

Atomes, molécules et modèle particulaire

4^e

Programme du cycle 4 — arrêté du 9 novembre 2015, BO spécial n°11 du 26 novembre 2015

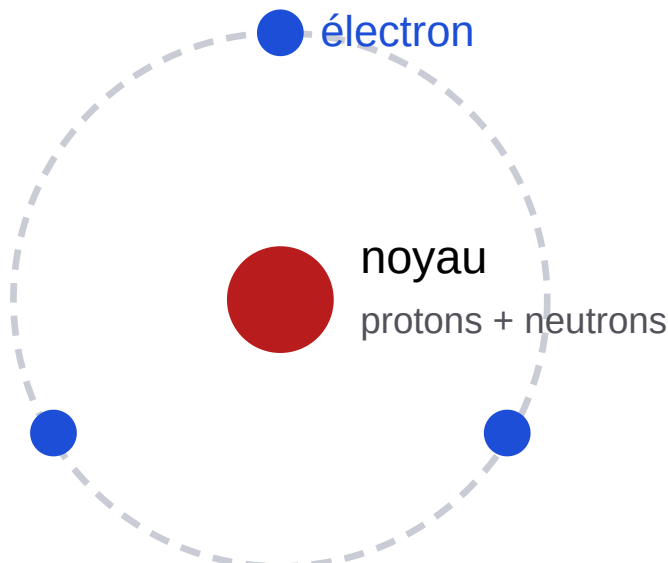
Un atome est presque entièrement **vide**. Toute sa masse tient dans un noyau des dizaines de milliers de fois plus petit que lui, autour duquel des électrons occupent l'espace restant. Si le noyau avait la taille d'une bille posée au centre d'un stade, les électrons circuleraient dans les gradins. C'est ce modèle — et rien de ce que l'œil peut voir — qui explique les ions, les molécules et toute la chimie.

1 La structure de l'atome

DÉFINITION

Un **atome** est formé d'un **noyau** central, qui contient des **protons** chargés positivement et des **neutrons** sans charge, autour duquel se déplacent des **électrons** chargés négativement. Presque toute la masse est dans le noyau ; presque tout le volume est occupé par les électrons.

$$A = Z + N$$



le noyau est des dizaines de milliers de fois plus petit que l'atome

Le noyau porte la masse et la charge positive ; les électrons occupent le volume. Le schéma n'est pas à l'échelle — aucun ne peut l'être.

RÈGLE

Un atome est **électriquement neutre** : il porte autant de charges positives que de charges négatives. Le nombre d'**électrons** est donc égal au nombre de **protons**, c'est-à-dire au numéro atomique Z . Cette égalité n'est pas une coïncidence à retenir : c'est elle qui rend l'atome neutre, et c'est sa rupture qui fabrique un **ion**.

EXEMPLE

Le sodium a pour numéro atomique 11 et pour nombre de masse 23. Donner la composition complète de son atome.

- ① Le numéro atomique donne le nombre de protons : il y en a **11**.
- ② L'atome étant neutre, il possède autant d'électrons que de protons, soit **11** électrons.
- ③ Les neutrons s'obtiennent par différence entre le nombre de masse et le numéro atomique :
 $23 - 11 = 12$

11 protons, 12 neutrons, 11 électrons

LE PIÈGE QUI COÛTE LE PLUS DE POINTS

Compter les électrons dans le noyau. — Le noyau ne contient que des protons et des neutrons — ce sont les nucléons, et c'est le sens du mot. Les électrons sont à l'extérieur, et c'est parce qu'ils sont accessibles qu'ils peuvent être perdus ou gagnés. Placer un électron dans le noyau rend impossible toute explication de la formation des ions.

Le réflexe : Retenir la répartition en une phrase : **la masse au centre, la charge négative autour**. Un électron qui bouge ne change jamais l'identité de l'atome ; un proton, si.

2 Les ions

DÉFINITION

Un **ion** est un atome — ou un groupe d'atomes — qui a **gagné ou perdu un ou plusieurs électrons**, et qui n'est donc plus neutre. Un **cation** a perdu des électrons et porte une charge positive : Na^+ , Cu^{2+} . Un **anion** en a gagné et porte une charge négative : Cl^- , O^{2-} . Le noyau, lui, n'a pas changé.

LE PIÈGE QUI COÛTE LE PLUS DE POINTS

Expliquer la charge d'un ion par un gain ou une perte de protons. — Changer le nombre de protons change l'**élément chimique** lui-même : un atome de sodium qui perdrait un proton deviendrait du néon, ce qui ne se produit pas en chimie. Seuls les électrons sont mobiles. C'est pourquoi l'ion Na^+ est toujours du sodium, malgré sa charge.

Le réflexe : Se demander ce qui a bougé. Le noyau ? Alors ce n'est plus le même élément, et on a quitté la chimie. Les électrons ? Alors c'est un ion.

DÉTERMINER LA COMPOSITION D'UN ION

- 1 Relever le numéro atomique Z : il donne le nombre de **protons**, qui ne change jamais.
- 2 Lire la charge portée en exposant, avec son signe.
- 3 Soustraire cette charge au nombre de protons pour obtenir le nombre d'électrons.
 $29 - 2 = 27$
Un cation de charge +2 a perdu deux électrons.
- 4 Contrôler le sens : un ion **positif** a **moins** d'électrons que de protons, un ion négatif en a davantage.

3 Le tableau périodique

DÉFINITION

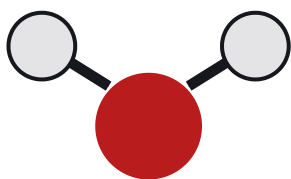
Le **tableau périodique** classe les éléments par numéro atomique croissant, en les rangeant de telle sorte que ceux d'une même **colonne** aient des propriétés chimiques voisines. Une colonne s'appelle une **famille**, une ligne une **période**. Ce n'est pas une liste : c'est un classement qui **prédit** — Mendeleïev y a laissé des cases vides pour des éléments qu'on a découverts ensuite, avec les propriétés annoncées.

Deux familles suffisent à comprendre l'intérêt du classement. Les **gaz nobles**, dans la dernière colonne, ne réagissent presque avec rien. Les **halogènes**, dans l'avant-dernière, forment tous des anions de charge moins un — d'où Cl^- , F^- , I^- . Connaître la colonne d'un élément, c'est prévoir la charge de son ion sans l'avoir appris par cœur.

4 Les molécules et leur formule

DÉFINITION

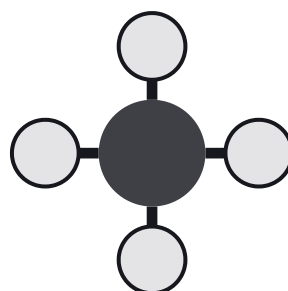
Une **molécule** est un assemblage d'atomes liés entre eux, électriquement neutre. Sa **formule brute** compte les atomes de chaque élément, sans dire comment ils sont liés : H_2O signifie deux atomes d'hydrogène et un d'oxygène. L'indice s'écrit en bas à droite du symbole ; son absence signifie **un** atome.



eau



dioxyde de carbone



méthane

Trois molécules courantes. La formule brute compte les atomes ; le modèle montre comment ils sont assemblés.

COMPTER LES ATOMES D'UNE FORMULE

- ① Lire l'indice écrit en bas à droite de chaque symbole ; son absence vaut 1.
- ② Multiplier par le grand nombre écrit **devant** la formule, s'il y en a un, qui compte les molécules.
- ③ Additionner pour obtenir le nombre total d'atomes.
 $3 \times 2 + 3 \times 1 = 9$
 Trois molécules d'eau : six atomes d'hydrogène et trois d'oxygène.
- ④ Contrôler que chaque élément a bien été compté séparément avant tout total.

À VÉRIFIER

- Mon atome est-il **neutre** — autant d'électrons que de protons ?
- Ai-je placé les électrons **autour** du noyau, jamais dedans ?
- Pour un ion, ai-je fait varier les **électrons** et laissé le noyau intact ?
- Un ion **positif** a **moins** d'électrons : ai-je vérifié le sens ?
- Ai-je distingué l'indice, qui compte les atomes, du nombre placé **devant**, qui compte les molécules ?
- Ai-je compté chaque élément séparément avant de faire le total ?

À RETENIR

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Noyau : protons et neutrons. Électrons : autour, jamais dedans. • $A = Z + N$: le nombre de masse compte tous les nucléons. • Atome neutre : autant d'électrons que de protons, donc Z électrons. • Un ion gagne ou perd des électrons — jamais des protons. • Cation = positif = électrons perdus · anion = négatif = électrons gagnés. | <ul style="list-style-type: none"> • Le nombre de protons fixe l'élément : un ion lithium reste du lithium. • Tableau périodique : une colonne est une famille, et la famille prédit le comportement. • Formule brute : l'indice compte les atomes, le nombre placé devant compte les molécules. • Pas d'indice = un atome. $3 H_2O$ contient six hydrogènes, pas deux. • Un atome est presque entièrement vide : toute la masse est dans le noyau. |
|---|---|