

## EXAMEN DE RATTRAPAGE CHIMIE 1

### Exercice 1 (4,5 pts) :

Le plomb possède plusieurs isotopes, notamment le  $^{210}\text{Pb}$  et  $^{214}\text{Pb}$  tous deux radioactifs émetteurs de  $\beta^-$ .

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

**Données :**  $Z(\text{Pb}) = 82$ ,  $Z(\text{Bi}) = 83$ ,  $N_A = 6,023 \times 10^{23}$ ,  $M(^{214}\text{Pb}) = 214$  g/mol.

### Exercice 2 (6,5 pts) :

L'atome d'hydrogène se trouvant dans son état fondamental est excité par une décharge électrique. L'électron de cet atome subit alors une transition au niveau d'énergie  $n_j = 9$ .

1. Calculer l'énergie absorbée par cet atome en eV et la fréquence correspondante en  $\text{s}^{-1}$ .
2. L'électron excité se stabilise en subissant une transition du niveau  $n_j$  à un niveau inférieur  $n_i$ . Cette transition s'accompagne d'une émission d'énergie sous forme d'une raie lumineuse qui est équivalente à celle émise par la première raie dans la série de Balmer.
  - a) Calculer l'énergie d'émission de cet électron.
  - b) En déduire la valeur du niveau  $n_i$  correspondante.
  - c) Représenter les différentes transitions sur un diagramme d'énergie.

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

### Exercice 3 (9 pts) :

**I.** Soient les atomes :  $^{12}\text{Mg}$  ;  $^{17}\text{Cl}$  ;  $^{31}\text{Ga}$  ;  $^{46}\text{Pd}$

1. Donner la configuration électronique développée et abrégée de ces éléments pris à l'état fondamental.
2. Déterminer la période, le groupe, la colonne, le bloc et la famille chimique d'appartenance de ces éléments.
3. Représenter la couche de valence de  $^{31}\text{Ga}$ , puis donner les 4 nombres quantiques qui caractérisent son électron célibataire.

**II.** L'élément  $^{31}\text{Ga}$  possède 2 isotopes stables :  $^{69}\text{Ga}$  et  $^{71}\text{Ga}$ .

1. Déterminer les pourcentages d'abondance relative ( $X_1$  et  $X_2$ ) des 2 isotopes sachant que la masse molaire de l'atome de Gallium est de  $69,72 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
2. Calculer le défaut de masse ( $\Delta m$ ) de l'isotope  $^{69}\text{Ga}$ .
3. Calculer l'énergie de liaison par nucléon de cet isotope en MeV/nucléon.

**Données :**  $m_p = 1,007276 \text{ uma}$  ;  $m_n = 1,008665 \text{ uma}$  ;  $m(^{69}\text{Ga}) = 68,9256 \text{ uma}$  ;  $m(^{71}\text{Ga}) = 70,9247 \text{ uma}$ .

**BON COURAGE**

## CORRIGÉ EXAMEN DE RATTRAPAGE CHIMIE 1

### Exercice 1 (4,5 pts) :

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)	128 (0,25)
$^{214}\text{Pb}$	82 (0,25)	132 (0,25)

Équations de désintégrations radioactives en précisant leurs type et nature :



2-a) Calcul de la constante radioactive  $\lambda$  en  $\text{s}^{-1}$  :

$$\text{On a : } \lambda = \frac{\ln 2}{T} \quad (0,5) \quad \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{27 \times 60} = 4,27 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow \lambda = 4,27 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1} \quad (0,5)$$

2-b) Calcul de l'activité d'un échantillon contenant  $10^{-9}$  g de  $^{214}\text{Pb}$  :

$$\text{On a : } A = \lambda \cdot N \quad (0,5) \quad \text{et } N = \frac{m}{M} \cdot N_A \quad (0,25) \quad \Rightarrow A = \lambda \frac{m}{M} \cdot N_A \quad (0,25)$$

$$\Rightarrow A = 4,27 \cdot 10^{-4} \frac{10^{-9}}{214} \cdot 6,023 \times 10^{23}$$

$$A = 1,20 \times 10^9 \text{ dps (Bq)} \quad (0,5)$$

### Exercice 2 (6,5 pts) :

1. Calcul de l'énergie absorbée par l'atome d'hydrogène en eV :

L'électron subit une transition du niveau fondamental ( $n_i = 1$ ) au niveau d'énergie  $n_j = 9$

$$\text{On a : } \Delta E = E_j - E_i \quad (0,25) \quad \text{et } E_n = -13,6 \frac{Z^2}{n^2} \quad (0,25) \quad \Rightarrow \Delta E = -13,6 \left( \frac{1^2}{n_j^2} - \frac{1^2}{n_i^2} \right) \quad (0,5)$$

$$\Delta E = -13,6 \left( \frac{1^2}{9^2} - \frac{1^2}{1^2} \right) = 13,44 \quad \Rightarrow \Delta E = 13,44 \text{ eV} \quad (0,5)$$

#### Méthode 2 :

$$\Delta E = E_j - E_i \quad (0,25) \quad \text{et } E = h \frac{c}{\lambda} \quad (0,25) \quad \text{et } \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_j^2} \right) \quad (0,25)$$

$$\Rightarrow \Delta E = h c R_H \left( \frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_j^2} \right) \quad (0,25)$$

$$\Rightarrow \Delta E = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 1,097 \cdot 10^7 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{9^2} \right)$$

$$\Rightarrow \Delta E = 2,15 \times 10^{-18} \text{ J} \quad (0,25)$$

$$\Delta E = 2,15 \times 10^{-18} / 1,6 \times 10^{-19} \Rightarrow \Delta E = 13,44 \text{ eV} \quad (0,25)$$

1. Calcul de la fréquence correspondante en  $\text{s}^{-1}$  :

$$\text{On a : } \Delta E = h \cdot \nu \quad (0,5) \quad \Rightarrow \nu = \Delta E / h \quad \Rightarrow \nu = 2,15 \times 10^{-18} / 6,62 \times 10^{-34}$$

$$\Rightarrow v = 3,24 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} \quad (0,5)$$

2-a) Calcul de l'énergie d'émission de cet électron :

La première raie de la série de Balmer correspond à la transition entre les niveaux  $n_j=3$  et  $n_i = 2$ . (1)

$$\text{Donc } \Delta E = E_j - E_i = E_3 - E_2 = -13,6 \left( \frac{1^2}{n_j^2} - \frac{1^2}{n_i^2} \right) \quad (0,5) \Rightarrow \Delta E = -13,6 \left( \frac{1^2}{3^2} - \frac{1^2}{2^2} \right)$$

$$\Delta E = 1,88 \text{ eV} \quad (0,5)$$

2-b) La valeur du niveau  $n_i$  correspondante : c'est le niveau  $n_i$  correspondant à la stabilisation de l'électron après sa transition de niveau  $n_j = 9$

$$\text{On a : } \Delta E = -13,6 \left( \frac{1}{n_j^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \Rightarrow \frac{13,6}{n_i^2} = \Delta E + \frac{13,6}{n_j^2} \Rightarrow n_i = \sqrt{\frac{13,6}{\Delta E + \frac{13,6}{n_j^2}}} \quad (0,5)$$

$$\Rightarrow n_i = \sqrt{\frac{13,6}{1,88 + \frac{1}{9^2}}} = 2,68 \approx 3 \Rightarrow n_i = 3 \quad (0,5)$$

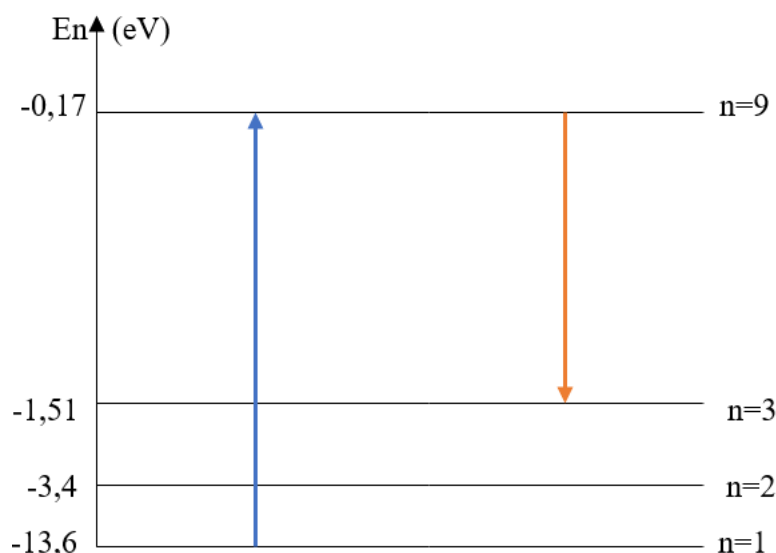
### Méthode 2 :

$$\text{On a : } \Delta E = h c R_H \left( \frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_j^2} \right) = h c R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \quad (0,25)$$

$$\Delta E = h c R_H \left( \frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{9^2} \right) = h c R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \Rightarrow \left( \frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{9^2} \right) = \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n_i^2} = \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) + \frac{1}{9^2} \Rightarrow (0,25) \quad n_i = \sqrt{\frac{1}{\left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) + \frac{1}{9^2}}} = 2,68 \approx 3 \Rightarrow n_i = 3 \quad (0,5)$$

2-c) Diagramme d'énergie des différentes transitions : (1)



### Exercice 3 (9 pts) :

I. Soient les atomes :  $_{12}\text{Mg}$ ,  $_{17}\text{Cl}$ ,  $_{31}\text{Ga}$ ,  $_{82}\text{Pb}$ .

1. La configuration électronique développée et abrégée de ces éléments à l'état fondamental :

**BON COURAGE**

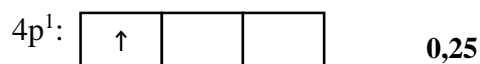
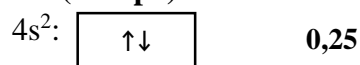
Élément	Configuration électronique	Configuration abrégée
<sup>12</sup> Mg	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> <b>0,25</b>	10[Ne] 3s <sup>2</sup> <b>0,25</b>
<sup>17</sup> Cl	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup> <b>0,25</b>	10[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup> <b>0,25</b>
<sup>31</sup> Ga	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>1</sup> <b>0,25</b>	18[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>1</sup> <b>0,25</b>
<sup>46</sup> Pd	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>6</sup> 5s <sup>2</sup> 4d <sup>8</sup> <b>0,25</b>	36[Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>8</sup> <b>0,25</b>

2. Détermination de la période, le groupe, le bloc, la colonne et la famille chimique d'appartenance de chaque élément :

Elements	Période	Groupe	Bloc	Colonne	Famille
Mg	3 <b>0,125</b>	II <sub>A</sub> <b>0,125</b>	S <b>0,125</b>	2 <b>0,125</b>	Alcalino-terreux <b>0,125</b>
Cl	3 <b>0,125</b>	VII <sub>A</sub> <b>0,125</b>	P <b>0,125</b>	17 <b>0,125</b>	Halogène <b>0,125</b>
Ga	4 <b>0,125</b>	III <sub>A</sub> <b>0,125</b>	P <b>0,125</b>	13 <b>0,125</b>	Bore <b>0,125</b>
Pd	5 <b>0,125</b>	VIII <sub>B</sub> <b>0,125</b>	d <b>0,125</b>	10 <b>0,125</b>	Métaux de transition <b>0,125</b>

3. Représentation de la couche de valence des éléments Ga sous forme de cases quantiques :

Ga (3s<sup>2</sup> 3p<sup>1</sup>)



Les 4 nombres quantiques qui caractérisent l'électron célibataire de la couche de valence du <sup>31</sup>Ga :

$$4p^1: n = 4, l = 1, m = -1, s = +1/2 \quad \mathbf{0,5}$$

II. L'élément <sup>31</sup>Ga possède 2 isotopes stables : <sup>69</sup>Ga et <sup>71</sup>Ga

1. Les pourcentages d'abondance relative (X<sub>1</sub> et X<sub>2</sub>) des 2 isotopes :

On note X<sub>1</sub> l'abondance de <sup>69</sup>Ga et X<sub>2</sub> celle de <sup>71</sup>Ga

$$\text{On a : } X_1 + X_2 = 100\% \quad \mathbf{0,25} \quad \text{et} \quad M_{\text{moy}} = \frac{X_1 \cdot M_1 + X_2 \cdot M_2}{100} \quad \mathbf{0,25}$$

$$X_1 + X_2 = 100\% \Rightarrow X_1 = 100 - X_2 \quad \text{et} \quad M_{\text{moy}} \cdot 100 = (100 - X_2) \cdot M_1 + X_2 \cdot M_2$$

$$M_{\text{moy}} \cdot 100 = X_2 \cdot M_2 + 100 \cdot M_1 - M_1 \cdot X_2 \Rightarrow X_2 = \frac{100(M_{\text{moy}} - M_1)}{M_2 - M_1} \quad \mathbf{0,25}$$

**BON COURAGE**

$$\Rightarrow X_2 = \frac{100(69,72 - 68,9256)}{70,9247 - 68,9256} = 39,73 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{X_2 = 39,73 \%} \quad 0,25$$

$$\text{Ainsi } X_1 = 100 - X_2 = 60,27 \Rightarrow \mathbf{X_1 = 60,27\%} \quad 0,25$$

2. Défaut de masse de chaque isotope :

$$\text{On a : } \Delta m = (Zm_p + Nm_n) - m_{\text{noyau}} \quad 0,5$$

$$\text{Pour } {}^{69}\text{Ga} : \Delta m = (31 \cdot 1,007276 + 38 \cdot 1,008665) - 68,9256 \quad 0,25$$

$$\mathbf{\Delta m({}^{69}\text{Ga}) = 0,6292 \text{ uma}} \quad 0,25$$

3. Énergie de liaison par nucléon :

$$\text{On a : } E_L = \Delta m \cdot 931,5 \text{ (MEV)} \quad 0,5$$

$$E_L({}^{69}\text{Ga}) = \Delta m({}^{69}\text{Ga}) \cdot 931,5 = 0,6292 \cdot 931,5 = 586,0998 \quad 0,25$$

$$\mathbf{E_L({}^{69}\text{Ga}) = 586,0998 \text{ MeV}} \quad 0,25$$

2. Énergie de liaison par nucléon

$$E_L/A ({}^{69}\text{Ga}) = 586,0998 / 69 = 8,4942 \Rightarrow \mathbf{E_L/A ({}^{69}\text{Ga}) = 8,4942 \text{ MeV/nucléon}} \quad 0,5$$