

Structure de la Matière**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

$Z =$ nombre de P = nombre d'e⁻,

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

$$\text{Ici, } \quad Z = 47, \quad A_1 = 107, \quad A_2 = 109$$

$$\quad \quad \quad N_1 = 107 - 47 = 60 \quad \quad \quad N_2 = 109 - 47 = 62$$

	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 ?

Structure de la Matière

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

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

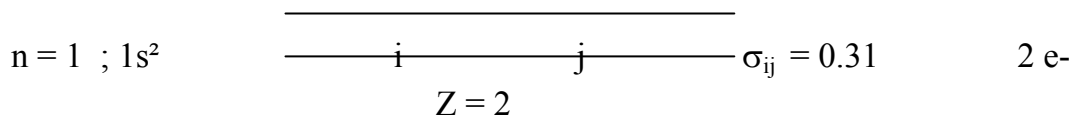
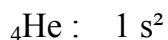
et $E_{1s}(\text{H}) = - 13,6$ (eV)

1. Calcul de Z_{eff}

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

σ_{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 :



- 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.

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

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

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.

Structure de la MatièreDonnées :

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

- 2- On se propose d'étudier la molécule 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 ClCCl .

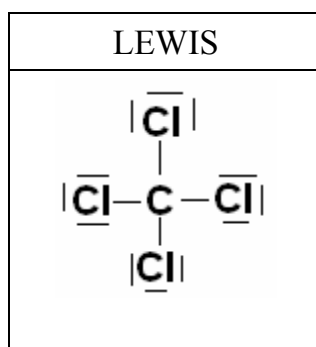
Corrigé1- Classification périodique

- Cl (Z = 17): $[\text{}_{10}\text{Ne}] \underline{3s^2} \underline{3p^2}$ \Rightarrow 3^{ème} période, groupe (ou bloc) VII A
- Mg (Z = 12): $[\text{}_{10}\text{Ne}] \underline{3s^2}$ \Rightarrow 3^{ème} période, groupe (ou bloc) II A
- C (Z = 6): $[\text{}_{2}\text{He}] \underline{2s^2} \underline{2p^2}$ \Rightarrow 2^{ème} période, groupe (ou bloc) IV A
- Si (Z = 14): $[\text{}_{10}\text{Ne}] \underline{3s^2} \underline{3p^2}$ \Rightarrow 3^{ème} période, groupe (ou bloc) IV A
- Fe (Z = 26): $[\text{}_{18}\text{Ar}] \underline{4s^2} \underline{3d^6}$ \Rightarrow 4^{ème} période, groupe (ou bloc) VIII B

2- Hybridation de CCl_4

- la formule développée de CCl_4 selon la représentation de Lewis (voir figure).
- hybridation de CCl_4 ,

L'atome central C est entouré de 4 doublets liants (4 liaisons C-Cl). La molécule est du type AX_4 , (donc un tétraèdre régulier et l'angle ClCC : $\theta = 109^\circ 28'$)

**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 \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 λ :

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

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

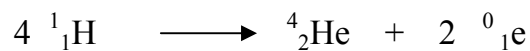
(1) et (2) $\Rightarrow m v = (2 m E_c)^{1/2}$

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

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.

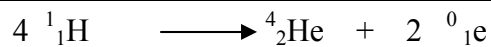
c- Quelle est l'énergie, en joule et en MeV, libérée dans cette réaction ?

Données :

- masse du noyau $\text{}^1_1\text{H}$:	$M(\text{H}) = 1,00728 \text{ uma}$
- masse du noyau $\text{}^4_2\text{He}$:	$M(\text{He}) = 4,00150 \text{ uma}$
- masse du positon $\text{}^0_1\text{e}$:	$M(\text{e}) = 5,486 \cdot 10^{-4} \text{ uma}$
- 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 : $\Delta E = \Delta m C^2$

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

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