

Examen de remplacement de Chimie 1

Exercice 1 (7 points):

I- L'uranium (U) possède deux isotopes : ^{235}U et ^{238}U . La masse atomique moyenne de l'uranium est 237,954 uma. Calculer l'abondance relative de chaque isotope.

II- Dans un spectromètre de Bainbridge, les deux isotopes de l'uranium ^{235}U et ^{238}U , de même charge ($q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C.}$), sont accélérés par une tension $U_0 = 500 \text{ V}$, puis passent dans un champ magnétique uniforme $B = 0.2 \text{ T}$ perpendiculaire à leur vitesse.

- 1) Donner l'expression de la vitesse (v) en fonction de m , q , U_0 .
- 2) Calculer les vitesses v_1 et v_2 pour les deux isotopes.
- 3) Donner l'expression du rayon de courbure R de la trajectoire d'un ion.
- 4) Calculer les rayons R_1 et R_2 pour les deux isotopes.
- 5) Expliquer pourquoi les rayons R_1 et R_2 des deux isotopes sont différents.

III- On donne les temps de demi-vie de l'isotope ^{235}U : $T_{1/2} = 7,08 \times 10^8 \text{ ans}$.

- 1) Calculer la constante radioactive λ .
- 2) Quelle est l'activité d'un échantillon de 1 g d'uranium 235 ?
- 3) Combien de noyaux de ^{235}U se désintègrent par seconde dans 1 g ?

Exercice 2 (7 points):

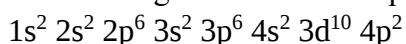
Dans le cadre du modèle de Bohr, on considère l'ion hydrogénoïde He^+ ($Z=2$).

- 1) En utilisant la formule de Bohr, calculer les énergies (en eV) des niveaux $n = 1, 2, 3$ et ∞ . Représenter ces niveaux sur un diagramme énergétique.
- 2) Quelle est la quantité d'énergie (en eV) que doit absorber l'ion He^+ pour passer de l'état fondamental au deuxième état excité ?
- 3) En utilisant la formule de Rydberg, calculer la longueur d'onde λ de la radiation photonique correspondante (en nm). À quel domaine spectral appartient-elle?
- 4) Quelle est la longueur d'onde de la raie limite de la série de Balmer? À quel domaine spectral appartient-elle?

Données : $R_H \approx 1,097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$.

Exercice 3 (6 points):

Un élément X possède la configuration électronique suivante dans l'état fondamental :



- 1) Quel est le numéro atomique de l'élément ?
- 2) Peut-on attribuer une valeur au nombre de masse ? Expliquer.
- 3) Quel est le nombre d'électrons dans la couche de valence ?
- 4) Quels sont les valeurs des quatre nombres quantiques pour les électrons situés dans l'orbitale d'énergie la plus élevée ?
- 5) Situer l'élément X dans le tableau de classification périodique (période, groupe, bloc et colonne).
- 6) Etablir les configurations électroniques des atomes suivants : ${}_6\text{C}$, ${}_{24}\text{Cr}$, ${}_{35}\text{Br}$ et en déduire lequel appartient au même groupe et à la même période que X.
- 7) Classer les éléments X, Br et Cr par ordre croissant de rayon atomique et d'électronégativité.

Corrigé de l'examen de remplacement de Chimie 1

Exercice 1 (7 points):

I- Soit x_1 l'abondance de ^{235}U , alors l'abondance de ^{238}U est $x_2 = 100 - x_1$. **(0,5 pt)**

$$M_{\text{moy}} = \sum m_i \times x_i / 100 \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

$$235x_1 + 238(1 - x_1) = 23795,4$$

$$x_1 = 1,53 \%$$

Donc, ^{235}U : $x_1 = 1,53\%$ **(0,5 pt)**

Et ^{238}U : $x_2 = 98,47\%$. **(0,5 pt)**

II-

1) $E_c = \frac{1}{2}mv^2 = qU_0$, d'où $v = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$. **(0,5 pt)**

2) Calcul de v_1 et v_2 :

$$m_1 = 235 \text{ uma} = 235 \times 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg} \text{ et } m_2 = 238 \text{ uma} = 238 \times 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2qU_0}{m_1}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 500}{235 \times 1.66 \times 10^{-27}}} = \sqrt{\frac{1.6 \times 10^{-16}}{3.901 \times 10^{-25}}} = \sqrt{4.102 \times 10^8} = 2.025 \times 10^4 \text{ m/s} \quad \textbf{(0,25 pt)}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2qU_0}{m_2}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 500}{238 \times 1.66 \times 10^{-27}}} = \sqrt{\frac{1.6 \times 10^{-16}}{3.949 \times 10^{-25}}} = \sqrt{4.052 \times 10^8} = 2.013 \times 10^4 \text{ m/s} \quad \textbf{(0,25 pt)}$$

Les vitesses sont donc :

$$v_1 = 20\,250 \text{ m/s} \text{ et } v_2 = 20\,130 \text{ m/s}$$

Ces vitesses sont légèrement différentes en raison de la différence de masse entre les deux isotopes.

3) Dans le champ magnétique, la force de Lorentz qvB équilibre la force centripète $\frac{mv^2}{R}$,

$$qvB = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB} \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

4) Pour deux isotopes, les rayons sont différents :

$$R_1 = \frac{m_1 v_1}{qB} \text{ et } R_2 = \frac{m_2 v_2}{qB}$$

$$R_1 = \frac{235 \times 1.66 \times 10^{-27} \times 20\,250}{1.6 \times 10^{-19} \times 0.2} = \frac{7.90 \times 10^{-22}}{3.2 \times 10^{-20}} = 0.247 \text{ m} \quad \textbf{(0,25 pt)}$$

$$R_2 = \frac{238 \times 1.66 \times 10^{-27} \times 20\,130}{1.6 \times 10^{-19} \times 0.2} = \frac{7.97 \times 10^{-22}}{3.2 \times 10^{-20}} = 0.249 \text{ m} \quad \textbf{(0,25 pt)}$$

Les rayons de courbure sont donc :

$$R_1 = 24.7 \text{ cm} \text{ et } R_2 = 24.9 \text{ cm}$$

5) Les rayons R_1 et R_2 des deux isotopes sont différents parce qu'ils ont des masses différentes, ce qu'il fait qu'ils arrivent à des positions distinctes sur le détecteur. **(0,25 pt)**

III-

1) $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ **(0,5 pt)**

$$\text{Pour } ^{235}\text{U} : \lambda_{235} = \frac{0,693}{7,04 \times 10^8 \times 365,25 \times 24 \times 3600} \approx 3,12 \times 10^{-17} \text{ s}^{-1} \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

$$\text{Pour } ^{238}\text{U} : \lambda_{238} = \frac{0,693}{4,468 \times 10^9 \times 365,25 \times 24 \times 3600} \approx 4,92 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1} \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

2) Activité $A = \lambda N$, avec $N = \frac{m}{M} N_A$ **(0,5 pt)**

Pour 1 g de ^{235}U : $N = \frac{1}{235} \times 6,022 \times 10^{23} \approx 2,56 \times 10^{21}$ noyaux **(0,25 pt)**

$A = 3,12 \times 10^{-17} \times 2,56 \times 10^{21} \approx 7,99 \times 10^4$ Bq **(0,25 pt)**

3) Nombre de désintégrations par seconde = activité = $7,99 \times 10^4$ noyaux/s. **(0,25 pt)**

Exercice 2 (7 points):

1) Calcul des énergies des niveaux

L'énergie du niveau n d'un hydrogénoïde est donnée par la formule de Bohr :

$$E_n = -\frac{13,6 \cdot Z^2}{n^2} \text{ eV} \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

Calculer les énergies (en eV) des niveaux n=1, 2, 3 et ∞ pour Z=2 (He^+).

• $E_1 = -\frac{13,6 \cdot 2^2}{1^2} = -54,4$ eV **(0,5 pt)**

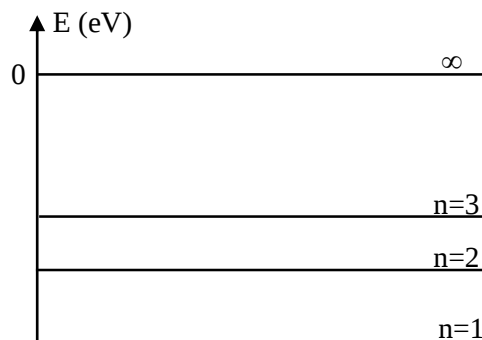
• $E_2 = -\frac{13,6 \cdot 2^2}{2^2} = -13,6$ eV **(0,5 pt)**

• $E_3 = -\frac{13,6 \cdot 2^2}{3^2} = -6,04$ eV **(0,5 pt)**

• $E_{\infty} = -\frac{13,6 \cdot 2^2}{\infty^2} = -0$ eV **(0,5 pt)**

Représenter ces niveaux sur un diagramme énergétique:

(0,5 pt)



2) Énergie d'excitation $n=1 \rightarrow n=3$ **(0,5 pt)**

$$\Delta E = E_3 - E_1 \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

$$\Delta E = (-6,04) - (-54,4) = 48,36 \text{ eV} \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

L'atome doit absorber 48,36 eV.

3) Longueur d'onde de la radiation

En utilisant la formule de Rydberg généralisée pour un hydrogénoïde :

$$\frac{1}{\lambda} = R_H Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

Pour la transition $n=1 \rightarrow n=3$ (Z=2) :

$$\frac{1}{\lambda} = 1,097 \times 10^7 \times 2^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 1,097 \times 10^7 \times 4 \times \left(1 - \frac{1}{9} \right) = 1,097 \times 10^7 \times 4 \times \frac{8}{9}$$

$$\frac{1}{\lambda} \approx 3,90 \times 10^7 \text{ m}^{-1} \Rightarrow \lambda = 25,6 \text{ nm} \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

La radiation est dans le domaine ultraviolet. **(0,25 pt)**

4) Raie limite de la série de Balmer

La raie limite correspond à la transition $n = 2 \rightarrow n = \infty$: **(0,5 pt)**

$$\frac{1}{\lambda_{\text{lim}}} = R_H Z^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = R_H Z^2 \cdot \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\text{lim}}} = 1.097 \times 10^7 \times 4 \times \frac{1}{4} = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1} \Rightarrow \lambda_{\text{lim}} = 91.2 \text{ nm} \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

Cette raie limite est dans le proche ultraviolet (bord du visible, violet). **(0,25 pt)**

Exercice 3 (6 points):

- 1) Le numéro atomique $Z=32$ **(0,5 pt)**
 - 2) A partir de la configuration électronique d'un élément, il n'est pas possible de connaître le nombre de masse car le nombre de protons n'est pas toujours équivalent au nombre de neutrons. **(0,5 pt)**
 - 3) Le nombre d'électrons de valence est 4. Couche de valence: $4s^2 3d^{10} 4p^2$ **(0,5 pt)**
 - 4) L'orbitale qui possède l'énergie la plus élevée est la 4p qui possède deux électrons:
1^{er} electron: $n=4$, $l=1$, $m=-1$, $s=+1/2$ **(0,25 pt)**
2^{ème} electron: $n=4$, $l=1$, $m=0$, $s=+1/2$ **(0,25 pt)**
 - 5) Période $n=4$, Groupe :IV_A, Bloc: p, colonne: 14 **(0,25 pt chacun)**
 - 6) ${}^6\text{C}: 1s^2 2s^2 2p^2 : {}_2[\text{He}] 2s^2 2p^2$ **(0,5 pt)**
 ${}^{24}\text{Cr}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5 : {}_{18}[\text{Ar}] 4s^1 3d^5$ **(0,5 pt)**
 ${}^{35}\text{Br}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5 : {}_{18}[\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^5$ **(0,5 pt)**
- C appartient au même groupe que X **(0,25 pt)**
- Cr et Br appartiennent à la même période que X. **(0,25 pt)**
- 7) $R_a(\text{Br}) < R_a(\text{X}) < R_a(\text{Cr})$ **(0,5 pt)**
 $\chi(\text{Cr}) < R_a(\text{X}) < R_a(\text{Br})$ **(0,5 pt)**