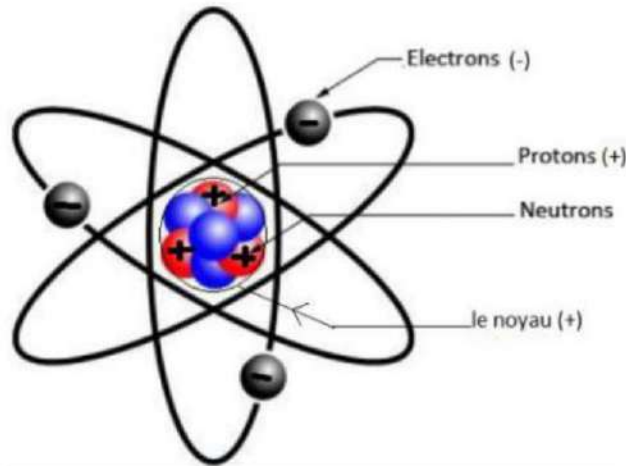


GENERALITES

1-STRUCTURE DE L'ATOME

Les atomes sont des « petits grains de matière » qui constituent la matière.



Un atome est constitué d'un noyau sphérique central, autour duquel gravitent des électrons. Ce modèle permet de décrire de façon simple l'atome. C'est le modèle de Rutherford (1910). On représente l'atome par une sphère. Son rayon atomique a un ordre de grandeur de 10^{-10} m (0,1 nm).

➤ Le noyau

Le noyau a un rayon de l'ordre de 10^{-15} m (1 fm), c'est à dire 100 000 fois plus petit que l'atome. Il est constitué de nucléons :

- les protons.
- les neutrons.

➤ les protons (p)

Les protons ont une charge électrique positive de valeur égale à $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, c'est la plus petite charge électrique que puisse porter une particule (charge élémentaire).

Les protons ont une masse égale à $1,673 \cdot 10^{-27}$ kg, notée m_p .

➤ 1.2-les neutrons (n)

Les neutrons sont électriquement neutres.

Les neutrons ont une masse égale à $1,675 \cdot 10^{-27}$ kg notée m_n .

➤ Les électrons (e⁻)

Les électrons possèdent une charge électrique négative de valeur : $-e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Leur masse est environ 1800 fois plus petite que celle des nucléons ($m_{e^-} = 9,109 \cdot 10^{-31}$ kg).

2-REPRESENTATION SYMBOLIQUE :

Chaque atome est caractérisé par deux nombres :

GENERALITES

➤ le numéro atomique, noté **Z** ; il correspond au nombre de protons contenus dans le noyau. Il est aussi appelé nombre de charge.

➤ Le nombre de nucléons, noté **A** ; il correspond au nombre de protons et de neutrons présents dans le noyau. Il est aussi appelé nombre de masse.



Exemple :

Le carbone possède un numéro atomique $Z = 6$, cela signifie que son noyau possède **6 protons**. Son nombre de masse A est 12, donc son nombre de neutrons est :



$A - Z = 12 - 6 = 6$ neutrons.

3-L'UNITE DE MASSE ATOMIQUE (u OU PARFOIS u.m.a.)

La masse de référence est celle de l'isotope ${}^{12}\text{C}$ du carbone auquel est attribuée la masse molaire 12 g. Cela signifie que 12 g de cet élément contiennent un nombre d'atomes égal au nombre d'Avogadro ($N_A = 6,022 \times 10^{23}$). Pour exprimer les masses molaires des autres atomes, on utilise comme référence une masse égale à $1/12$ (soit 1 g) de celle du carbone. On définit ensuite l'unité de masse atomique, u.m.a., par le quotient $1 \text{ g}/N_A$ (N_A étant le nombre d'Avogadro). Cette unité est également appelée le Dalton (Da), mais cette dénomination est surtout employée pour définir les masses molaires des macromolécules.

$$1 \text{ u (ou 1 u.m.a. ou encore 1 Dalton)} = 1,6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

❖ Nombre d'électrons

Un atome isolé est électriquement neutre : la somme des charges électriques des particules est nulle. La charge du noyau est $+Z.e$ (c'est pour cela que **Z** est appelé nombre de charge). La charge des électrons doit donc être $-Z.e$.

Un électron ayant une charge $-e$, l'atome possède autant d'électrons que de protons, c'est à dire **Z électrons**. Exemple : Le carbone possède **6 protons**, il a donc **6 électrons**.

❖ Masse d'un atome

La masse d'un atome est approximativement égale à la somme de la masse des particules qui le composent : $m_{\text{atome}} \approx Z.m_p + (A-Z).m_n + Z.m_e$.

4-LES ÉLÉMENTS CHIMIQUES

Il existe environ 118 éléments chimiques. Un même élément peut correspondre à plusieurs entités chimiques (atomes, ions, isotopes).

les atomes d'un même élément chimique peuvent avoir un nombre variable de neutrons dans leur noyau, ce qu'on appelle des isotopes.

GENERALITES

5-LES ISOTOPES

Des atomes ayant le même nombre de protons Z , mais un nombre de nucléons A différent sont des isotopes.

Des atomes isotopiques ont les mêmes propriétés chimiques. Ils sont désignés par le même nom et par le même symbole. Seule change l'indication du nombre de nucléons (seul le nombre de neutrons change).

Exemple : le lithium :

- l'atome de lithium 6 : Possède 3 protons, 3 neutrons (6-3), et 3 électrons ;
- l'atome de lithium 7 : Possède 3 protons, 4 neutrons (7-3) et 3 électrons.

➤ Stabilité du noyau atomique. Défaut de masse

Les nucléons sont liés par une force très puissante, l'interaction forte, qui assure la cohésion des noyaux. L'énergie correspondante à cette cohésion s'exprime par le défaut de masse (Δm) qui est une grandeur positive. En effet, la masse d'un noyau atomique est inférieure à la somme des masses des nucléons qui la composent. Ceci s'écrit de la façon suivante :

$$M(A,Z) = Z \times (\text{masse du proton}) + (A - Z) \times (\text{masse du neutron}) - \Delta m$$

L'équivalence entre défaut de masse et énergie est liée par la relation d'Einstein : $E = \Delta mc^2$.

➤ Exemple : Calcul du défaut de masse pour l'hélium

Le noyau de l'hélium ${}^4\text{He}$ est formé de deux protons et deux neutrons et sa masse exacte est 4,0026 U. Nous avons donc, pour un atome d'hélium, en unité de masse atomique :

$$4,0026 \text{ U} = 2 \times 1,0074 + 2 \times 1,0086 - \Delta m. \text{ D'où } \Delta m = 0,0294 \text{ u.}$$

Transformée en kilogrammes (en rappelant que $1 \text{ u} = 1,6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$), cette valeur donne : $\Delta m = 0,0294 \times 1,6605 \times 10^{-27} = 4,98 \times 10^{-29} \text{ kg}$. L'énergie correspondant à cette masse est alors : $E = (\Delta mc^2) = 4,98 \times 10^{-29} \times (3 \times 10^8)^2 = 4,48 \times 10^{-12} \text{ J}$ par noyau. Rapportée à une mole, cette énergie devient $4,48 \times 10^{-12} \times 6,022 \times 10^{23} = 2,7 \times 10^{12} \text{ J / mol}$. C'est l'énergie qu'il faudrait fournir pour séparer une mole d'hélium en ses nucléons. Elle correspond à la combustion de 64t de pétrole. Dans le cas des atomes légers, il n'est pas tenu compte de la masse des électrons dans le calcul de Δm , ce qui ne conduit qu'à une légère approximation.

➤ 2. Énergie de liaison par nucléon

L'énergie libérée par la formation du noyau dépend du nombre de nucléons liés dans l'atome. Il est pratique de rapporter cette énergie à un seul nucléon. Cette énergie est appelée en anglais : *Binding Energy Per Nucléon*, BEPN. Cela revient à diviser l'énergie associée au défaut de masse par le nombre de nucléons (A).

$$\text{Énergie de liaison par nucléon (BEPN)} = c^2 \times \Delta m / A$$