

Fiche de cours De l'atome à l'élément chimique

L'essentiel du chapitre en deux pages

définitions · lois · méthodes · à savoir par cœur

1 LES ENTITÉS CHIMIQUES

Définition. Un **atome** est une entité électriquement neutre, constituée d'un noyau et d'électrons. Une **molécule** est un assemblage d'atomes liés entre eux, elle aussi électriquement neutre (H_2O , CO_2).

Définition. Un **ion** est une entité électriquement chargée, obtenue à partir d'un atome ou d'un groupe d'atomes qui a perdu ou gagné des électrons. Un **cation** a *perdu* des électrons : il est chargé positivement (Na^+ , Fe^{3+}). Un **anion** en a *gagné* : il est chargé négativement (Cl^- , SO_4^{2-}).

Notation. Un ion est **monoatomique** s'il provient d'un seul atome (Na^+ , Cl^-), **polyatomique** s'il provient d'un groupe d'atomes (NH_4^+ , SO_4^{2-} , HO^-).

Propriété. Un ion qui a perdu n électrons porte la charge $q = +ne$; un ion qui en a gagné n porte la charge $q = -ne$, où e est la charge élémentaire.

2 SOLIDES IONIQUES ET ÉLECTRONEUTRALITÉ

Définition. Un **solide ionique** est un empilement régulier de cations et d'anions. Il est électriquement **neutre** : les charges positives et négatives se compensent exactement.

Méthode — écrire la formule d'un solide ionique. écrire le cation puis l'anion, sans les charges, et ajouter en indice le plus petit nombre entier de chaque ion qui assure la neutralité. Ainsi Ca^{2+} et Cl^- donnent CaCl_2 (un ion Ca^{2+} pour deux ions Cl^-).

3 STRUCTURE DE L'ATOME

Définition. Le **noyau** d'un atome contient des **protons**, chargés positivement ($+e$), et des **neutrons**, neutres; ces particules sont les **nucléons**. Autour du noyau se déplacent les **électrons**, de charge $-e$.

Notation. On écrit un noyau sous la forme ${}_Z^AX$, où X est le symbole de l'élément :

- Z est le **numéro atomique** (ou nombre de charge) : c'est le nombre de *protons*;
- A est le **nombre de masse** : c'est le nombre de *nucléons*;
- le nombre de neutrons vaut $N = A - Z$.

Propriété — neutralité de l'atome. un atome possède autant d'électrons que de protons : sa charge totale est nulle. Un ion monoatomique ${}_Z^AX^{n+}$ possède Z protons, $A - Z$ neutrons et $Z - n$ électrons; un ion ${}_Z^AX^{n-}$ en possède $Z + n$.

4 ÉLÉMENT CHIMIQUE ET ISOTOPES

Définition. Un **élément chimique** rassemble toutes les entités dont le noyau a le *même numéro atomique* Z : l'atome, ses ions et ses isotopes appartiennent au même élément. C'est Z , et lui seul, qui définit l'élément.

Définition. Deux noyaux **isotopes** ont le *même* Z et des nombres de masse A *différents* : ils diffèrent par leur nombre de neutrons (${}_{17}^{35}\text{Cl}$ et ${}_{17}^{37}\text{Cl}$).

Remarque. L'élément chimique se conserve au cours des transformations chimiques : les atomes se réorganisent, ils ne disparaissent pas.

5 MASSES, CHARGES ET ORDRES DE GRANDEUR

■ DONNÉES — Valeurs à connaître ou à savoir utiliser

- Charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C. Charges : proton $+e$; neutron 0; électron $-e$.
- Masses : proton $m_p = 1,673 \times 10^{-27}$ kg; neutron $m_n = 1,675 \times 10^{-27}$ kg; électron $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg, soit environ 1 800 fois plus léger qu'un nucléon. On retient $m_{\text{nucléon}} \approx 1,67 \times 10^{-27}$ kg.
- Dimensions (diamètres) : atome $\approx 1 \times 10^{-10}$ m; noyau $\approx 1 \times 10^{-15}$ m, soit 100 000 fois plus petit.

Propriété — structure lacunaire. la masse de l'atome est presque entièrement concentrée dans le noyau, qui occupe une part infime de son volume : l'atome est essentiellement constitué de **vide**.

■ FORMULAIRE — Le formulaire du chapitre

- Masse d'un atome (électrons négligés) : $m_{\text{atome}} \approx A \times m_{\text{nucléon}}$
- Nombre d'atomes d'un échantillon : $N_{\text{atomes}} = \frac{m_{\text{échantillon}}}{m_{\text{atome}}}$ (mêmes unités de masse)
- Charge d'un ion : $q = \pm n e$ avec n le nombre d'électrons perdus ou gagnés.

6 SAVOIR-FAIRE DU CHAPITRE

➤ SAVOIR-FAIRE

- Classer des entités en atomes, molécules, cations et anions ; distinguer ions monoatomiques et polyatomiques.
- Écrire la formule d'un solide ionique en utilisant l'électronéutralité.
- Donner la composition (protons, neutrons, électrons) d'un atome ou d'un ion à partir de ${}^A_Z\text{X}$, et réciproquement.
- Reconnaître un élément chimique et des isotopes ; calculer la charge d'un ion en coulombs.
- Calculer la masse d'un atome, puis le nombre d'atomes d'un échantillon ; manipuler les puissances de 10.

7 EXEMPLES TYPES

★ EXEMPLE — composition d'un atome et d'un ion

Pour ${}^{27}_{13}\text{Al}$: $Z = 13$ protons, $N = A - Z = 27 - 13 = 14$ neutrons et 13 électrons (atome neutre). L'ion Al^{3+} a perdu 3 électrons : il garde 13 protons et 14 neutrons, mais n'a plus que 10 électrons. Sa charge vaut $q = +3e = 3 \times 1,6 \times 10^{-19} = 4,8 \times 10^{-19} \text{ C}$.

★ EXEMPLE — masse d'un atome et nombre d'atomes

Masse d'un atome d'aluminium : $m_{\text{atome}} \approx A \times m_{\text{nucléon}} = 27 \times 1,67 \times 10^{-27} = 4,5 \times 10^{-26} \text{ kg}$. Dans un échantillon de 1,0 g, soit $1,0 \times 10^{-3} \text{ kg}$: $N_{\text{atomes}} = \frac{1,0 \times 10^{-3}}{4,5 \times 10^{-26}} = 2,2 \times 10^{22}$ atomes.

★ EXEMPLE — isotopes

Les noyaux ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ et ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ ont le même $Z = 17$: ce sont deux isotopes de l'élément chlore. Le premier a $35 - 17 = 18$ neutrons, le second $37 - 17 = 20$. Leurs propriétés chimiques sont identiques ; leurs masses sont différentes.

★ EXEMPLE — formule d'un solide ionique

Le chlorure de magnésium est formé des ions Mg^{2+} et Cl^- . Pour une charge $+2$ apportée par un ion magnésium, il faut deux charges -1 : sa formule est MgCl_2 . De même, Na^+ et SO_4^{2-} donnent Na_2SO_4 .

✗ PIÈGES

- Confondre A et Z : Z (en bas) compte les protons, A (en haut) compte tous les nucléons ; le nombre de neutrons ne se lit pas directement, il se calcule.
- Croire qu'un cation a gagné des charges positives : il a *perdu* des électrons ; le noyau, lui, n'est jamais modifié dans une transformation chimique.
- Changer Z en formant un ion : l'ion Al^{3+} appartient toujours à l'élément aluminium.
- Oublier le signe de la charge d'un anion, ou donner une charge en nombre d'électrons au lieu de coulombs.
- Comparer des masses exprimées dans des unités différentes avant de diviser : convertir grammes et kilogrammes avant de calculer N_{atomes} .