

L'atome et les ions

Cours de sciences physiques - niveau 3e

*Un peigne en plastique frotté sur les cheveux attire de petits bouts de papier : la matière contient donc des charges électriques ! Pour comprendre d'où elles viennent, il faut entrer dans l'**atome**, la brique élémentaire de la matière, et comprendre comment il peut devenir des **ions**.*

Ce cours est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

De la matière à l'atome

Toute la matière est constituée d'**atomes**. Un atome est minuscule : son diamètre est de l'ordre de 10^{-10} m, soit un dixième de milliardième de mètre. Un grain de sable en contient des milliards de milliards. On les symbolise par une lettre majuscule, éventuellement suivie d'une minuscule : H pour l'hydrogène, C pour le carbone, O pour l'oxygène, Na pour le sodium, Cl pour le chlore, Fe pour le fer.

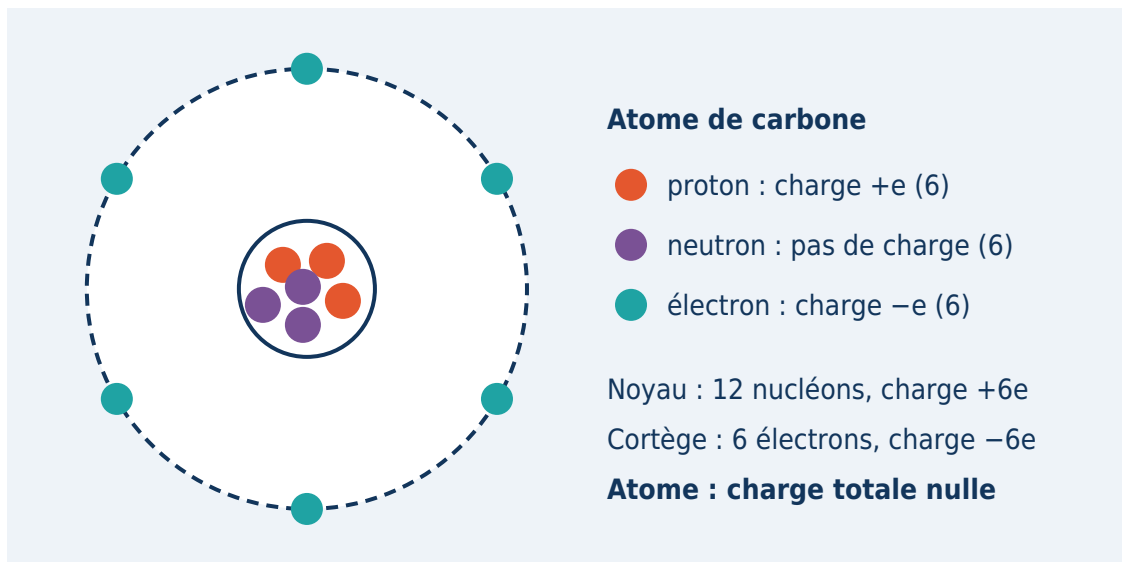
Les molécules sont des assemblages d'atomes : la molécule d'eau, H_2O , contient deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène.

La structure de l'atome

Le modèle de l'atome utilisé au collège le décrit comme un **noyau** très petit, chargé positivement, entouré d'un **nuage d'électrons**, chargés négativement.

DÉFINITION

Le **noyau** est constitué de **nucléons** : les **protons** (charge positive) et les **neutrons** (sans charge électrique). Les **électrons** (charge négative) se déplacent autour du noyau.



Le noyau (gros) contient les protons et les neutrons ; les électrons sont autour. Les proportions ne sont pas respectées.

Charges, masses et tailles

La charge électrique se mesure en **coulombs** (C). Le proton et l'électron portent des charges opposées, de même valeur : la **charge élémentaire** e .

A RETENIR

$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; proton : $+e$; électron : $-e$; neutron : 0

Particule	Charge	Masse approchée
Proton	$+1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Neutron	0	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Électron	$-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$	$9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Un électron est environ 1 800 fois plus léger qu'un proton. La **masse de l'atome est donc pratiquement égale à celle de son noyau**. Le noyau est lui-même 100 000 fois plus petit que l'atome (10^{-15} m contre 10^{-10} m) : entre le noyau et les électrons, il n'y a que du vide. On dit que la structure de l'atome est **lacunaire**. Si le noyau avait la taille d'une bille de 1 cm, l'atome ferait environ 1 km de diamètre.

Numéro atomique et neutralité

DÉFINITION

Le **numéro atomique Z** est le nombre de protons du noyau. Le **nombre de nucléons A** est le nombre total de protons et de neutrons. Le nombre de neutrons vaut donc **N = A - Z**. L'atome est noté ${}^A_Z\text{X}$.

PROPRIÉTÉ

Un atome est **électriquement neutre** : il possède autant d'électrons que de protons. Nombre d'électrons = Z. Le numéro atomique Z caractérise l'**élément chimique** : tous les atomes de numéro Z = 6 sont des atomes de carbone.

APPLICATION NUMÉRIQUE

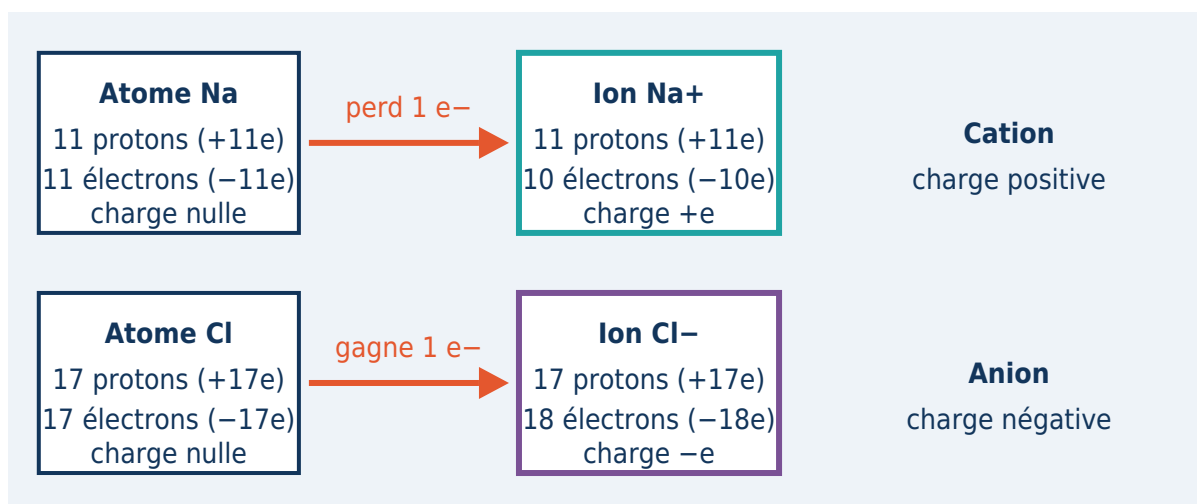
L'atome de sodium est noté $^{23}_{11}\text{Na}$. Il possède Z = 11 protons, donc 11 électrons. Son nombre de neutrons est $N = 23 - 11 = 12$. La charge de son noyau est $11 \times 1,6 \times 10^{-19} = 1,76 \times 10^{-18} \text{ C}$ et celle de son cortège d'électrons est $-1,76 \times 10^{-18} \text{ C}$: la charge totale est nulle.

APPLICATION NUMÉRIQUE

Masse approchée d'un atome de carbone $^{12}_6\text{C}$: $m \approx A \times m_{\text{nucléon}} = 12 \times 1,67 \times 10^{-27} = 2,0 \times 10^{-26} \text{ kg}$. Les 6 électrons ne pèsent que $6 \times 9,1 \times 10^{-31} \approx 5,5 \times 10^{-30} \text{ kg}$: on peut les négliger.

Les ions : des atomes qui ont perdu ou gagné des électrons

Lors de certaines transformations, un atome peut perdre ou gagner des électrons. Le **noyau ne change pas** (même Z, donc même élément), mais l'atome n'est plus neutre : c'est devenu un **ion monoatomique**.



Un atome qui perd un électron devient un cation ; un atome qui en gagne un devient un anion.

DÉFINITION

Un **cation** est un ion de charge positive : l'atome a *perdu* un ou plusieurs électrons (Na^+ , Ca^{2+} , Al^{3+}). Un **anion** est un ion de charge négative : l'atome a *gagné* un ou plusieurs électrons (Cl^- , O^{2-}).

La **formule de l'ion** s'écrit avec le symbole de l'atome suivi, en exposant, de la valeur de la charge exprimée en nombre de charges élémentaires : Na^+ (charge $+e$), Cu^{2+} (charge $+2e$), Fe^{3+} (charge $+3e$), O^{2-} (charge $-2e$). Il existe aussi des **ions polyatomiques**, groupes d'atomes chargés : l'ion hydroxyde HO^- , l'ion nitrate NO_3^- , l'ion sulfate SO_4^{2-} , l'ion ammonium NH_4^+ .

MÉTHODE

Pour trouver la composition d'un ion X^{n+} : nombre de protons = Z ; nombre d'électrons = $Z - n$. Pour un anion X^{n-} : nombre d'électrons = $Z + n$.

EXEMPLE

L'ion aluminium Al^{3+} ($Z = 13$) possède 13 protons et $13 - 3 = \mathbf{10 \text{ électrons}}$. L'ion oxyde O^{2-} ($Z = 8$) possède 8 protons et $8 + 2 = \mathbf{10 \text{ électrons}}$. Charge de l'ion Al^{3+} : $+3 \times 1,6 \times 10^{-19} = \mathbf{+4,8 \times 10^{-19} \text{ C}}$.

ERREUR FRÉQUENTE

Un atome ne devient pas un ion en gagnant ou en perdant des *protons* : cela changerait l'élément chimique. Seul le nombre d'**électrons** change. La masse de l'ion est pratiquement la même que celle de l'atome, car les électrons sont très légers.

Pourquoi les ions sont-ils importants ?

Les ions se rencontrent dans l'eau minérale, dans le sel de cuisine (Na^+ et Cl^-), dans le sang ou les engrais. Les atomes « gagnent » ou « perdent » des électrons lors de réactions chimiques et lors de l'électrisation par frottement : le plastique frotté capte des électrons arrachés à un autre matériau et se charge négativement. Dans un fil métallique, le courant électrique est un déplacement d'électrons ; dans une solution, il est dû à un déplacement d'ions (voir le chapitre suivant).

L'essentiel à retenir

- L'atome ($\approx 10^{-10} \text{ m}$) est formé d'un noyau (protons + neutrons) et d'électrons ; sa structure est lacunaire.
- Proton : $+e$; électron : $-e$; neutron : 0 ; $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.
- Z = nombre de protons = nombre d'électrons de l'atome ; $N = A - Z$.
- La masse de l'atome est quasiment celle de son noyau.
- Un ion est un atome (ou un groupe d'atomes) qui a gagné ou perdu des électrons ; le noyau ne change pas.
- Cation : charge positive (électrons perdus) ; anion : charge négative (électrons gagnés).