Université A. Mira de BejaiaAnnéeuniversitaire 2025 /2026
Faculté de Technologie 1ère Année Tronc Commun Ingénieur
Département de Technologie Durée : 01h30

Examen de remplacement de Chimie 1- Ingénieur-

<u>Question de cours</u> (2 pts)

a. Citer les nombres quantiques et les règles principales pour la configuration électronique d'un atome à l'état fondamental.

b. Rappeler la règle de stabilité de la sous couche 'd'

<u>Exercice 1</u> **(3 pts)**

Le bombardement de l'uranium $^{235}_{92}U$ par des neutrons conduit à la formation d'un noyau de Barium $^{143}_{56}Ba$, un noyau de krypton $^{90}_{36}Kr$ et des neutrons.

1. **1.** Écrire l'équation complète de cette réaction nucléaire et déduire sa nature.
2. **2.** Calculer en joule et en eV l'énergie libérée par un noyau d'uranium $^{235}_{92}U$.

<u>Données</u>**:** m(U) =235,0439 uma, m_n=1.0086 uma, m(Ba) = 142.9229 uma, m(Kr) = **89,9197.**

<u>Exercice 2(4pts)</u>

Trois isotopes de Magnésium ^{24}Mg, ^{25}Mg et ^{26}Mg, avec leur masse atomique de 23,9850 uma et 24,9858 uma et 25,9825uma, respectivement sont analysé à l'aide d'un spectrographe de Bainbridge. Les ions monoatomiques, porteurs de deux charges élémentaires (Mg^{2+}), pénètrent dans un analyseur par une fonte **F** avec une vitesse **V,** où ils sont soumis à l'action d'un champ magnétique de **1 Tesla**. On observe sur le détecteur d'une plaque photographique trois tâches **T**$_1$, **T**$_2$ et **T**$_3$ séparée par une distance **d**, dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau suivant :

Numéro de la tâche	**T1**	**T2**	**T3**
Distance entre F et la tâche (cm) (diamètre D)	2,5	2,6	2,7

Déterminer :

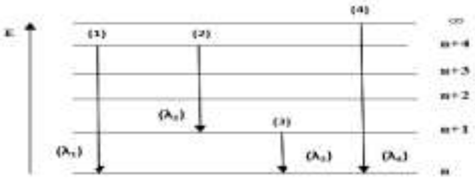
1. Le nombre d'isotopes du magnésium naturel en justifiant votre réponse.

2. La relation de la vitesse en fonction de la distance d. En déduire sa valeur.

3. L''abondance relative des isotopes ^{24}Mg et ^{25}Mg sachant que : $m_{Moyenne}$ =24,305 uma et l'abondance relative de ^{26}Mg égale 11%.

<u>Exercice 3</u> (4 pts)

On donne pour l'atome d'hydrogène, le diagramme énergétique suivant :



1. Calculer les énergies ΔE (en joules) des transitions (1) et (2) sachant que les longueurs d'ondes correspondantes sont**:** λ_1= 409 nm et λ_2= 1091 nm.

2. Déterminer la longueur d'onde relative à la troisième transition (λ_3) correspond à la première raie de la série de **Balmer**. En déduire la valeur de (**n**).

3. Déduire la valeur de la longueur d'onde (λ_4) ainsi que l'énergie d'ionisation (en eV) de l'atome d'hydrogène.

<u>Données</u> : h : 6,62. 10^{-34}J.s ; c= 3.10^8 m.s^{-1} R_H=1,1.10^7 m^{-1}

<u>Exercice 4</u> (7 pts)

I- 1.Ecrire les configurations électroniques des éléments suivants : $_{11}$Na, $_{19}$K, $_{20}$Ca et $_{24}$Cr.

2-Situer ces atomes dans le tableau périodique (période, groupes, colonne et famille).

3-L'élément X appartient à la même famille que $_{19}$K et à la même période que $_{12}$Mg. Donner le numéro atomique de Z.

II- En appliquant la méthode de Slater, déterminer l'énergie totale de l'atome de sodium (Na, Z = 11).

électron j/électron i	1s	2s 2p	3s 3p	3d
1s	0,30			
2s 2p	0,85	0,35		
3s 3p	1	0,85	0,35	
3d	1	1	1	0,35

Université A. Mira de BejaiaAnnéeuniversitaire 2025 /2026
Faculté de Technologie 1ère Année Tronc Commun Ingénieur
Département de Technologie Durée : 01h30

Corrigé de l'Examen de remplacement de Chimie 1- Ingénieur-

Questions de cours (2 pts)

a. Nombres quantiques et règles principales

1. Nombres quantiques :

n : couche (1, 2, 3...).**0.25**

l : sous-couche (s, p, d, f), et $0 \leq l \leq n-1$**0.25**

m : orbitale $-l \leq m \leq +l$**0.25**

s : spin (+1/2↑ ou -1/2 ↓).**0.25**

2. Règles principales

- ***Principe KELECHOWSKI***: L'ordre de remplissage des orbitales se fait suivant les valeurs croissantes de **n + l**. A égalité, on remplit les orbitales du n le plus faible en premier **0.25**
- ***Règle de Hund*** : on place d'abord un électron par orbitale, spins parallèles.**0.25**
- ***Principe de Pauli*** : maximum 2 électrons par orbitale, spins opposés.**0.25**

b. Règle de stabilité de la sous-couche 'd'

Les configurations d^5 (demi-pleine) et d^5 (pleine) sont plus stables.**0.25**

Exercice 1 (2,5 pts)

1.1 Équation complète de la réaction nucléaire

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{143}_{56}Ba + ^{90}_{36}Kr + 3^{1}_{0}n$$ **1 pt**

Nature de la réaction : C'est une réaction de fission nucléaire.**0.25pts**

1. Calcul de l'énergie libérée

$\Delta E = [[m(^{143}_{56}Ba) + m(^{90}_{36}Kr) + 3m_n] - [(m(^{235}_{92}U) + m_n]]C^2$ **0.25**

$\Delta m = [235.04392 - 142.922953 - 89.9197 - 2\times1.00866] = 0.183947$ uma**0.25**

$\Delta m = 0.1860161 \times 1.66\ 10^{-27} = 3.053\ 10^{-28}$ Kg **0.25**

$\Delta E = 3.053\ 10^{-28} \times (3\ 10^{8})^2$

$$\Delta E = 2{,}7410^{-11} J$$ **0.25**

$\Delta E = \frac{2{,}74 \times 10^{-11}}{1.6\ 10^{-19}}$

$$\Delta E = 1{,}71\ 10^{8}\ eV$$ **0.25**

Université A. Mira de BejaiaAnnéeuniversitaire 2025 /2026
Faculté de Technologie $1^{ère}$Année Tronc Commun Ingénieur
Département de Technologie Durée : 01h30

Exercice 2 (4pts)

1. ***Le nombre d'isotopes du magnésium naturel :***

Est trois isotopes. **0.25** Justification : l'expérience montre que trois tâches.**0.25**

2. ***Relation vitesse en fonction de la distance d :***

La trajectoire des ions dans l'analyseur étant circulaire, on peut écrire :

$\overrightarrow{Fm} = \overrightarrow{Fc}$ **0.25**$\Rightarrow m\frac{v^2}{R} = \boldsymbol{qvB}$**0.25**

Les ions $^{24}Mg^{+2}$ de masse atomique m_1=23,9850 uma et de charge q=2e, décrivent une circonférence de rayon:$R_1 = \frac{m_1 v}{qB}$

Les ions $^{25}Mg^{+2}$ de masse atomique m_2=24,9858uma et de charge q=2e, décrivent une circonférence de rayon; $R_2 = \frac{m_2 v}{qB}$

$R_2 - R_1 = \frac{d}{2} \Rightarrow \frac{d}{2} = \frac{m_1 v}{qB} - \frac{m_1 v}{qB}$ **0.25**$\Rightarrow \frac{d}{2} = \frac{v}{qB}(m_2 - m_1)$ **0,25**

$$v = \frac{d\,qB}{2(m_2 - m_1)}$$ **0.5**

$d = 2(R_2 - R_1) = D_2 - D_1 = 2.6 - 2.5 = 0,1$ cm **0.25**

$v = \frac{0,1.10^{-2} * 2 * (1.6\ 10^{-19}) * 1}{2 * (24,98588 - 23,9850)1.67.10^{-27}} = 9.57\ 10^4\ m/s$**0.5**

3.L'abondance relative de chaque isotope

Soit ; x la fraction de ^{24}Mg

y la fraction de ^{25}Mg

Et z la fraction de ^{26}Mg

$M_{Moyenne}$ = 24,305u.m.a

Nous avons : M = (Σ xi Mi)/100 **0.25** (1)

x + y+z = 100 **0.25**

Donc :

$\frac{x.23,9850 + y.24,9858 + z.25,9825}{100}$=24,305 (1) Et si x= 100- y-z=89-y (2)

On remplace (2) dans (1) :

23,9850(89-y)+24,9858y+ 11 × 25,9825=24,305×100 **0.25**

-23,9850y+2134,665+24,9858y=2430,5-285,8075

$-1,0008y = -10,02$

y = 10,02 % et x = 87,98%

Donc l'abondances : ^{24}Mg = 87,98% **0.25** ^{25}Mg = 10,02 %.**0.25**

Exercice 3 (4pts)

2. *Énergies ΔE_1 et ΔE_2 en joules*

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \textbf{0.25}$$

$$\Delta E_1 = \frac{6{,}62\times 10^{-34})(3\times 10^{8})}{4{,}09\times 10^{-7}}$$

$$\Delta E_1 = 4.857\ 10^{-19}\ J \textbf{0.5pts}$$

$$\Delta E_2 = \frac{6{,}62\times 10^{-34})(3\times 10^{8})}{1{,}091\times 10^{-6}}$$

$$\Delta E_2 = 1.820\ 10^{-19}\ J \textbf{0.5pts}$$

2 .Déterminer λ_3

$$\lambda_3 = \frac{1}{R_H}\left(\frac{1}{\frac{1}{n_f^2}-\frac{1}{n_i^2}}\right) \textbf{0.25pts}$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{1{,}1.10^7}\left(\frac{1}{\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2}}\right) = 6{,}54.10^{-7}m = 654{,}54nm$$

$$\lambda_3 = 654{,}54\ nm\ \textbf{0.5pts}$$

3. En déduire la valeur de n

1ère raie de la série de Balmer : transitions de $n_i = 3$ vers $n_f = 2$ **0,5pts**

3. Calcul de λ_4 et énergie d'ionisation

λ_4 : transition du niveau inférieur de la série de Balmer (n=2), donc la transition λ_4 est la limite de Balmer ($n \to \infty$ vers n=2) :

$$\lambda_4 = \frac{1}{R_H}\left(\frac{1}{\frac{1}{2^2}-\frac{1}{\infty^2}}\right) \mathbf{0{,}25pts} = \mathbf{3{,}636.10^{-7}m}$$

$$\lambda_4 = 363{,}63\ nm\ \textbf{0.5pts}$$

Énergie d'ionisation de l'atome H : $E_i = E_\infty - E_1$ **0.5 pts**

$E_i = 0-(-\frac{13.6}{1^2}) = 13{,}6$ eV **0.25pts**

Exercice 4 (7,5 pts)

1. ***Configurations électroniques***

$_{11}$Na : $1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^1$**0.25**
$_{19}$K : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$**0.25**
$_{20}$Ca : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$**0.25**
$_{24}$Cr : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ Cas particulier (règle de Hund, demi-stabilité) En effet, la configuration $3d^5 4s^1$ est plus stable que $3d^4 4s^2$ car ma sous-couche ***d*⁵** est demi-remplie.**0.25**

2. ***Situer ces atomes dans le tableau périodique (période, groupes, colonne et famille).***

Éléments	Période	Groupe	Colonne	Famille
$_{11}$Na	3**0.25**	I_A**0.25**	1 **0.25**	Métaux alcalins**0.25**
$_{19}$K	4**0.25**	I_A**0.25**	1 **0.25**	Métaux alcalins**0.25**
$_{20}$Ca	4**0.25**	II_A**0.25**	2 **0.25**	Métaux alcalino-terreux**0.25**
$_{24}$Cr	4**0.25**	VI_B**0.25**	6 **0.25**	Métaux de transition**0.25**

3. ***La configuration électronique et son numéro atomique.de X appartient à la même famille que $_{19}$K et à la même période que $_{12}$Mg :***

Même famille que $_{19}$K ⟶ Groupe I_A (alcalins).
Même période que $_{12}$Mg ⟶ Période 3.

La configuration électronique de X : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ ⟶ c'est Na (Z=11)**0.25**.

II. l'énergie totale de l'atome de sodium (Na, Z = 11), en appliquant la méthode de Slater :

$$E_{tot} = \sum E_i \quad \Rightarrow E_{tot} = 2\times E_{1s} + 8\times E_{2s2p} + 1\times E_{3s}\ \mathbf{0.25}$$

$$E = -13{,}6\frac{(Z*)^2}{n*^2}\ \text{eV}\ \ \mathbf{0.25}$$

Calcul de Z^*

- ***Pour l'électron $3s^1$***

$\sigma = 0\times0.35 + 8\times0.85 + 2\times1 = 8.8$

$Z^* = Z - \sigma = 11 - 8.8 = 2.2$ **0.25**

- ***Pour un électron 2s2p***

$Z^* = Z - \Sigma\sigma$

Ecran total $\sigma = 7\times0.35 + 2\times0.85 = 2.45 + 1.70 = 4.15$
$Z^* = 11 - 4.15 = 6.85$ **0.25**

- ***Pour électron 1s:***

σ = 0.30

$Z*=11-0.30=10.70$ **0.25**

Énergie totale de l'atome selon Slater

$E_{tot} = \sum Ei \quad \Rightarrow E_{tot} = 2\times E_{1s} + 8\times E_{2s2p} + 1\times E_{3s}$

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

$E_{1s} = -13{,}6\,\frac{(10{,}7)^2}{1^2}$ = -1557.064 eV **0.25**

$E_{2s2p} = -13{,}6\frac{(6.85)^2}{2^2}$ = - 159.53 eV **0.25**

$E_{3s} = -13{,}6\frac{(2.2)^2}{3^2}$ = - 7.31 eV **0.25**

E_{tot} = 2× (-1557.064)+ 8× (- 159.53)+ 1× (- 7.31)= - 3114.134 – 1276.24 – 7.31 = -4397.678 eV

E_{tot} = -4397.678 eV**0.25**