

Université L'Arbi Ben M'hidi

Faculté des sciences de la terre et de l'architecture

Département de Géologie

1^{ère} Année Tronc Commun Licence Géologie

Premier semestre

2024/2025

Cours : Chimie 1

Généralités

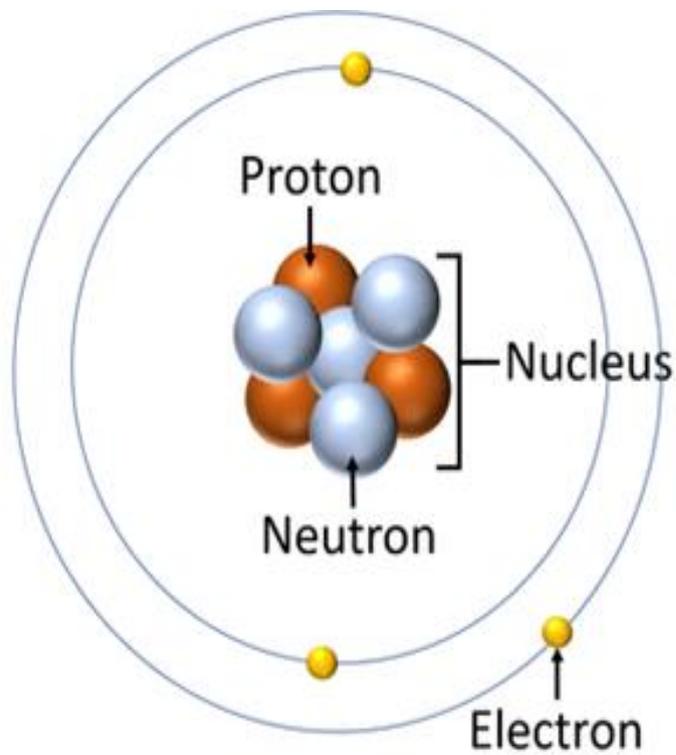
La structure de l'atome :

Toute la matière qui nous entoure est composée d'atomes

-Qu'est-ce qu'un atome ?

-Quels sont ses constituants ?

L'atome est une sphère constituée d'un noyau autour duquel gravitent des électrons



I-L'atome et ses constituants :

Les constituants de l'atome

I-1-Les nucléons : le noyau est constitué de deux types de particules

Les protons : particules chargées positivement, sa notation est ${}^1_1\text{P}$

Les neutrons : particules neutres, sa notation ${}^1_0\text{n}$

I-2-Les électrons : particules chargées négativement, sa notation ${}^{-1}_-e$

	Charge électrique	Masse
Noyau	Proton : $q = +1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1836 m_e$
	Neutron : 0	$m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1839 m_e$
	Electron : $q = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

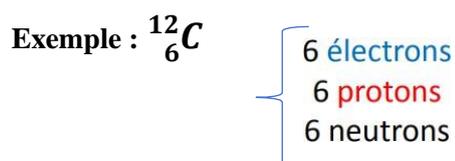
L'atome est constitué d'un noyau et des électrons. Le noyau est un volume limité dans lequel est presque toute la masse de l'atome. Les électrons tournent autour du noyau dans un volume très grand par rapport au volume du noyau. Un atome est globalement neutre électriquement.

II- Les nucléides :

- Un **nucléide** est une espèce atomique symbolisée par : $\frac{A}{Z}X$

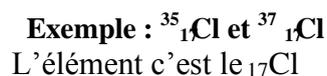
Il est défini par : $\left\{ \begin{array}{l} Z : \text{numéro atomique} \Rightarrow \text{nombre de protons} \\ A : \text{nombre de masse} \Rightarrow \text{nombre de nucléons} \end{array} \right.$

$A = Z + N$ D'où le nombre de neutrons : $N = A - Z$



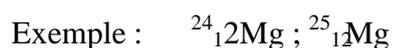
III- Un élément chimique :

L'ensemble des nucléides de même nombre atomique Z porte le même nom et possède les mêmes caractéristiques chimiques,



IV- Les isotopes :

Sont des nucléides ayant le même numéro atomique Z mais le nombre massique A est différent.



Un grand nombre d'éléments existent à l'état naturel sous forme d'un mélange isotopique

Exemple :

Nuclear Compositions of Atoms of the Very Light Elements

Element	Symbol	Atomic Number	Number of Protons	Number of Neutrons	Mass (amu)	% Natural Abundance
hydrogen	1_1H (protium)	1	1	0	1.0078	99.989

Nuclear Compositions of Atoms of the Very Light Elements

Element	Symbol	Atomic Number	Number of Protons	Number of Neutrons	Mass (amu)	% Natural Abundance
	${}^2_1\text{H}$ (deuterium)	1	1	1	2.0141	0.0115
	${}^3_1\text{H}$ (tritium)	1	1	2	3.01605	— (trace)
helium	${}^3_2\text{He}$	2	2	1	3.01603	0.00013
	${}^4_2\text{He}$	2	2	2	4.0026	100
lithium	${}^6_3\text{Li}$	3	3	3	6.0151	7.59
	${}^7_3\text{Li}$	3	3	4	7.0160	92.41
beryllium	${}^9_4\text{Be}$	4	4	5	9.0122	100

boron	${}^{10}_5\text{B}$	5	5	5	10.0129	19.9
	${}^{11}_5\text{B}$	5	5	6	11.0093	80.1
carbon	${}^{12}_6\text{C}$	6	6	6	12.0000	98.89
	${}^{13}_6\text{C}$	6	6	7	13.0034	1.11
	${}^{14}_6\text{C}$	6	6	8	14.0032	— (trace)
nitrogen	${}^{14}_7\text{N}$	7	7	7	14.0031	99.63
	${}^{15}_7\text{N}$	7	7	8	15.0001	0.37
oxygen	${}^{16}_8\text{O}$	8	8	8	15.9949	99.757
	${}^{17}_8\text{O}$	8	8	9	16.9991	0.038
	${}^{18}_8\text{O}$	8	8	10	17.9992	0.205
fluorine	${}^{19}_9\text{F}$	9	9	10	18.9984	100

V-La masse atomique moyenne

C'est la masse d'une mole des atomes dans un mélange isotopique. Elle est égale à une moyenne pondérée des masses atomiques de ses isotopes.

$$M_{\text{moy}} = \frac{\sum X_i M_i}{100}$$

X_i désignant l'abondance naturelle de l'isotope i de masse molaire M_i

Exercice

Le lanthane (La) existe sous deux formes isotopiques de masses atomiques respectives 138,906 *uma* et 137,907 *uma*.. Le pourcentage de l'isotope le plus abondant est de 99,91%.

- 1- Quelle est l'abondance du deuxième isotope
- 2- Calculer la masse atomique moyenne du lanthane.

Correction

1- L'abondance du deuxième isotope est de :

$$X_2 = 100 - X_1 \Rightarrow X_2 = 0,09\%$$

2- La masse atomique moyenne

$$M_{\text{moy}} = \frac{X_1.M_1 + X_2.M_2}{100} = 138,905 \text{ } uma$$

2- Défaut de masse, Energie de liaison, Energie de liaison par nucléon :

a- Défaut de masse

Le défaut de masse est défini comme étant la différence entre la masse des nucléons et la masse du noyau. Il est noté Δm .

Exemple :

Soit la réaction (la formation d'un noyau d'hélium par l'association de 2 protons et 2 neutrons) suivante :



La masse expérimentale (mesurée) d'hélium: $m_{\text{He}(\text{exp})} = 4,002 \text{ } uma$

Le calcul de la masse d'un noyau d'hélium (He) formé par l'association de 2 protons et 2 neutrons :

La masse du noyau formé = 2 x masse de proton + 2x masse de neutron

La masse du noyau formé = 2x 1,007278 + 2x 1,008665

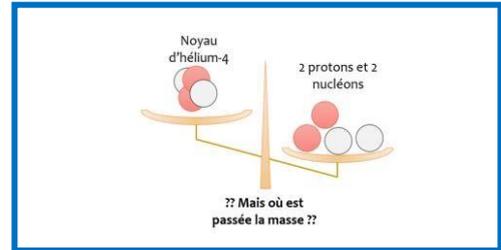
La masse du noyau formé (masse théorique) = 4,0318864 *uma* = $m_{\text{He}(\text{théo})}$

$$\Delta m = m_{\text{He}}(\text{Théo}) - m_{\text{He}}(\text{exp}) = 4,0318 - 4,0015 = 0,0303 \text{ uma}$$

La masse calculée à partir des nucléons du noyau > masse expérimentale du noyau

La réaction nucléaire s'accompagne d'une perte de masse Δm appelée défaut de masse qui se transforme en énergie.

$$\Delta m = m(\text{Théo}) - m(\text{exp}) = [Zx m_p + (A-Z) m_N] - m_{\text{noyau}}$$



b- Energie de liaison

C'est l'énergie libérée lors de la formation d'un noyau à partir de protons et de neutrons.



Energie de liaison = $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$ (relation d'Einstein)

$$\Delta m = m(\text{Théo}) - m(\text{exp}) = [Zx m_p + (A-Z) m_N] - m_{\text{noyau}}$$

$$\Rightarrow \Delta E = \Delta([Zx m_p + (A-Z) m_N] - m_{\text{noyau}}) \cdot c^2$$

c = célérité ou vitesse de la lumière = $3 \cdot 10^8$ m/s

Δm : en Kg

ΔE : en joule

L'unité de l'énergie :

L'énergie d'une réaction nucléaire est exprimée par le joule (J) ou l'électron volt (ev).

$$1\text{ev} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}, \quad 1\text{Mev} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}; \quad 1\text{Gev} = 1,6 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

Exemple : Si $\Delta m = 1 \text{ uma}$, calculer l'énergie de liaison en Mev

$$1 \text{ uma} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$$

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2$$

$$= 14,94 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

$$1\text{ev} \longrightarrow 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$? \longrightarrow 14,94 \cdot 10^{-11}$$

$$\left. \begin{array}{l} 1\text{ev} \longrightarrow 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \\ ? \longrightarrow 14,94 \cdot 10^{-11} \end{array} \right\} \Delta E = 931 \cdot 10^6 \text{ ev} = 931 \text{ Mev}$$

Donc : 1 uma = 931 Mev

c- L'énergie de liaison par nucléon : E_N

Cette énergie est définie comme étant le rapport d'énergie de liaison par le nombre de nucléons A (nombre massique).

$$E_N = \frac{\Delta E}{A} \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \Delta E : \text{énergie de liaison en Mev} \\ A : \text{nombre massique} \end{array}$$

L'unité de E_N : Mev / nucléon

Exemple : calculer l'énergie de liaison par nucléon du noyau ${}^4_2\text{He}$

$$\Delta m_{\text{He}} = 0,030 \text{ uma}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ uma} \quad \longrightarrow \quad 933 \text{ Mev} \\ 0,030 \text{ uma} \quad \longrightarrow \quad \Delta E \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1 \text{ uma} \\ 0,030 \text{ uma} \end{array}} \right\} \Delta E = 27,99 \text{ Mev}$$

$$E_N = \Delta E / A = 27,99 / 4 = 7,0 \text{ Mev/ nucléon}$$

Remarque : Plus le rapport $(\Delta E / A)$ est grand, plus le noyau est stable.