

Thème 1 : Constitution et transformation de la matière

Chapitre 1 : De l'atome à l'élément chimique.

Objectifs :

- Citer l'ordre de grandeur de la valeur du rayon d'un atome. Comparer la taille et la masse d'un atome et de son noyau.
- Établir l'écriture conventionnelle d'un noyau à partir de sa composition et inversement.
- Utiliser le terme adapté parmi *molécule*, *atome*, *anion* et *cation* pour qualifier une entité chimique.
- Définir une espèce chimique comme une collection d'un nombre très élevé d'entités identiques.
- Exploiter l'électroneutralité de la matière pour associer des espèces ioniques et citer des formules de composés ioniques.

I. Les atomes et les ions monoatomiques

1. Constitution d'un atome

❖ Un atome est composé d'un cortège d'électrons autour d'un noyau.

❖ Le noyau est composé de nucléons, qui sont des protons et des neutrons.

❖ Les neutrons n'ont pas de charge électrique : ils sont électriquement neutres.

❖ Les protons ont une charge électrique positive.

❖ Les électrons ont une charge électrique négative, opposée à celle des protons.

Un atome est électriquement neutre. Son cortège électronique contient donc autant d'électrons qu'il y a de protons dans son noyau

❖ La charge électrique est notée q ou Q . Elle s'exprime (son unité est) en coulomb, de symbole C :

charge élémentaire

$$* q_{proton} = e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$* q_{electron} = -e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Exercice 1 : Calculons la charge électrique q_{Cu} du noyau d'un atome de Cuivre contenant 19 protons (Z=19).

$$q_{Cu} = 19 \times e = 19 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,0 \cdot 10^{-18} C$$

Exercice 2 : Calculons la charge électrique q_{He} du noyau d'un atome d'Hélium contenant 2 protons (Z=2).

$$q_{He} = 2 \times e = 2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,2 \cdot 10^{-19} C$$

2. Dimension d'un atome

❖ L'ordre de grandeur du rayon d'un **atome** est $10^{-10} m$.

❖ L'ordre de grandeur du rayon du **noyau** est $10^{-15} m$.

Calculons le rapport de la taille d'un atome par rapport à celle du noyau :

$$\frac{r_{atome}}{r_{noyau}} = \frac{10^{-10}}{10^{-15}} = 10^5 = 100\,000$$

L'atome est 100 000 fois plus grand que le noyau !!

❖ L'atome est essentiellement **constitué de vide**, sa structure est **lacunaire**.



Si le noyau d'un atome est représenté par une tête d'épingle, l'atome a alors la taille d'un terrain de football.

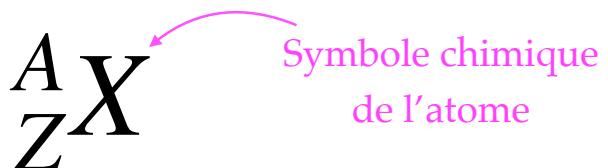
3. Noyau d'un atome

❖ On appelle **numéro atomique**, noté **Z**, le nombre de **protons** présents dans le noyau.

❖ On appelle **nombre de nucléons** (ou encore **nombre de masse**), noté **A**, le nombre total de nucléons présents dans le noyau.

❖ Soit **N** le nombre de neutrons. Il y a donc : $N = A - Z$ neutrons.

❖ Pour désigner un élément chimique, on utilise la notation suivante (représentation symbolique) :



Exemples :

❖ Noyau d'un atome de carbone : ${}_6^{12}C$

Il y a :

- 6 protons
- 12 nucléons
- $12 - 6 = 6$ neutrons

❖ Noyau d'un atome de Chlore : ${}_{17}^{35}Cl$

Il y a :

- 17 protons
- 35 nucléons
- $35 - 17 = 18$ neutrons

4. Masses

❖ Proton : $m_p = 1,672622 \times 10^{-27} \text{ kg}$

❖ Neutron : $m_n = 1,674927 \times 10^{-27} \text{ kg}$

❖ Electron : $m_e = 9,10938 \times 10^{-31} \text{ kg}$

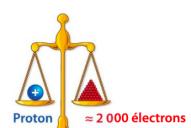
On peut considérer que :

$m_p = m_n$ noté $m_{nucleon}$

(Avec 3 CS, nuages bleus)

Calculons le rapport entre la masse d'un nucléon et celle d'un électron :

$$\frac{m_{nucleon}}{m_e} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27}}{9,11 \cdot 10^{-31}} = 1833$$



L'électron est environ 2 000 fois plus léger que le proton ou le neutron. On peut donc négliger sa masse par rapport à celle du nucléon.

Toute la masse d'un atome est donc dans le noyau.

La masse m d'un atome est sensiblement égale à : $m = A \times m_{nucleon}$

Exercice :

1) Calculons la masse m d'un atome de carbone ($^{12}_6C$). On a

$$m_{nucleon} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m = A \times m_{nucleon} = 12 \times 1,67 \cdot 10^{-27} = 2,00 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

2) Une mine de crayon est constitué uniquement d'atomes de carbone.

Combien y-a-t-il d'atomes de carbone dans la mine d'un crayon ayant une masse de 2g ?

Soit N le nombre d'atomes de carbone contenue dans la mine :

$$N = \frac{m_{mine}}{m_{atome}} = \frac{2 \times 10^{-3}}{2,00 \times 10^{-26}} = 1 \times 10^{23}$$

pour convertir de g
en kg

Exercice : Calculons la masse m_{zinc} d'un atome de Zinc ($^{65}_{30}Zn$). On a $m_{nucleon} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$$m = A \times m_{nucleon} = 65 \times 1,67 \cdot 10^{-27} = 1,09 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$$

5. Les ions

- ❖ Un ion monoatomique se forme lorsqu'un atome gagne ou perd un ou plusieurs électrons.
- ❖ Un anion est un ion négatif (atome ayant gagné des électrons).
- ❖ Un cation est un ion positif (atome ayant perdu des électrons).
- ❖ Lorsqu'un atome se transforme en ion, son noyau reste inchangé.

II. L'élément chimique

Les entités (atomes, ions) qui ont le même nombre de protons correspondent au même élément chimique. Ils ont donc le même symbole.

Chaque élément est caractérisé par son numéro atomique Z .

III. Du microscopique au macroscopique.

Microscopique : infiniment petit.

Macroscopique : à l'échelle humaine (de quelques mm à quelques km)

- ★ Une entité (atome, ions) constitue la matière à l'échelle microscopique.
- ★ Une espèce chimique est le résultat d'un amas (tas) d'entités chimiques.

Il existe (\exists) 3 types d'espèces chimiques (χ):

- atomique : composée d'atomes
- ionique : composée d'ions
- moléculaire : composée de molécules.

Exemples

Espèces chimiques			Échelle macroscopique
			
Entités chimiques			Échelle microscopique
Composée d' atomes de formule Fe	Composée de molécules d'eau de formule H₂O	Composée d'une paire d'ions sodium et chlorure de formule Na⁺ et Cl⁻	

La **matière** macroscopique est toujours **neutre**.

Une espèce atomique ou moléculaire est neutre en tant qu'assemblage d'atomes.

Pour être neutre, une espèce chimique ionique est toujours issue de l'assemblage de cations et d'anions.

Exemple :

- Sel : Chlorure de sodium

$$\text{Cl}^- \quad \text{Na}^+$$

Formule :

 - en solution : $(\text{Na}^+ ; \text{Cl}^-)$

On peut écrire : NaCl
- Chlorure de fer II

$$\text{Cl}^- \quad \text{Fe}^{2+}$$

Formule :

 - en solution : $(\text{Fe}^{2+} ; 2 \text{Cl}^-)$

On peut écrire : FeCl_2

Pour annuler la charge d'un ion fer II il faut deux ions chlorure.

Il y a deux fois plus d'ions chlorure que d'ions fer II.