

**EXERCICE I** (5 points)

- 1- Donner les noms des expériences qui ont mis en évidence les constituants de la matière : électron, proton et neutron.
- 2- Connaissant le défaut de masse du noyau de lithium ( ${}^6_3\text{Li}$ ), quelle est l'énergie de liaison de ce dernier ? ( $\Delta m = 0,04044 \text{ u.m.a}$ )
- 3- En milieu naturel, l'argent existe sous les deux formes isotopiques suivantes :  
 ${}^{107}_{47}\text{Ag}$  et  ${}^{109}_{47}\text{Ag}$  .

Déterminer le nombre de protons, le nombre de neutrons et le nombre d'électrons dans chacun de ces isotopes.

- Charge de l'électron  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Vitesse de la lumière  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- Constante de Planck  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

**Corrigé**

1- Les expériences :

- J.J Thomson (le rapport  $e/m$ ) et Millikan (charge électrique  $e$ ),
- Rotherford (proton)
- Chadwik (neutron)

2- Energie de liaison

$$\Delta E = \Delta m C^2 = (0,04044 \cdot 10^3 / \mathcal{N}) \cdot C^2 \quad \text{avec } \mathcal{N} = 6,022 \cdot 10^{23}, \quad C = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\Rightarrow \Delta E = \dots\dots \text{ Joule}$$

3- Détermination de P, N et e

$Z = \text{nombre de } P = \text{nombre d'e}^-$ ,

$$A = N + P \Rightarrow N = A - P$$

$$\text{Ici, } Z = 47, \quad A_1 = 107,$$

$$N_1 = 107 - 47 = 60$$

$$A_2 = 109$$

$$N_2 = 109 - 47 = 62$$

|                          | Nombre de protons P | Nombre de neutrons N | Nombre d'électrons e- |
|--------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| ${}^{107}_{47}\text{Ag}$ | 47                  | 60                   | 47                    |
| ${}^{109}_{47}\text{Ag}$ | 47                  | 62                   | 47                    |

**EXERCICE II** (5 points)

1- Calculer l'énergie nécessaire (en eV) pour exciter l'électron d'un atome d'hydrogène de l'état fondamental au niveau excité  $n = 2$ . Quelle est la longueur d'onde, exprimée en mètre, de la lumière que doit absorber cet atome pour réaliser cette transition ?

2- L'électron de cet atome d'hydrogène est décrit par la fonction d'onde radiale  $\Psi_{2,0,0}(r)$ . Quels sont les nombres quantiques de cet électron ?

3- Calculer l'énergie de l'atome de l'hélium ( ${}_2\text{He}$ ) en utilisant la règle de Slater.

Données : on donne la constantes d'écran  $\sigma = 0,31$

### Corrigé

1-  $E_n = - 13,6 / n^2$  (eV)

$E_1 = - 13,6$  eV,  $E_2 = - 13,6/4 = - \dots\dots\dots$  eV

$\Delta E = E_2 - E_1 = \dots\dots\dots$  eV =  $\dots\dots\dots \cdot 10^{-19}$  J

$-\Delta E = h \cdot \nu = h \cdot c / \lambda \Rightarrow \lambda = h \cdot c / \Delta E = \dots\dots\dots$  m.

2- La fonction d'onde  $\Psi_{2,0,0}(r)$  décrivant l'électron d'atome d'hydrogène s'écrit en cas général :

$$\Psi_{n,l,m} = \Psi_{2,0,0}$$

Donc, les nombres quantiques de cet électron, dans cet état :

$$n = 2 \quad l = 0 \quad m = 0$$

3- Energie de l'atome d'Hélium ( ${}_2\text{He}$ )

L'énergie de l'atome He est donnée par:  $E_{\text{He}} = E(n=1) = E_1$

Avec  $E_1 = N [Z_{\text{eff}}^2 / n^2] \cdot E_{1s}(\text{H})$

N étant nombre d'électrons contenu dans chaque sous-couche (1s)

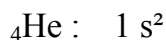
et  $E_{1s}(\text{H}) = - 13,6$  (eV)

#### 1. Calcul de $Z_{\text{eff}}$

Le numéro atomique effectif d'un électron j d'un atome est :  $(Z_{\text{eff}})_j = Z - \sigma_{ij}$

$\sigma_{ij}$  : coefficient d'écran d'un des électron i vis à vis de l'électron j considéré (tableau en annexe)

La configuration électronique de He, qui contient 2 électrons, est :



$$n = 1 ; 1s^2 \quad \begin{array}{c} \text{-----} \\ \text{-----} \end{array} \begin{array}{c} \text{i} \quad \text{j} \end{array} \quad \sigma_{ij} = 0.31 \quad 2e- \\ Z = 2$$

- numéro atomique effectif pour chacun des 2 électrons 1s ( $Z_{1s}$ ) : il s'obtient en retranchant à la charge réelle Z du noyau la valeur 0,31.

$$Z_{1s} = 2 - 1 \cdot 0,31 = \dots\dots\dots$$

$n = 1 ; N = 2 \Rightarrow E_1 = 2 \cdot (Z_{\text{eff}}^2 / 1^2) \cdot (-13,6) = \dots\dots\dots E_{1s}(\text{H})$

et enfin,  $E_{\text{He}} = E_1 = \dots\dots\dots E_{1s}(\text{H}) = - \dots\dots\dots$  eV

### EXERCICE III (5 points)

1- En vous basant sur les structures électroniques des éléments ci-dessous, précisez le bloc et la colonne du tableau de la classification périodique où ils se situent.

Données :

| Elément           | Cl | Mg | C | Si | Fe |
|-------------------|----|----|---|----|----|
| Numéro atomique Z | 17 | 12 | 6 | 14 | 26 |

2- On se propose d'étudier la molécule  $\text{CCl}_4$ 

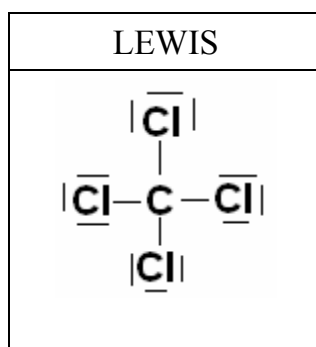
- Donner la formule développée de cette molécule en adoptant la représentation ou le diagramme de Lewis.
- Etudier l'hybridation de cette molécule.
- Représenter cette molécule et donner sa géométrie en précisant les valeurs approximatives des différents angles  $\text{ClCCl}$ .

**Corrigé**1- Classification périodique

- Cl (Z = 17):  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5 \Rightarrow 3^{\text{ème}}$  période, groupe (ou bloc) VII A
- Mg (Z = 12):  $[\text{Ne}] 3s^2 \Rightarrow 3^{\text{ème}}$  période, groupe (ou bloc) II A
- C (Z = 6):  $[\text{He}] 2s^2 2p^2 \Rightarrow 2^{\text{ème}}$  période, groupe (ou bloc) IV A
- Si (Z = 14):  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^2 \Rightarrow 3^{\text{ème}}$  période, groupe (ou bloc) IV A
- Fe (Z = 26):  $[\text{Ar}] 4s^2 3d^6 \Rightarrow 4^{\text{ème}}$  période, groupe (ou bloc) VIII B

2- Hybridation de  $\text{CCl}_4$ a- la formule développée de  $\text{CCl}_4$  selon la représentation de Lewis (voir figure).b- hybridation de  $\text{CCl}_4$ ,

L'atome central C est entouré de 4 doublets liants (4 liaisons C-Cl). La molécule est du type  $\text{AX}_4$ , (donc un tétraèdre régulier et l'angle  $\text{ClCCl}$  :  $\theta = 109^\circ 28'$ )

**EXERCICE IV** (5 points)

- Sachant que la longueur d'onde correspondant à la fréquence-seuil du sodium métallique pour l'apparition de l'effet photoélectrique est de  $4960 \text{ \AA}$ . Calculer le travail d'extraction du métal en eV.
- Calculer la longueur d'onde associée à un faisceau d'électron homocinétique d'énergie cinétique égale à 100 eV.

**Corrigé**

1- Calcul du travail  $W$  :  $W_0 = h \cdot \nu_0 = h \cdot c / \lambda_0$

$$\Rightarrow W_0 = 2,5 \text{ eV}$$

2- Calcul de  $\lambda$ :

$\lambda = h / (m \cdot v)$  ..... Relation de De Broglie ..... (1)

$E_c = \frac{1}{2} m v^2$  ..... Energie cinétique ..... (2)

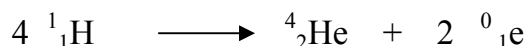
$$(1) \text{ et } (2) \Rightarrow m v = (2 m E_c)^{1/2}$$

Donc,  $\lambda = h / (2 m E_c)^{1/2}$  .....  $E_c = 100 \text{ eV}$

$$\text{AN : } \lambda = 1,21 \text{ \AA}$$

**EXERCICE V** (5 points)

Considérons la réaction nucléaire suivante :



a- Donner le nom de cette réaction nucléaire.

b- Calculer la perte de masse qui accompagne cette réaction nucléaire.

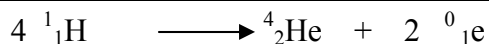
c- Quelle est l'énergie, en joule et en MeV, libérée dans cette réaction ?

Données :

|                                     |                                                 |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
| - masse du noyau $^1_1\text{H}$ :   | $M(\text{H}) = 1,00728 \text{ uma}$             |
| - masse du noyau $^4_2\text{He}$ :  | $M(\text{He}) = 4,00150 \text{ uma}$            |
| - masse du positon $^0_1\text{e}$ : | $M(\text{e}) = 5,486 \cdot 10^{-4} \text{ uma}$ |
| - nombre d'Avogadro $\mathcal{N}$ : | $\mathcal{N} = 6,022 \cdot 10^{23}$             |

**Corrigé**

a- La réaction nucléaire suivante est la réaction de fusion.



b- Calcule de perte de masse qui accompagne cette réaction nucléaire.

$$\Delta m = 4 M_{\text{H}} - (M_{\text{He}} + 2 M_{\text{e}})$$

$$\Delta m = 4 \times 1,00728 - (4,00150 + 2 \times 5,486 \cdot 10^{-4}) = 0,02652 \text{ uma} \quad \text{ou}$$

$$\Delta m = \frac{0,02652 \times 10^{-3}}{6,022 \cdot 10^{23}} = 4,40 \cdot 10^{-29} \text{ Kg}$$

c- Energie, en joule et en MeV, libérée dans cette réaction

La fusion de 4 noyaux d'hydrogènes entraîne une perte de masse de  $4,40 \cdot 10^{-29} \text{ Kg}$ .  
Le dégagement d'énergie équivalent est donné par :  $\Delta E = \Delta m C^2$

$$\text{A.N/} \quad \Delta E = 4,40 \cdot 10^{-29} \times (3 \cdot 10^8)^2 = 3,96 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

$$\text{Et } 1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J} \Rightarrow \Delta E = 24,75 \text{ MeV}$$