

Examen de Chimie 1

Durée : 2h

Exercice 1 (07 points)

Soient les éléments chimiques suivants pris dans leur état fondamental: $_{29}\text{Cu}$, $_{35}\text{Br}$, $_{42}\text{Mo}$, $_{47}\text{Ag}$.

- 1- Donner la configuration électronique et la position de chaque élément dans le tableau périodique (période, groupe et sous-groupe) ;
- 2- Lesquels de ces éléments sont des éléments de transition. Justifier votre réponse ;
- 3- Attribuer pour chacun d'eux l'énergie d'ionisation correspondante parmi les valeurs suivantes (en eV) : 7,09 ; 7,58 ; 7,73 et 11,81. Justifier votre réponse.

Exercice 2 (07 points)

Soit le spectre d'émission d'un hydrogénoïde $_{4}\text{Be}^{3+}$:

- 1- Pourquoi qualifie-t-on cet ion d'hydrogénoïde ;
- 2- Donner la relation entre la longueur d'onde du spectre d'un hydrogénoïde et les niveaux d'énergies n et m de la transition électronique, tel que $n < m$;
- 3- La raie de plus petite longueur d'onde de son spectre, correspondant à $m = \infty$, se situe à $57,3 \text{ \AA}$:
 - a- A quelle transition électronique correspond cette raie ;
 - b- A quelle série appartient cette raie et en déduire son domaine dans le spectre électromagnétique ;
 - c- Calculer l'énergie correspondante en Joules et en eV (en valeur absolue).
- 4- Calculer la longueur d'onde relative à la même transition dans l'atome d'hydrogène. En déduire son énergie et la comparer à celle de l'hydrogénoïde $_{4}\text{Be}^{3+}$.

Données : $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$; $R_H = 1,097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$; $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$; $1\text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$

Exercice 3 (03 points)

Il existe plusieurs isotopes du plomb, en particulier ^{210}Pb et ^{214}Pb tous deux radioactifs β^- .

- 1- Indiquer la composition de ces deux noyaux (nombres de protons et neutrons) et écrire les deux équations de désintégrations radioactives ;
- 2- La période de désintégration (ou demi-vie) de ^{214}Pb est $T = 27 \text{ min}$:
 - a- En déduire la valeur de la constante radioactive λ en s^{-1} ;
 - b- Calculer l'activité d'un échantillon contenant 10^{-9} g de ^{214}Pb .

Données : Z (Thallium : Tl) = 81 ; Z (Plomb : Pb) = 82 ; Z (Bismuth : Bi) = 83 ; $N = 6,023 \times 10^{23}$

Exercice 4 (03 points)

La masse atomique de l'oxygène naturel est de 15,9994 uma. L'oxygène naturel se compose de 3 isotopes $^{16}_8\text{O} = 15,9949 \text{ uma}$, $^{17}_8\text{O} = 16,9991 \text{ uma}$ et $^{18}_8\text{O} = 17,9992 \text{ uma}$.

- 1- Donner la définition du terme isotope ;
- 2- Sachant que l'abondance relative de l'isotope $^{17}_8\text{O}$ est de 0,037 %. Quelles sont les abondances relatives des deux autres isotopes ;
- 3- Calculer pour chaque isotope, l'énergie de cohésion par nucléon en MeV/nucléon (en valeur absolue). Déduire l'isotope le plus stable en justifiant votre réponse.

Données : $m_p = 1,00727 \text{ uma}$; $m_n = 1,00866 \text{ uma}$; l'énergie d'une uma = 933 MeV

Corrigé de l'examen de Chimie 1

Exercice 1 (07 points)

1- Configuration électronique et position de chaque élément dans le tableau périodique :

Elément	Configuration électronique	Groupe et sous-groupe	Période
$_{29}\text{Cu}$	$[\text{18Ar}] 4s^1 3d^{10}$ (0,25 pts)	I_B (0,25 pts)	4 (0,25 pts)
$_{35}\text{Br}$	$[\text{18Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^5$ (0,25 pts)	VII_A (0,25 pts)	4 (0,25 pts)
$_{42}\text{Mo}$	$[\text{36Kr}] 5s^1 4d^5$ (0,25 pts)	VI_B (0,25 pts)	5 (0,25 pts)
$_{47}\text{Ag}$	$[\text{36Kr}] 5s^1 4d^{10}$ (0,25 pts)	I_B (0,25 pts)	5 (0,25 pts)

2- Les éléments de transition sont Cu, Mo et Ag (0,75 pts). Les éléments (ou métaux) de transition ont une configuration de la couche externe : $ns^2 (n-1)d^{1-10}$ (0,5 pts) (ou éléments appartenant au bloc d ou encore, les éléments appartenant au sous-groupe B).

3- Energie d'ionisation de chaque élément :

La position des éléments dans le tableau périodique est comme suit :

	VI_B	I_B	VII_A
$n = 4$		Cu	Br
$n = 5$	Mo	Ag	

- Le long d'une période (de gauche à droite) du tableau périodique, $E_i \nearrow$, $Z \nearrow$, $r_a \searrow$ et $F_a \nearrow$ (0,5 pts)

$$\Rightarrow \text{Pour } n = 4 \quad E_i(\text{Cu}) < E_i(\text{Br}) \quad (0,25 \text{ pts})$$

$$\text{Pour } n = 5 \quad E_i(\text{Mo}) < E_i(\text{Ag}) \quad (0,25 \text{ pts})$$

- Le long d'un groupe (de haut en bas) du tableau périodique, $E_i \searrow$, $r_a \nearrow$ et $F_a \searrow$ (0,5 pts)

$$\Rightarrow E_i(\text{Ag}) < E_i(\text{Cu}) \quad (0,25 \text{ pts})$$

Donc : $E_i(\text{Mo}) < E_i(\text{Ag}) < E_i(\text{Cu}) < E_i(\text{Br})$ (0,5 pts)

$$(\text{eV}) \quad 7,09 \quad 7,58 \quad 7,73 \quad 11,81 \quad (0,5 \text{ pts})$$

Exercice 2 (07 points)

1- $^9_4\text{Be}^{3+}$ est qualifié d'hydrogénoïde car c'est un ion qui ne possède qu'un seul électron. Il a une structure électronique semblable à celle de l'atome d'hydrogène. (0,5 pts)

2- La relation entre la longueur d'onde du spectre d'un hydrogénoïde et les niveaux d'énergies n et m :

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = Z^2 \cdot R_H \left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right] \quad (0,5 \text{ pts})$$

3-a- Transition électronique $n = ?$ et $m = \infty$ telle que $\lambda = 57,3 \text{ \AA}$:

$$m = \infty, \quad \frac{1}{m^2} = 0, \quad \Rightarrow \quad \bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \left[\frac{Z^2 \cdot R_H}{n^2} \right] \quad (0,5 \text{ pts})$$

$$n = \sqrt{Z^2 \cdot R_H \cdot \lambda} \quad (0,5 \text{ pts}) \quad \text{AN: } n = 1 \quad (0,5 \text{ pts})$$

b- Transition électronique de $m = \infty$ à $n = 1 \Rightarrow$ série de Lyman (0,5 pts), domaine : Ultraviolet (0,5 pts)

c- Calcul de l'énergie correspondante en Joules et en eV :

$$\Delta E = hv = h.c/\lambda \quad (0,5 \text{ pts}) \quad \text{AN: } \Delta E = 3,47 \times 10^{-17} \text{ J} \quad (0,5 \text{ pts}); \quad \Delta E = 216,87 \text{ eV} \quad (0,5 \text{ pts})$$

4- Calcul de la longueur d'onde relative à la même transition dans l'atome d'hydrogène.

$$Z = 1, n = 1 \text{ et } m = \infty \Rightarrow \lambda = 1/R_H \quad (0,5 \text{ pts}) \quad \text{AN: } \lambda = 911 \text{ \AA} \quad (0,5 \text{ pts})$$

$$\Delta E = hv = h.c/\lambda \quad \text{AN: } \Delta E = 2,18 \times 10^{-18} \text{ J} = 13,62 \text{ eV} \quad (0,5 \text{ pts})$$

- Comparaison de l'énergie de l'atome H à celle de l'ion ${}^9_4\text{Be}^{3+}$:

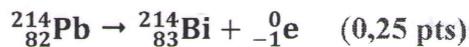
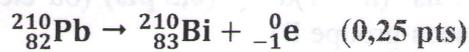
$$\frac{\Delta E (\text{Be}^{3+})}{\Delta E (\text{H})} = 4^2 = Z^2 \Rightarrow \Delta E (\text{Be}^{3+}) = Z^2 \times \Delta E (\text{H}) \quad (0,5 \text{ pts})$$

Exercice 3 (03 points)

1- Composition des noyaux ${}^{210}\text{Pb}$ et ${}^{214}\text{Pb}$ (nombres de protons et neutrons) :

Noyau	Z	N = A - Z
${}^{210}\text{Pb}$	82 (0,25 pts)	128 (0,25 pts)
${}^{214}\text{Pb}$	82 (0,25 pts)	132 (0,25 pts)

Equations de désintégrations radioactives :



2-a- Calcul de la constante radioactive λ en s^{-1} :

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} \quad (0,25 \text{ pts}) \quad \text{AN: } \lambda = 4,3 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1} \quad (0,25 \text{ pts})$$

2-b- Calcul de l'activité d'un échantillon contenant 10^{-9} g de plomb.

$$A = \lambda \cdot N \quad (0,25 \text{ pts}); \quad A = \lambda \cdot \frac{m}{M} N \quad (0,25 \text{ pts}) \quad \text{AN: } A = 1,2 \times 10^9 \text{ dps} \quad (0,5 \text{ pts})$$

Exercice 4 (03 points)

1- **Définition** : un isotope est un atome ou nucléide d'un même élément chimique. Il a le même nombre de protons Z et un nombre de masse A différent. (0,5 pts)

2- Calcul de l'abondance de ${}^{16}_8\text{O}$ et ${}^{18}_8\text{O}$:

Isotope ${}^{16}_8\text{O}$: 99,757 % (0,5 pts) et isotope ${}^{18}_8\text{O}$: 0,206 % (0,5 pts)

$$\text{Avec } M = \frac{\sum M_i x_i}{100} = \frac{M_1 x_1 + M_2 x_2 + M_3 x_3}{100} \text{ et } \sum x_i = 100 \% \rightarrow x_1 + x_2 + x_3 = 100 \%$$

3- Calcul de l'énergie de cohésion par nucléon :

isotope	$m_{\text{réelle}} \text{ (uma)}$	$m_{\text{théo}} \text{ (uma)}$	$ \Delta m \text{ (uma)}$	$\Delta E \text{ (MeV)}$	$\Delta E/\text{nucléon} \text{ (MeV/nucléon)}$
${}^{16}_8\text{O}$	15,9949	$8 \times (1,00727 + 1,00866) = 16,12744$	0,13254	123,65982	7,7287 (0,25 pts)
${}^{17}_8\text{O}$	16,9991	$8 \times 1,00727 + 9 \times 1,00866 = 17,1361$	0,137	127,821	7,5188 (0,25 pts)
${}^{18}_8\text{O}$	17,9992	$8 \times 1,00727 + 10 \times 1,00866 = 18,14476$	0,14556	135,80748	7,5448 (0,25 pts)

$$\text{Avec } |\Delta m| = |m_{\text{réelle}} - m_{\text{théo}}|; \quad m_{\text{théo}} = m_{\text{nucléons}} = Z \times m_p + N \times m_n, \quad \Delta E = |\Delta m| \times 933 \text{ MeV}$$

et $\Delta E/\text{nucléon} = \Delta E/A$ (0,25 pts)

L'isotope le plus stable est l' ${}^{16}_8\text{O}$ (0,25 pts) car la valeur de son énergie de cohésion par nucléon ($\Delta E/\text{nucléon}$) est la plus élevée. (0,25 pts)