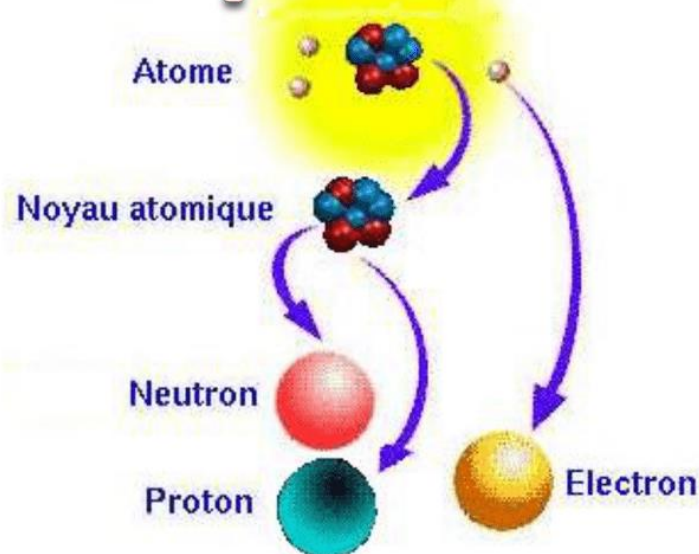


# Chapitre I (Partie2); La structure de l'atome

## L'atome et ses particules



Année universitaire : 2023-2024

Dr : ZAABAT . N

## Chapitre I (partie2) : La structure de l'atome

La matière est formée de petites particules, on ne peut pas les voir à l'œil nu appelées atome. L'atome est le plus petit composant de la matière. C'est l'élément de base qui peut se combiner avec d'autres pour former la matière.

Atome → molécules → matière

### I-L'atome et ses constituants :

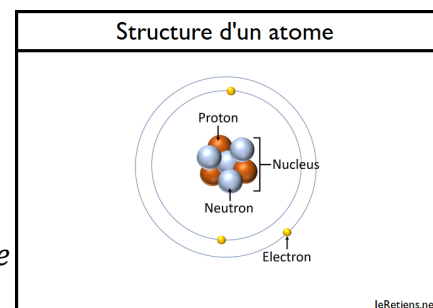
#### Les constituants de l'atome

**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  ${}^0_{-1}e$



	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 : $q = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

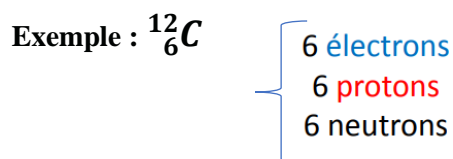
L'atome est constitué d'un noyau et des électrons. Le noyau est un volume limité dans lequel est presque toute la masse de l'atome. Les électrons tournent autour du noyau dans un volume très grand par rapport au volume du noyau. Un atome est globalement neutre électriquement.

## II-Les nucléides :

- Un **nucléide** est une espèce atomique symbolisée par :  ${}^A_Z X$

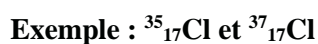
Il est défini par :  $\left\{ \begin{array}{l} Z : \text{numéro atomique} \Rightarrow \text{nombre de protons} \\ A : \text{nombre de masse} \Rightarrow \text{nombre de nucléons} \end{array} \right.$

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



## III-Un élément chimique :

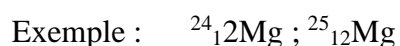
L'ensemble des nucléides de même nombre atomique Z porte le même nom et possède les mêmes caractéristiques chimiques,



L'élément c'est le  ${}_{17} Cl$

## 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

## 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  $\Delta m$ .

#### 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

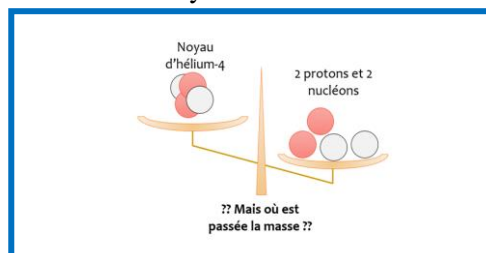
La masse du noyau formé (masse théorique) = 4,0318864 *uma* =  $m_{\text{He}(\text{théo})}$

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

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

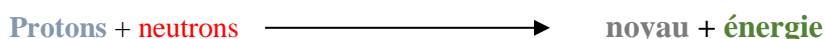
La réaction nucléaire s'accompagne d'une perte de masse  $\Delta m$  appelée défaut de masse qui se transforme en énergie.

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



### 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

$\Delta m$  : en Kg

$\Delta E$  : en joule

L'unité de l'énergie :

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\Delta E = 931 \cdot 10^6 \text{ ev} = 931 \text{ Mev}$$

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).

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

L'unité de  $E_N$  : Mev / nucléon

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

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

1 uma	→	933 Mev	} $\Delta E = 27,99 \text{ Mev}$
0,030 uma	→	$\Delta E$	

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

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