

Atomistique

La matière à l'échelle atomique



J.Cuny



Paulhenry Saux



10 septembre 2024



Français

Chapitre

Éléments introductifs

La réalité microscopique est complexe : la chimie est la science des électrons. Ce sont des particules quantiques. On utilise donc des modèles simplifiant plus ou moins. Ils permettent d'interpréter certains approximations.

1.1 Unités

1.1.1 Distance

$$1\text{pm} = 1 \times 10^{-12}\text{m}$$

$$1 \text{ \AA} = 1 \times 10^{-10}\text{m} = 100 \text{ pm}$$

Un atome a un ordre de grandeur de $100\text{pm} = 1 \text{ \AA}$

1.1.2 Énergie

$$1\text{eV} = 1.60218 \times 10^{-19}\text{J}.$$

$$1 \text{ MeV} = 1 \times 10^6 \text{ eV} = 1.60218 \times 10^{-13}\text{J}.$$

1.2 unité de masse atomique



Définition

On définit l'uma comme le 12e de la masse atomique d'un carbone 12. Ainsi, Un atome de carbone pèse 12 uma

N_A atomes de carbone 12 ont une masse de 12g

$$1 \text{ u} = \frac{1}{N_A} = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$m_u = \frac{1}{N_A \times 10^3} \simeq 1,660\,539\,068\,92(52) \times 10^{-27} \text{ kg}$$

1.3 Les électrons

Ils ont plusieurs manières de s'agencer : atomes métallique donnant des métaux, d'autres

1.3.1 Historique

- Expérience de Thomson pour extraire les électrons
- Expérience de Rutherford. Fait passer un faisceau à travers une feuille d'or. Si la matière est dense, rien ne doit sortir. Or, tout le faisceau traverse ou est réfléchi. Montre que la matière est constituée de vide avec un noyau.
- Expérience de Bohr : Pense qu'il existe des orbites stationnaires où se placent les électrons qui ne perdent pas d'énergie.

Forces fortes : 10^{-15} Un noyau avec des protons seulement ne peut tenir. L'équilibre neutron/proton est assuré .

1.3.2 Structure des atomes

On note un atome ${}^A_Z X$ avec A le nombre de masse et Z le numéro atomique, le nombre de protons.

La masse de l'atome est concentrée dans le noyau de taille 10^{-15} .

Neutrons + Protons = Nucléons

Nom	Charge	Masse
Neutron	0 C	$1,674710^{-27} \text{ kg}$
Proton	$e = 1,60210^{-19} \text{ C}$	$1,672410^{-27} \text{ kg}$
Électron	$-e = -1,60210^{-19} \text{ C}$	$0,9110^{-30} \text{ kg}$

Anion

On rajoute un électron : chargé négativement

Cation

On enlève un électron : chargé positivement

1.4 Isotopes

Ils ont un nombre identique de protons et d'électrons mais avec un nombre de neutrons différents. C'est un phénomène naturel.



Masse d'un élément (mélange d'isotopes)

La masse atomique d'un élément constitué de plusieurs isotopes vaut la moyenne des masses des différents isotopes stables qui le constituent, compte tenu de leur abondance naturelle ou proportion respectives.

Fin séance 1

1.5 Méthode et astuces

1.5.1 Comparer 2 volumes

Le rapport de 2 volumes est équivalent au rapport des rayons, mis au cube :

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{4}{3}\pi r_1^3}{\frac{4}{3}\pi r_2^3} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3$$

1.5.2 Calculer un nombre d'atome contenu dans un volume

On connaît la masse volumique et la masse molaire. De plus, $\rho = \frac{m}{V}$ et $M = \frac{m}{n}$. Donc $n = \frac{\rho \times V}{M}$. Pour obtenir le nombre d'atomes, on multiplie par N_A . Finalement, $Nb(atomes) = N_A \frac{\rho \times V}{M}$

1.5.3 Calculer les proportions de 2 isotopes

On connaît les masses molaire respectives et la masse molaire moyenne.

On résout le système :

$$M_m = \frac{x}{100}M_1 + \left(1 - \frac{x}{100}\right)M_2$$

1.5.4 Défaut de masse et énergie de cohésion d'un noyau

La masse d'un noyau est légèrement inférieure à la somme des masses des protons et des neutrons qui le constituent. La différence entre ces deux masses est appelée défaut de masse et se noté Δm . La masse réelle du noyau se calcule par la relation suivante :

$$m_{\text{noyau}} = [Z.m_p + (A - Z).m_n] - \Delta m$$

où Z et A sont le numéro atomique et le nombre de masse du noyau et m noyau la masse du noyau. On peut trouver Δm avec $E = \Delta mc^2$.



Aparté sur le lien matière - énergie

La perte des atomes est de l'ordre du dixième d'unité de masse atomique et est négligeable par rapport à la masse totale du noyau. La masse d'un élément se rapproche donc de la masse de son noyau.