 \times \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{1} \right) = 122,4 \text{ eV.}$$

$$\Delta E = 122,4 \text{ eV.} \quad 0.25$$

Exercice 3 (9 points)

1.2. Configurations électroniques et classement dans le tableau périodique

Elément	Configuration électronique	Période 0,5	Groupe 0,5	Colonne 0,5	Bloc 0,5
⁹ F	1s ² <u>2s²2p⁵</u> 0,25	2	VII _A	17	p
³⁷ Rb	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ <u>5s¹</u> 0,25	5	I _A	1	s
⁴⁷ Ag	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ <u>5s²4d⁹</u> 0,25 <u>5s¹4d¹⁰</u>	5	I _B	11	d
⁵³ I	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ <u>5s²4d¹⁰5p⁵</u> 0,25	5	VII _A	17	p
⁵⁵ Cs	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ <u>6s¹</u> 0,25	6	I _A	1	s

3. Classifier par ordre croissant les rayons atomiques, les énergies d'ionisation et les électronégativités

Même période : n = 5

$$R_I < R_{Ag} < R_{Rb} \quad 0,25$$

Même colonne :

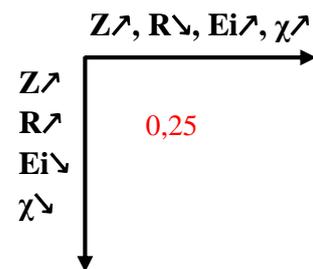
$$\text{Colonne 17 : } R_F < R_I \quad 0,25$$

$$\text{Colonne 1 : } R_{Rb} < R_{Cs}$$

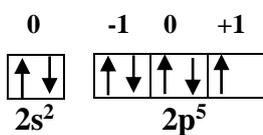
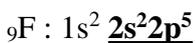
Donc : $R_F < R_I < R_{Ag} < R_{Rb} < R_{Cs} \quad 0,25$

Energie d'ionisation: $E_{iCs} < E_{iRb} < E_{iAg} < E_{iI} < E_{iF} \quad 0,25$

Electronégativité : $\chi_{Cs} < \chi_{Rb} < \chi_{Ag} < \chi_I < \chi_F \quad 0,25$



4. Valeurs des quatre nombres quantiques (n, l, m, s) de l'électron célibataire du fluor ⁹F



$$n = 2$$

$$l = 1 \quad 0,5$$

$$m = +1$$

$$s = +1/2$$

