

Examen de rattrapage de Chimie 1- Ingénieur-

Exercice 1(5,5 pts)

I- L'hydrogène naturel est composé de trois isotopes : ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$ et ${}^3_1\text{H}$

La fusion d'un noyau de deutérium ${}^2_1\text{H}$ et d'un noyau de tritium ${}^3_1\text{H}$ conduit à la formation d'un noyau d'hélium avec émission d'une particule.

1. Ecrire cette réaction nucléaire.
2. Quelle est l'énergie libérée par cette réaction pour la formation d'un noyau d'hélium ?

II-1. Calculer les abondances relatives des isotopes ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, sachant que l'abondance du tritium ${}^3_1\text{H}$ est négligeable et que la masse atomique moyenne de l'hydrogène naturel ($Z = 1$) est de 1,008 uma.

2. Calculer l'énergie de liaison par noyau et par nucléon de l'isotope ${}^2_1\text{H}$.

Données : $m({}^1_1\text{H})=1,0078$ uma; $m({}^2_1\text{H})= 2,0140$ uma; $m({}^3_1\text{H})= 3,0160$ uma ; $m({}^4_2\text{He})= 4,0026$ uma ; $m_p=0,0078$ uma ; $m_n= 1,0086$ uma; $N_A=6,023.10^{23}$ mol⁻¹ ; $c= 3. 10^8$ m.s⁻¹

Exercice 2(5pts)

1. Calculer la longueur d'onde λ du rayonnement qui accompagne la transition de l'électron d'un atome d'hydrogène de l'état excité $n=6$ à l'état $n=2$. A quelle série du spectre d'émission de l'atome appartient ce rayonnement ?
2. Quelle est l'énergie dégagée lorsque l'électron revient dans son état fondamental (**l'état initial étant $n=2$**) ?
3. Calculer le nombre d'onde et la longueur d'onde de la radiation provoquant **l'ionisation** de l'hydrogène **initialement à l'état fondamental**.
4. L'électron d'un atome d'hydrogène se trouve au niveau $n=2$; il absorbe un photon de longueur d'onde de 410 nm. Déterminer la transition correspondante.

Données : $R_H : 1,1.10^7$ m⁻¹, $h = 6,62. 10^{-34}$ J.s, $c= 3.10^8$ m.s⁻¹, $1 \text{ \AA}=10^{-10}$ m

Exercice 3 (9,5pts)

Considérons les éléments suivant : O(8) ; F(9) ; S(16), Zn(30), Se (34)

1. Donner la configuration électronique de ces atomes dans leur état fondamental puis en déduire la position de chacun dans le tableau périodique (période, groupe et sous-groupe, bloc)
2. Y a-t-il parmi eux des éléments de transition et des halogènes ?
3. Classer ces éléments par ordre croissant ou décroissant de rayon et d'énergie d'ionisation.
4. Quel ion formera préférentiellement chacun des éléments ${}_{9}\text{F}$ et ${}_{30}\text{Zn}$
5. Calculez la charge nucléaire effective Z^* subie par un électron de la dernière couche de l'atome ${}_{34}\text{Se}$ en appliquant **les règles de Slater**.

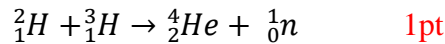
électron j/électron i	1s	2s 2p	3s 3p	3d	4s 4p	4d
1s	0,30					
2s 2p	0,85	0,35				
3s 3p	1	0,85	0,35			
3d	1	1	1	0,35		
4s 4p	1	1	0,85	0,85	0,35	
4d	1	1	1	1	1	0,35

Corrigé de l'examen de rattrapage de Chimie 1- Ingénieur-

Exercice 1(5,5 pts)

1. Équation et particule libérée

Fusion deutérium–tritium :



2. Énergie libérée par un noyau ${}^4_2\text{He}$

On utilise les masses données : $\Delta m = m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}$ 0,25

$$\Delta m = m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}} = (m_{{}^4_2\text{He}} + m_{{}^1_0\text{n}}) - (m_{{}^3_1\text{H}} + m_{{}^2_1\text{H}}) 0,25$$

$$\Delta m = (4,0026 + 1,0086) - (2,0140 + 3,0160) = 5,0112 - 5,0300 = -0,0188 \text{ uma} 0,25$$

$$E_{\text{réac}} = \Delta m \times c^2 0,25$$

$$E_{\text{réac}} = 0,0188 \times 1,66 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = -2,8 \times 10^{-12} \text{ J} 0,25$$

$$E_{\text{réac}} = -2,8 \times 10^{-12} \text{ J} 0,25$$

Ou bien : $\Delta m \times 931,5$

$$E_{\text{réac}} = -0,0188 \times 931,5 = -17,51 \text{ MeV}$$

II. Abondances des isotopes de l'hydrogène

Tritium négligeable → on considère seulement ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$.

$$m_{\text{moy}} = \frac{\sum X_i m_i}{100} = \frac{X_1 m_1 + X_2 m_2}{100} \quad (1) \quad 0,25$$

$$X_1 + X_2 = 100 \Rightarrow X_2 = 100 - X_1 \quad (2) 0,25$$

$$(2) \text{ dans } (1) \Rightarrow m_{\text{moy}} = \frac{X_1 m_1 + (100 - X_1) m_2}{100} 0,25$$

$$100 m_{\text{moy}} = X_1 m_1 + (100 - X_1) m_2$$

$$100 m_{\text{moy}} = X_1 (m_1 - m_2) + 100 m_2$$

$$X_1 = \frac{100 \times (m_{\text{moy}} - m_2)}{m_1 - m_2} = \frac{100 \times (1,008 - 2,0140)}{1,0078 - 2,0140} = \frac{100,6}{1,0062} 0,25$$

$$X_1 = 99,98 \% 0,25$$

$$X_2 = 100 - X_1 = 100 - 99,98$$

$$X_2 = 0,02\% 0,25$$

3. Énergie de liaison du noyau (2_1H)

$$E_{\text{liaison}} = \Delta m \times c^2 0,25$$

$$\Delta m = [m_p + m_n] - m_{{}^2_1H} 0,25$$

$$\Delta m = [1,0078 + 1,0086] - 2,0140 = 2,01646 - 2,0140 = 0,0024 \text{ uma} 0,25$$

Énergie de liaison

$$\text{Par noyau : } E_{\text{liaison}} = \Delta m \times c^2$$

$$E_{\text{liaison}} = 0,0024 \times 1,66 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = 3,58 \times 10^{-13} \text{ J/noyau} 0,25$$

$$E_{\text{liaison}} = 3,58 \times 10^{-13} \text{ J/noyau} = 2,24 \text{ Mev } 0,25 \text{ pts}$$

Ou bien :

$$E_L = \Delta m \times 931,5 = 0,0024 \times 931,5 \approx 2,24 \text{ MeV/noyau}$$

Par nucléon :

$$\frac{E_L}{A} = \frac{2,24}{2} = 1,12 \text{ MeV/nucléon}$$

$$\frac{E_L}{A} = 1,12 \text{ MeV/nucléon}$$

0,25

Exercice 2 (5pts)

On utilise la formule de Rydberg pour l'hydrogène :

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) 0,5$$

1) Transition $n = 6 \rightarrow n = 2$

$$\frac{1}{\lambda} = 1,1 \times 10^7 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2} \right) = 1,1 \times 10^7 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{36} \right) = 1,1 \times 10^7 \times \frac{8}{36} = 2,44 \times 10^6 \text{m}^{-1}$$

$$\lambda = 409,83 \text{nm} \quad 0,5$$

$$\text{Ou } \Delta E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{-13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot \left(\frac{1}{6^2} - \frac{1}{2^2} \right)} = 4,0993 \cdot 10^{-7} \text{m} \Rightarrow \lambda = 409,93 \text{nm}$$

- Ce rayonnement appartient à la **série** de Balmer car le niveau final est $n_f = 2$. **0,25**

2) Énergie dégagée de $n = 2$ vers $n = 1$ **0,25**

$$\text{Énergie de niveau } n \text{ pour H } (E_n): \quad E_n = -\frac{13,6}{n^2} \quad 0,5$$

$$\text{Énergie du photon (émission): } \Delta E = E_f - E_i = E_1 - E_2 \quad 0,5$$

$$\Delta E = -13,6 - \left(-\frac{13,6}{4} \right) = -13,6 - (-3,40) \quad 0,25 = -10,2 \text{eV}$$

$$E = -10,2 \text{ eV} \quad 0,25$$

3) Energie d'ionisation :

Transition : $n = 1$ jusqu'à $n = \infty$. **0,25**

$$\text{Nombre d'onde: } \tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = R_H = 1,1 \times 10^7 \text{m}^{-1} \quad 0,25$$

Longueur d'onde :

$$\tilde{\nu} = 1,1 \times 10^7 \text{m}^{-1}$$

$$\lambda = \frac{1}{\tilde{\nu}} = \frac{1}{1,1 \times 10^7} = 9,09 \times 10^{-8} \text{m} \approx 91 \text{nm}$$

0,25

$$\lambda \approx 91 \text{nm}$$

Donc $\lambda \approx 91$ (UV).

4) Absorption d'un photon de 411 nm depuis $n = 2$: $\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$

$$\frac{1}{\lambda \times R_H} = \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad 0,25$$

$$\frac{1}{n_2^2} = \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{\lambda \times R_H} \quad 0,25$$

$$\frac{1}{n_2^2} = \frac{1}{2^2} - \frac{1}{410 \times 10^{-9} \times 1,1 \times 10^7} \quad 0,25$$

$$n_2^2 = 35,8 \Rightarrow n_2 \approx 60,25$$

- Transition $n = 2 \rightarrow n = 6$ (absorption). 0,25

Exercice 3(9,5 pts)

1) Configurations électroniques et position

Élément	Z	Configuration électronique	Période	Groupe et Sous-groupe	Bloc
O	8	$1s^2 2s^2 2p^4$ / [He] $2s^2 2p^4$ 0,5	20,25	VI _A 0,25	p 0,25
F	9	$1s^2 2s^2 2p^5$ / [He] $2s^2 2p^5$ 0,5	20,25	VII _A 0,25	p 0,25
S	16	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ / [Ne] $3s^2 3p^4$ 0,5	30,25	VI _A 0,25	p 0,25
Zn	30	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$ / [Ar] $3d^{10} 4s^2$ 0,5	40,25	II _B 0,25	d 0,25
Se	34	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^4$ / [Ar] $3d^{10} 4s^2 4p^4$ 0,5	40,25	VI _A 0,25	p 0,25

2) Éléments de transition et halogènes

- Éléments de transition : Zn. 0,25
- Halogènes : F. 0,25

3) classement des rayons et des énergies d'ionisation des électronégativités

- Dans une **période**, l'énergie d'ionisation augmente de gauche à droite (Zn < Se). 0,25
- Dans une **période**, l'énergie d'ionisation augmente de gauche à droite (O < F). 0,25
- Dans un même groupe, elle diminue du haut vers le bas (O > S > Se). 0,25

$$\sigma = (2 \times 1) + (8 \times 1) + (8 \times 0,85) + (10 \times 0,85) + (5 \times 0,35)$$

$$\sigma = 1,75 + 15,3 + 10 = 27,050,25$$

Charge nucléaire effective :

$$Z^* = Z_{\text{eff}} = Z - \sigma 0,25$$

$$Z^* = 34 - 27,05 = 6$$

$$Z^* = 6,95$$