

Examen de Rattrapage Chimie 1 (Ingénieur)

Exercice 1 : (6pts)

I- Le chlore naturel ($_{17}\text{Cl}$) de masse atomique de 35,453 uma, est un mélange de deux isotopes ^{35}Cl et ^{37}Cl . Les masses atomiques des deux isotopes sont 34,9688 uma pour ^{35}Cl et 36,9659 uma pour ^{37}Cl . Donner l'abondance naturelle de ces isotopes.

II- Pour séparer ces deux isotopes, on utilise un spectrographe de masse de type Bainbridge. Dans la chambre d'ionisation, on forme des ions Cl^{2+}

a) Faire le schéma annoté du dispositif de Bainbridge.

b) 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.

c) Quel doit être la vitesse des ions à la sortie du filtre de vitesses (dans l'analyseur), si l'on veut obtenir une séparation de leur point d'impact (d) de 1 cm après passage dans un champ magnétique d'intensité 0,15 Tesla ?

Données : $q=1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, $1 \text{ uma}=1,66.10^{-27} \text{ Kg}$

Exercice 2 : (5pts)

I- Calculer la longueur d'onde λ correspondant à la 2^{ème} raie de la série de Lyman du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène.

II- a) Rappeler la formule de l'énergie d'ionisation pour un hydrogénoïde.

b) Déterminer le numéro atomique d'un hydrogénoïde dont l'énergie d'ionisation vaut 54,4 eV.

III- la raie limite, du spectre d'émission d'un hydrogénoïde ${}_2\text{He}^+$, a pour longueur d'onde $\lambda=2050 \text{ \AA}$.

a) Donner la transition correspondante (n_1 et n_2) et nommer la série spectrale associée ?

b) Calculer l'énergie correspondante à cette transition.

Données : $R_H = 1,1 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$; $c = 3.10^8 \text{ m/s}$; $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$, $1 \text{ eV} = 1,6. 10^{-19} \text{ J}$.

Exercice 3 : (9pts)

I- a) Donner la configuration électronique des éléments suivants : ($_{15}\text{P}$, $_{17}\text{Cl}$, $_{32}\text{Ge}$, et $_{30}\text{Zn}$)

b) Situer les trois éléments dans le tableau périodique en indiquant la période, la colonne, le groupe et sous-groupe, le bloc et la famille.

c) Classer ces atomes selon l'ordre croissant du rayon atomique et de l'énergie d'ionisation.

d) Donner les nombres quantiques caractérisant les électrons de valence de $_{15}\text{P}$.

II- Déterminer la configuration électronique et le numéro atomique (Z) d'un élément A, situé dans la même période que le phosphore ($_{15}\text{P}$) et dans le même groupe que le germanium ($_{32}\text{Ge}$).

II- Calculer la charge nucléaire effective (Z^*) de l'un des électrons 4s et celle de l'un des électrons 3d du zinc ($Z=30$). Comparer la stabilité d'un électron de la sous-couche 3d avec celle d'un électron de la sous-couche 4s.

Données :

σ	1s	2s2p	3s3p	3d	4s4p
1s	0,31				
2s2p	0,85	0,35			
3s3p	1	0,85			
3d	1	1	1	0,35	
4s4p	1	1	0,85	0,85	0,35

Corrige de l'examen de Rattrapage Chimie 1 (Ingénieur)

Exercice 1 : (6pts)

I- L'abondance naturelle de ces isotopes.

$$\sum x_i = 100 \Rightarrow x_1 + x_2 = 100 \Rightarrow x_1 = 100 - x_2 \quad (0,25)$$

$$M_{\text{moy}} = \frac{M_1 x_1 + M_2 x_2}{100} \Rightarrow M_{\text{moy}} = \frac{M_1(100 - x_2) + M_2 x_2}{100} \quad (0,5)$$

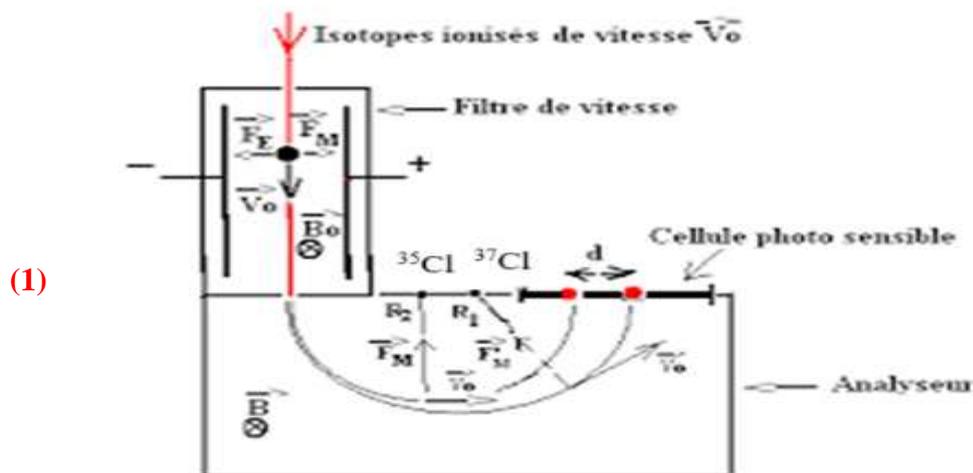
$$\Rightarrow 100 M_{\text{moy}} = 100 M_1 - M_1 x_2 + M_2 x_2$$

$$\Rightarrow 100 (M_{\text{moy}} - M_1) = x_2 (M_2 - M_1) \Rightarrow x_2 = \frac{100 (M_{\text{moy}} - M_1)}{(M_2 - M_1)} \quad (0,25)$$

$$\Rightarrow x_2 = \frac{100(35,453 - 34,9688)}{36,9659 - 34,9688} \Rightarrow x_2 = 24,24\% \quad (0,25)$$

$$\Rightarrow x_1 = 100 - 24,24 \Rightarrow x_1 = 75,76\% \quad (0,25)$$

II- a) Le schéma annoté du dispositif de Bainbridge.



a) L'expression du rayon R de la trajectoire circulaire décrite par chacun de ces ions.

Les deux forces qui règnent dans l'analyseur sont :

$$\text{Force centrifuge : } F_c = m\gamma = \frac{mv^2}{r} \quad (0,5)$$

$$\text{Force magnétique : } F_m = q.V.B_0 \quad (0,5)$$

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

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

c) La vitesse des ions à la sortie du filtre de vitesses (dans l'analyseur)?

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

$$\text{D'un autre côté, on a : } d = 2(R_2 - R_1) \quad (0,5)$$

$$\text{Avec : } \begin{cases} R_1 = \frac{m_1 v}{qB_0} \\ R_2 = \frac{m_2 v}{qB_0} \end{cases}$$

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

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

$$V = \frac{1 \times 10^{-2} \times 2 \times 1,6 \times 10^{-19} \times 0,15}{2 \times (36,9659 - 34,9659) \times 1,66 \times 10^{-27}} = 7,22 \times 10^4 \text{ m/s} \quad (0,5)$$

Exercice 2 : (5pts)

I- Calculer la longueur d'onde λ correspondant à la 2^{ème} raie de la série de Lyman du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène.

$$\frac{1}{\lambda_H} = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad (0,5)$$

Deuxième raie de la série de Lyman correspond à la transition $1 \rightarrow 3$ (0,5)

$$\frac{1}{\lambda_H} = 1,1 \times 10^7 \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda_H} = 97,77 \times 10^5 \text{ m}^{-1} \quad (0,25)$$

$$\lambda_H = 102,28 \times 10^{-9} \text{ m} = 102,28 \text{ nm} \quad (0,25)$$

II- a) La formule de l'énergie d'ionisation pour un hydrogénoïde :

La transition correspondante à l'ionisation est $1 \rightarrow \infty$ (0,25)

$$\Delta E = E_f - E_i = E_\infty - E_1 = -13,6 \times Z^2 \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) = -13,6 \times Z^2 \left(\frac{1}{\infty^2} - \frac{1}{1^2} \right) \quad (0,5)$$

b) Déterminer le numéro atomique d'un hydrogénoïde dont l'énergie d'ionisation vaut 54,4 eV.

$$\Delta E = E_\infty - E_1 = -13,6 \times Z^2 \left(\frac{1}{\infty^2} - \frac{1}{1^2} \right) = 54,4 \quad (0,25)$$

$$Z^2 = \frac{54,4}{13,6} = 4 \Rightarrow Z = 2 \quad (0,25)$$

III-

a) La transition correspondante (n_1 et n_2) et nommer la série spectrale associée ?

La raie limite du spectre d'émission de ${}^2\text{He}^+$, correspond à la transition : $\infty \rightarrow n_1$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \times Z^2 \times \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = 1.1 \times 10^7 \times 2^2 \times \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = \frac{1}{2050 \times 10^{-10}} \quad (0,25)$$

$$n_1^2 = 2050 \times 10^{-10} \times 1.1 \times 10^7 \times 2^2 = 9 \Rightarrow n_1=3 \quad (0,25)$$

La transition correspondante est : $\infty \rightarrow 3$ (0,25)

La série spectrale associée est la série de Paschen (0,5)

b) Calculer l'énergie correspondante à cette transition.

$$\Delta E = E_f - E_i = E_3 - E_\infty = R_H \times Z^2 \times \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) = -13,6 \times 2^2 \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = -6,044 \text{ eV} \quad (0,25)$$

$$\Delta E = -6,044 \text{ eV} \quad (0,25)$$

Exercice 3 : (9pts)

I- a et b) La configuration électronique des éléments suivants : (${}_{15}\text{P}$, ${}_{17}\text{Cl}$, ${}_{32}\text{Ge}$, et ${}_{30}\text{Zn}$) b) et leur position dans le tableau périodique :

Éléments	Configuration électronique (1)	Période (0.5)	Groupe s- groupe (0.5)	Colonne (0.5)	Bloc (0.5)	Famille (0.5)
${}_{15}\text{P}$	$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^3$ c.v	3	V _A	15	p	Azote
${}_{17}\text{Cl}$	$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^5$ c.v	3	VII _A	17	P	Halogène
${}_{32}\text{Ge}$	$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^2 3d^{10} 4p^2$ c.v	4	IV _A	14	p	Carbone
${}_{30}\text{Zn}$	$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^2 3d^{10}$ c.v	4	II _B	12	d	Métaux de transition

c) Classer ces atomes selon l'ordre croissant du rayon atomique et de l'énergie d'ionisation.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1																			
2																			
3									E ↓ R ↑								P	Cl	
4												Zn		Ge					
5																			
6																			
7																			

-Dans la même période Z augmente la force d'attraction augmente donc le rayon diminue et l'électronégativité augmente.

Même période : P et Cl, Ge et Zn (0.25)

$$R_P > R_{Cl} \quad R_{Zn} > R_{Ge}$$

$$E_{iP} < E_{iCl} \quad E_{iZn} < E_{iGe}$$

-Dans le même groupe Z augmente donc on s'éloigne du noyau et la force d'attraction diminue donc le rayon augmente et l'électronégativité diminue.

Même groupe : P et Ge (0.25)

$$R_{Ge} > R_P$$

$$E_{iGe} < E_{iP}$$

Le rayon R augmente dans le sens des flèches donc l'évolution du rayon est comme suit :

$$R_{Zn} > R_{Ge} > R_P > R_{Cl} \quad (0.25)$$

Alors l'énergie d'ionisation est selon l'ordre suivant : $E_{iZn} < E_{iGe} < E_{iP} < E_{iCl}$ (0.25)

d) Donner les nombres quantiques caractérisant les électrons de valence de ^{15}P .



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

II- Déterminer la configuration électronique et le numéro atomique (Z) d'un élément A, situé dans la même période que le phosphore ($_{15}\text{P}$) et dans le même groupe que le germanium ($_{32}\text{Ge}$).
Même période que P : période 3, (0.25)

Même groupe que le Ge : couche externe $n\text{P}^2$ donc la configuration de A se termine par 3P^2
(0.25)

$$\text{A} : 1s^2, 2s^2 2p^6, \underline{3s^2 3p^2} \quad (0.25) \quad Z = 14 \quad (0.25)$$

II- La charge nucléaire effective (Z^*) de l'un des électrons 4s et celle de l'un des électrons 3d du zinc ($Z=30$).

$$_{30}\text{Zn} : (1s^2 2s^2 2p^6) (3s^2 3p^6 3d^{10}) (4s^2)$$

$$Z^* = Z - \sigma \quad (0.25)$$

$$Z^*_{4s} = 30 - [(0,35 \times 1) + (0,85 \times 18) + (1 \times 10)] \Rightarrow Z^*_{4s} = 30 - 25,65 = 4,35 \quad (0.5)$$

$$Z^*_{3d} = 30 - [(0,35 \times 9) + (1 \times 18)] \Rightarrow Z^*_{3d} = 30 - 21,15 = 8,85 \quad (0.5)$$

-La stabilité d'un électron de la sous-couche 3d avec celle d'un électron de la sous-couche 4s.

$$E = -13,6 \times \frac{Z^{*2}}{n^{*2}} \quad (0.5)$$

$$\text{on a } (Z^*_{4s} < Z^*_{3d}) \text{ et } (n^*_{4s} > n^*_{3d}), \text{ donc } |E_{3d}| > |E_{4s}| \quad (0.25)$$

Cela signifie que l'électron 3d est plus fortement attiré par le noyau et est donc plus stable dans le sens où il est plus difficile à éliminer. (0.25)