

Modèle de l'atome

Cours de sciences physiques - niveau 2de

*Ainsi, une pièce de monnaie, une goutte d'eau, ton propre corps : tout est fait d'atomes, trop petits pour être vus même au microscope optique. Pourtant, on sait en décrire la structure avec précision. Par ailleurs, le **modèle de l'atome** que tu étudies en seconde est le fruit d'un siècle d'expériences : il explique la masse, la charge et la taille de la matière à partir de trois sortes de particules seulement.*

L'essentiel : Un atome est constitué d'un noyau, de protons chargés positivement et de neutrons neutres, entouré d'électrons chargés négativement ; il est neutre. Son rayon vaut environ (10^{-10}) m, celui du noyau environ (10^{-15}) m, donc l'atome est essentiellement vide. Le noyau de carbone 12 compte 6 protons et 6 neutrons.

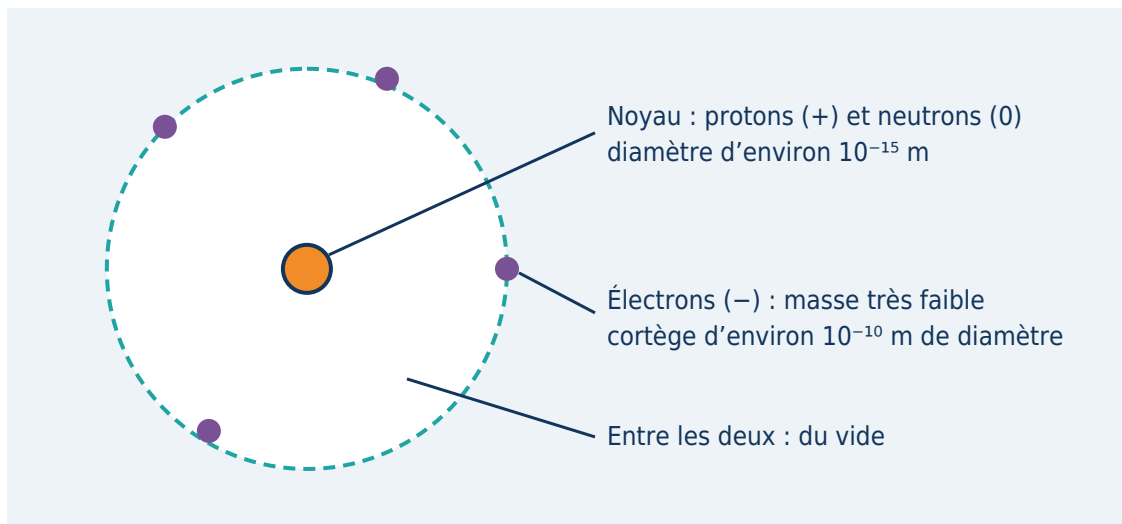
Par ailleurs, ce cours est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Un modèle de l'atome construit expérience après expérience

De plus, un **modèle** est une représentation simplifiée de la réalité, valable tant qu'elle explique les observations. Puis le modèle de l'atome a évolué : l'atome « indivisible » de Dalton (début du XIX^e siècle) a laissé place à l'atome contenant des électrons (Thomson, 1897), puis à l'atome à noyau central (Rutherford, 1911). Rutherford bombarde une feuille d'or très mince avec des particules α : presque toutes la traversent sans être déviées, mais quelques-unes rebondissent. Ensuite, il en déduit que la charge positive et presque toute la masse sont concentrées dans un **noyau** minuscule, entouré d'un grand volume où se trouvent les électrons. Puis ce modèle, enrichi ensuite par la physique quantique, reste le point de départ de toute la chimie.

Les constituants de l'atome

L'atome est formé d'un **noyau** et d'un **cortège électronique**. De plus, le noyau contient des **protons** et des **neutrons**, regroupés sous le nom de **nucléons**. Autour de lui se trouvent les **électrons**.



L'atome n'est pas à l'échelle : si le noyau était dessiné à sa vraie taille, il serait invisible.

Particule	Charge électrique	Masse	Où la trouve-t-on ?
Proton	$+e = +1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$	noyau
Neutron	0	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$	noyau
Électron	$-e = -1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$	$9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$	cortège électronique

Donc, la grandeur $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ s'appelle la **charge élémentaire** : toute charge électrique observée est un multiple entier de e . Ensuite, l'atome est **électriquement neutre** : il contient autant d'électrons que de protons.

Représenter un atome : numéro atomique et nombre de nucléons

DÉFINITION

Enfin, le **numéro atomique Z** est le nombre de protons du noyau. Par ailleurs, le **nombre de nucléons A** est le nombre total de protons et de neutrons. Puis le nombre de neutrons est donc $N = A - Z$.

Ensuite, le noyau d'un atome de symbole X se note ${}^A_Z\text{X}$. Ensuite, un atome neutre possède Z électrons.

23
11 Na

A = 23 : nombre de nucléons
(11 protons + 12 neutrons)

Z = 11 : numéro atomique
(11 protons, donc 11 électrons)

Na : symbole de l'élément sodium

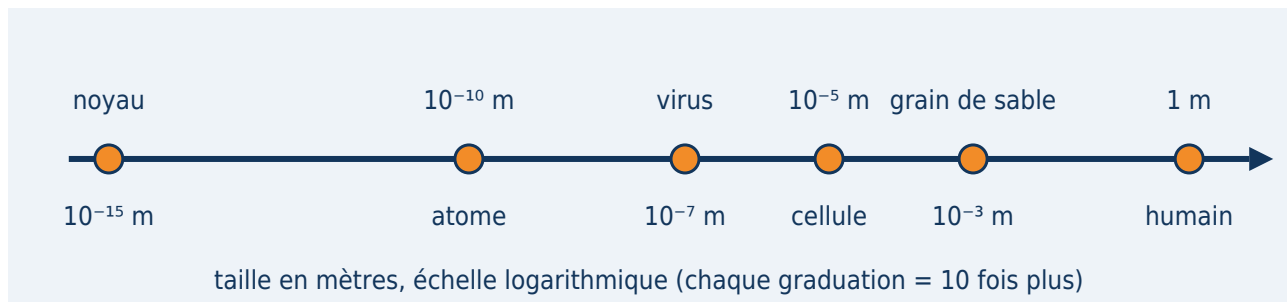
Lecture du symbole ${}^{23}_{11}\text{Na}$: A en haut, Z en bas.

EXEMPLE

Puis, pour l'atome $^{35}_{17}\text{Cl}$: $Z = 17$ donc 17 protons et 17 électrons ; $N = A - Z = 35 - 17 = \mathbf{18 \text{ neutrons}}$. Puis la charge du noyau est $+17e = 17 \times 1,60 \times 10^{-19} = \mathbf{2,72 \times 10^{-18} \text{ C}}$.

Ordres de grandeur : un atome presque vide

Un atome mesure environ $\mathbf{10^{-10} \text{ m}}$ (0,1 nm) de diamètre ; son noyau, environ $\mathbf{10^{-15} \text{ m}}$. De plus, le rapport des diamètres vaut $10^{-10} \div 10^{-15} = 10^5$: si le noyau avait la taille d'une bille de 1 cm, l'atome mesurerait 10^5 cm , soit 1 km. Entre le noyau et les électrons, il n'y a que du vide : la structure de l'atome est dite **lacunaire**, et la matière aussi, puisqu'elle est faite d'atomes.



Du noyau à l'être humain : 15 ordres de grandeur en un seul axe.

Pourtant, la masse est presque entièrement dans le noyau : un proton est environ 1 836 fois plus lourd qu'un électron ($1,67 \times 10^{-27} \div 9,11 \times 10^{-31} \approx 1,8 \times 10^3$), et les neutrons ont quasiment la même masse que les protons.

FORMULE À RETENIR

$$m_{\text{atome}} \approx A \times m_{\text{nucléon}} \quad \text{avec } m_{\text{nucléon}} \approx \mathbf{1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}}$$

APPLICATION NUMÉRIQUE

Masse d'un atome de carbone $^{12}_6\text{C}$: $m \approx 12 \times 1,67 \times 10^{-27} = \mathbf{2,00 \times 10^{-26} \text{ kg}}$. Ensuite, dans 1,0 g de carbone 12, il y a donc $N = m \div m_{\text{atome}} = 1,0 \times 10^{-3} \div 2,00 \times 10^{-26} = \mathbf{5,0 \times 10^{22} \text{ atomes}}$. Par ailleurs, on garde deux chiffres significatifs, comme la masse de départ.

ERREUR FRÉQUENTE

Ne confonds pas A et Z. Z (en bas) compte seulement les protons ; A (en haut) compte les protons et les neutrons. Pour trouver les neutrons, on calcule $A - Z$, jamais $A + Z$.

Isotopes : même élément, noyaux différents

Deux noyaux sont des **isotopes** s'ils ont le **même nombre de protons Z** mais un **nombre de neutrons différent**. Le carbone existe sous la forme $^{12}_6\text{C}$ (6 neutrons), $^{13}_6\text{C}$ (7 neutrons) et $^{14}_6\text{C}$ (8 neutrons, radioactif). Les isotopes ont le même cortège électronique, donc les mêmes propriétés chimiques : ils appartiennent au même élément chimique.

Des atomes aux ions monoatomiques

Un atome peut gagner ou perdre des électrons, mais pas des protons : le noyau reste le même. Il devient alors un **ion**. Un atome qui perd n électrons donne un cation de charge $+ne$; un atome qui en gagne n donne un anion de charge $-ne$. La charge d'un ion est $q = (Z - \text{nombre d'électrons}) \times e$.

EXEMPLE

L'ion sodium Na^+ vient de l'atome $^{23}_{11}\text{Na}$ qui a perdu un électron : 11 protons, 10 électrons, charge totale $+e$. L'ion oxyde O^{2-} vient de l'atome O ($Z = 8$) qui a gagné deux électrons : 8 protons, 10 électrons, charge $-2e = -3,20 \times 10^{-19} \text{ C}$. La masse change à peine, car celle des électrons est négligeable.

L'essentiel à retenir

- Un atome est formé d'un noyau (protons + neutrons) et d'électrons ; il est électriquement neutre.
- Proton : $+e$; électron : $-e$; neutron : 0, avec $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$.
- Z = nombre de protons = nombre d'électrons de l'atome ; A = nombre de nucléons ; $N = A - Z$.
- Diamètre de l'atome $\approx 10^{-10} \text{ m}$, du noyau $\approx 10^{-15} \text{ m}$: la structure est lacunaire.
- $m_{\text{atome}} \approx A \times 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$: la masse des électrons est négligeable.
- Les isotopes ont le même Z et des A différents ; un ion a le même noyau que l'atome mais un nombre d'électrons différent.

Tout le chapitre « Le modèle de l'atome » en seconde

- Les exercices : Le modèle de l'atome
- Le corrigé des exercices : Le modèle de l'atome
- Le TP : Le modèle de l'atome
- Le corrigé du TP : Le modèle de l'atome
- Le QCM : Le modèle de l'atome

Chapitre précédent : Quantité de matière et mole (cours)

Chapitre suivant : Éléments chimiques et classification périodique (cours)

Retrouve aussi tous les cours de sciences physiques en seconde et le programme complet de sciences physiques en seconde.