

Examen de Chimie 1

Exercice 1 (8 pts)

I- Le noyau de polonium $^{210}_{84}\text{Po}$ est radioactif, il émet une particule alpha et un noyau $^{206}_{82}\text{Pb}$.

1. Écrire la réaction de désintégration du polonium et préciser le type et la nature de la réaction.
2. Calculer l'énergie de cohésion du noyau de polonium en MeV/nucléon. Comparer la stabilité du noyau de polonium à celle du plomb sachant que $\left(\frac{E_{lpb}}{A}\right) = 7,868$ MeV/nucléon.
3. Le polonium 210 est très toxique. La dose maximale que peut supporter un corps humain correspond à une activité de 740 dps. Calculer la masse correspondante sachant que sa période est de 138 jours.

Données : $m(\text{Po}) = 209,9368$ uma ; $m_p = 1,00728$ uma, $m_N = 1,00866$ uma ; $C = 3 \cdot 10^8$ m/s ; $1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}$ J ; $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$.

II- On sépare deux ions $^{20}_{10}\text{Ne}^+$ et $^{21}_{10}\text{Ne}^+$ au moyen d'un spectrographe de masse de Bainbridge.

1. Calculer la distance (d) entre les deux points d'impact sur la plaque photographique sachant que la vitesse de ces ions à la sortie du filtre de vitesse est de $2,9 \cdot 10^5$ m/s et que l'induction magnétique dans l'analyseur vaut $B = 0,2$ Tesla.
2. Calculer la masse atomique moyenne du néon naturel, sachant que les isotopes stables du néon sont le $^{20}_{10}\text{Ne}$, $^{21}_{10}\text{Ne}$ et $^{22}_{10}\text{Ne}$ de masses atomiques respectivement : 19,9924 uma, 20,9939 uma et 21,9914 uma et leurs abondances naturelles relatives sont respectivement : 90,48 %, 0,27 % et 9,25 %. Déduire la masse molaire du néon naturel. $E = 1,6 \cdot 10^{-9}$ C

Exercice 2 (5pts)

I- On éclaire un métal avec deux radiations de fréquences : $\nu_1 < \nu_0$ et $\nu_2 > \nu_0$. (ν_0 : Fréquence de seuil du métal). Laquelle provoque l'éjection d'électrons (effet photoélectrique)? Justifier par une loi.

II- On s'intéresse à l'ion hydrogénoïde du bore (${}_5\text{B}$).

1. Quel est l'ion hydrogénoïde du ${}_5\text{B}$?
2. Quelle est la longueur d'onde de la 2^{ème} raie de la série de Lyman de cet hydrogénoïde ?
3. Calculer l'énergie émise par cette transition en eV.
4. Quelle est la valeur de l'énergie d'ionisation de cet ion en eV ?

Données : $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s ; $R_H = 1,097 \cdot 10^7$ m⁻¹.

Exercice 3 (7pts)

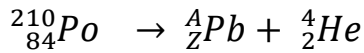
Soient les éléments suivants : Sr (Z=38), Ni (Z=28) et Kr (Z=36)

1. Donner la configuration électronique des atomes à l'état fondamental (écriture développée ou abrégée). Présenter leurs couches de valence sous forme de case quantique.
2. Donner sous forme d'un tableau, la période, le groupe et sous-groupe, le bloc, la colonne et la famille chimique de chaque élément.
3. Donner la configuration électronique d'un élément X sachant qu'il appartient à la même colonne que le Strontium (Sr) et à la même période que le Nickel (Ni). Déduire son numéro atomique.
4. Classer les éléments Sr, Ni, Kr et X par ordre croissant de rayon atomique. Justifier.
5. Quel est l'élément qui possède l'énergie d'ionisation la plus élevée ? Justifier.
6. Donner les nombres quantiques qui caractérisent les électrons célibataires du Ni.

Correction et barème de l'examen de chimie 1 (2025/2026)

Exercice 1 (8 pts)

1. Réaction de désintégration du polonium :



Loi de Soddy et Fajans : $210 = A + 4 \Rightarrow A = 206$

$$84 = Z + 2 \Rightarrow Z = 82$$

La réaction de désintégration est : ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + {}_2^4\text{He}$ **0.5**

Il s'agit d'une réaction naturelle **0.25** de type émission alpha **0.25**

2. Energie de cohésion du polonium :

$$\Delta E = \Delta m \cdot C^2 \quad \mathbf{0.25}$$

$$\Delta m = m_{\text{nucléons}} - m_{\text{noyau}} = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n) - m_{\text{Po}}$$

$$\Delta m = (84 \cdot m_p + 126 \cdot m_n) - m_{\text{Po}} \quad \mathbf{0.25}$$

$$= (84 \cdot 1,00728 + 126 \cdot 1,00866) - 209,9368$$

$$= 84,611 + 127,091 - 209,9368 = 1,765 \text{ uma}$$

$$\Delta m = 1,7652 \text{ u.m.a} \quad \mathbf{0.25}$$

$$\Delta E = \frac{1,7652 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} (3 \cdot 10^8)^2}{1,6 \cdot 10^{-13}} = 1,7652 \cdot 931,5 = 1648,25 \text{ MeV} \quad \mathbf{0.5}$$

$$\frac{\Delta E}{A} = \frac{1648,25}{210} = 7,848 \text{ MeV/nucléon} \quad \mathbf{0.25}$$

Comparaison : $\frac{\Delta E(\text{Pb})}{A} > \frac{\Delta E(\text{Po})}{A}$: Le noyau de plomb est plus stable que celui du polonium **0.5**

3. Calcul de la masse correspondante en mg.

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \quad \mathbf{0.25} ; \lambda = \frac{0.69}{138 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 5,78 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1} \quad \mathbf{0.5}$$

$$A_t = \lambda N_t \quad \mathbf{0.25} \Rightarrow N_t = \frac{A_t}{\lambda} = \frac{740}{5,78 \cdot 10^{-8}} = 128 \cdot 10^8 \text{ noyaux} \quad \mathbf{0.5}$$

$$N_t = N_A \frac{m_t}{M} \Rightarrow m_t = \frac{N_t}{N_A} M \quad \mathbf{0.25}$$

$$m_t = \frac{128 \cdot 10^8}{6,022 \cdot 10^{23}} 209,93 = 4462,14 \cdot 10^{-15} \text{ g} = 4,462 \cdot 10^{-15} \text{ mg} \quad \mathbf{0.25}$$

1. Calcul de la distance (d) entre les deux points d'impact sur la plaque photographique

$$q \cdot v \cdot B = M_1 \frac{v^2}{R_1} \Rightarrow R_1 = M_1 \frac{v}{q B} \quad \mathbf{0.5}$$

$$q \cdot v \cdot B = M_2 \frac{v^2}{R_2} \Rightarrow R_2 = M_2 \frac{v}{q B}$$

$$d = 2(R_2 - R_1) \quad \mathbf{0.5}$$

$$R_1 = M_1 \frac{v}{q B} = 20 \frac{2,9 \cdot 10^5 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,2} = 0,3 \text{ m} \quad \mathbf{0.5}$$

$$R_2 = M_2 \frac{v}{q B} = 21 \frac{2,9 \cdot 10^5 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,2} = 0,316 \text{ m} \quad \mathbf{0.5}$$

$$d = 2 (0,316 - 0,3) = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 3,2 \text{ cm} \quad \mathbf{0.25}$$

Remarque : pour les masses M_1 et M_2 ; on peut prendre les valeurs de A (nombres de masse) mais également les masses atomiques en uma.

2. Calculer la masse atomique moyenne du néon naturel,

$$M_{\text{moyenne}} = \frac{\sum M_i x_i}{100} = \frac{M_1 x_1 + M_2 x_2 + M_3 x_3}{100} \quad \mathbf{0.25}$$

$$M_{\text{moyenne}} = \frac{19,9924 \cdot 90,48 + 20,9939 \cdot 0,27 + 21,9914 \cdot 9,25}{100} = 20,17 \text{ uma} \quad \mathbf{0.25}$$

La masse molaire du néon naturel en g/mol est numériquement égale à sa masse atomique en uma donc $M({}_{10}\text{Ne}) = 20,17 \text{ g/mol}$ $\mathbf{0.25}$

Exercice 3 $\mathbf{5 \text{ pts}}$

I- On éclaire un métal avec deux radiations de fréquences : $\nu_1 < \nu_0$ et $\nu_2 > \nu_0$.

Ejection d'électrons $\Rightarrow E > E_0$ $\mathbf{0.5}$

Avec $E = h \nu$ on obtient : $h \nu > h \nu_0$ donc $\nu > \nu_0$ $\mathbf{0.5}$

Seule la radiation de fréquence $\nu_2 > \nu_0$ provoque un effet photoélectrique $\mathbf{0.25}$

II-1. L'ion hydrogénoïde est B^{4+} $\mathbf{0.5}$

2. La longueur d'onde de la 2^{ème} raie de la série de Lyman de l'hydrogénoïde :

$$\frac{1}{\lambda} = R_H Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad \mathbf{0.5}$$

Série de Lyman : $n_1 = 1$ $\mathbf{0.25}$; 2^{ème} raie : $n_2 = n_1 + 2 = 3$ $\mathbf{0.25}$

$$\frac{1}{\lambda} = 1,097 \cdot 10^7 \cdot 5^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 24,37 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda_{1 \rightarrow 3}(B^{4+}) = \frac{1}{24,37 \cdot 10^7} = 4,1 \cdot 10^{-9} \text{ m} \quad \mathbf{0.5}$$

3. Energie émise par la radiation :

$$\Delta E = \frac{h.c}{\lambda} \quad \mathbf{0.5}$$

$$|\Delta E| = \frac{6,62.10^{-34} .3 .10^8}{4,1 .10^{-9}} = 4,84 . 10^{-17} J$$

$$|\Delta E| = \frac{4,84.10^{-17}}{1,6 .10^{-19}} = 302,5 \text{ eV} \quad \mathbf{0.5}$$

$$\text{ou : } \Delta E_{3 \rightarrow 1} = \left(\frac{-13,6}{1^2} - \frac{-13,6}{3^2} \right) Z^2 = - 302,2 \text{ eV}$$

4. Energie d'ionisation de l'ion hydrogénoïde en eV

$$\Delta E_{1 \rightarrow \infty} = E_{\infty} - E_1 = \left(\frac{-13,6}{\infty^2} - \frac{-13,6}{1^2} \right) Z^2 = 13,6 . Z^2 \quad \mathbf{0.5}$$

$$\Delta E_{1 \rightarrow \infty} = 13,6 . 5^2 = 340 \text{ eV} \quad \mathbf{0.25}$$

Exercice 4 **7pts**

Soient les éléments suivants : Sr (Z=38), Ni (Z=28) et Kr (Z=36)

1. Configuration électronique des atomes à l'état fondamental et couches de valence sous forme de case quantique.

Elément	Configuration développée	Abrégée et Cases quantiques
³⁸ Sr 0.25	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ /5s ²	[₃₆ Kr] 5s ² ↑↓ 0.25
²⁸ Ni 0.25	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ /4s ² 3d ⁸	[₁₈ Ar] 4s ² 3d ⁸ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑ 0.25
³⁶ Kr 0.25	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶	[₁₈ Ar] 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ 0.25

2. Période, le groupe et sous-groupe, le bloc, la colonne et la famille chimique de chaque élément :

Elément	période	Groupe/sous groupe	Bloc	colonne	Famille chimique
³⁸ Sr 0.75	5	II _A	s	2	Métal alcalino-terreux
²⁸ Ni 0.75	4	VIII _B (3 ^{ème} colonne de la triade)	d	10	Métaux de transition
³⁶ Kr 0.75	4	VIII _A	p	18	Gaz rare

3. Configuration électronique de l'élément X

X : colonne du Sr des métaux alcalino-terreux de couche de valence ns^2

X : période du Nickel qui est de 4

Configuration électronique de X : $[_{18}\text{Ar}] 4s^2$ **0.5**;

son numéro atomique est $Z=20$ **0.25**

4. classement des éléments par ordre croissant du rayon atomique

$_{20}\text{X}$ et $_{38}\text{Sr}$ appartiennent à la même famille chimique :

Le long d'une colonne Z augmente de haut en bas et n augmente les électrons sont de plus en plus éloignés du noyau, le rayon augmente **0.25**

$R(_{38}\text{Sr}) > R(_{20}\text{X})$

$_{20}\text{X}$, $_{28}\text{Ni}$ et $_{36}\text{Kr}$ se trouvent sur une même période :

De gauche à droite dans une période , Z augmente mais n est constant, la force d'attraction du noyau est augmentée ce qui réduit le rayon atomique **0.25**

$R(_{36}\text{Kr}) < R(_{28}\text{Ni}) < R(_{20}\text{X})$

On obtient : $R(_{36}\text{Kr}) < R(_{28}\text{Ni}) < R(_{20}\text{X}) < R(_{38}\text{Sr})$ **0.5**

5. L'élément qui possède l'énergie d'ionisation la plus élevée :

L'énergie d'ionisation évolue en sens inverse au rayon atomique :

$Ei(_{36}\text{Kr}) > Ei(_{28}\text{Ni}) > Ei(_{20}\text{X}) > Ei(_{38}\text{Sr})$ **0.25**

C'est le Krypton qui a l'énergie d'ionisation la plus élevée **0.25**

6. Les nombres quantiques qui caractérisent les électrons célibataires du Ni.

1^{er} électron : $n=3$; $l=2$; $m=1$; $s=+1/2$ **0.5**

2^{ème} électron : $n=3$; $l=2$; $m=2$; $s=+1/2$ **0.5**