

Chapitre 5

Les éléments & la classification

RÉVISION ET RÉSUMÉ

Élément Un élément chimique est constitué par l'ensemble des atomes dont les noyaux ont le même nombre de protons, quelle que soit l'entité chimique dans laquelle ces noyaux se trouvent (atome, molécule, ion...).

Numéro atomique Un élément chimique est caractérisé par son numéro atomique Z .

Symbole Chaque élément chimique a un symbole X , constitué d'une lettre majuscule et éventuellement d'une lettre minuscule.

Exemples : O, N, Se, B, I, S...

Composés En regroupant des cations et des anions, on peut former des molécules neutres.

Exemple : le chlorure de sodium ou sel de cuisine est un composé solide blanc de formule $\text{NaCl}_{(s)}$.

Nom & formule Par convention internationale, on fait toujours figurer le cation en premier dans la formule d'un composé, alors même que le nom du composé est traduit en français à l'envers.

Exemple : le sel de cuisine :

- Formule $\text{NaCl}_{(s)}$;
- Nom international « sodium chlorure » ;
- Nom français « chlorure de sodium ».

Électrons Un atome, globalement neutre, comporte autant d'électrons chargés \ominus dans son nuage électronique que de protons chargés \oplus dans son noyau.

Couches Les électrons se répartissent sur des couches électroniques. La règle de remplissage est la suivante : on remplit d'abord la couche K pouvant contenir 2 électrons, puis la couche L pouvant en contenir 8, puis la couche M avec à nouveau 8 électrons au maximum.

Externe La couche externe est la dernière couche à se remplir. On l'appelle aussi couche de valence car elle intervient dans la *valence*, c'est-à-dire dans les liaisons entre atomes.

Saturée Lorsqu'une couche ne peut plus recevoir plus d'électrons, on dit qu'elle est saturée. La couche K est saturée à 2 électrons, les couches L et M à 8 électrons.

Stabilité Les atomes dont la couche externe n'est pas saturée ne sont pas stables : ils réagissent pour donner des ions ou des molécules.

Duet et octet Les atomes tels que $Z < 6$ obéissent à la règle du duet en acquérant deux électrons sur leur couche externe K.

Les autres atomes tels que $Z > 5$ respectent la règle de l'octet en acquérant huit électrons sur leur couche externe L ou M.

Famille Les éléments qui ont des propriétés chimiques semblables sont classés par famille. Vous devez savoir citer de mémoire au moins un élément des familles suivantes : alcalins, halogènes et gaz nobles.

L'idée n°1 Mendeleïev a eut l'idée de regrouper en colonne les éléments ayant des propriétés communes, ces dernières revenant avec une certaine périodicité dans la longue liste des éléments.

L'idée n°2 Mendeleïev a eut l'idée de laisser des cases vides quand il ne trouvait pas d'élément aux propriétés chimiques correspondant aux autres membres de la famille déjà connu. Par la suite ces éléments ont été découverts très facilement.

Numéro atomique Dans la classification les éléments sont classés par numéro atomique Z croissant le long d'une ligne (de gauche à droite, comme l'écriture).

Couches électroniques Chaque ligne traduit le remplissage d'une couche électronique.

Ions & molécules On peut facilement trouver les charges de nombreux ions et le nombre de liaison des atomes à l'aide de la classification périodique.

EXERCICES

5.1 À bâtons rompus

- Comment sont disposés les éléments chimiques dans la classification ?
- À quoi correspondent les chiffres de 1 à 2 et de 3 à 8 en haut de certaines colonnes dans la classification ?
- À quoi correspondent les lettres de l'alphabet de K à Q à l'extrémité des lignes de la classification ?
- Quels sont les points communs entre tous les éléments d'une même famille ?
- Comment appelle-t-on les éléments de la colonne 1 ? De la colonne 7 ? De la colonne 8 ?
- Que forment les éléments d'une colonne de la classification ?

5.2 N°2 p. 282 : Le calcium et ses voisins

5.3 N°3 p. 282 : L'élément chlore

Stabilité des structures électroniques & ions

5.4 N°12 p. 55 : Un remède soufré

5.5 N°13 p. 55 : Des ions dans nos aliments

Les ions

5.6 N°19 p. 56 : Le fer dans le sang

5.7 N°18 p. 56 : Analyse d'urine

Précipités & tests caractéristiques

5.8 N°25 p. 57 : Reconnaître les ions cuivre (II)

5.9 N°24 p. 57 : Observer les précipités

Les composés

5.10 Minerais

Donnez les formules des minerais suivants, dont des photographies sont proposées ci-contre, de haut en bas :

- la bauxite, minéral d'oxyde d'aluminium ;
- la sidérite, minéral de carbonate de fer (II) ;
- la cerusite, minéral de carbonate de plomb (II) ;
- la galène, minéral de sulfure de plomb (II) ;

Données : plomb Pb^{2+} , aluminium Al^{3+} , carbonate CO_3^{2-} , oxyde O^{2-} , sulfure S^{2-} .

5.11 Quelques acides

- L'acide sulfurique est un liquide utilisé pur dans les accumulateurs de voiture. Il peut libérer deux cations hydrogène $H^+_{(aq)}$ et un anion sulfate $SO_4^{2-}_{(aq)}$. Établir sa formule.
- Même question avec l'acide phosphorique, qui peut libérer trois cations hydrogène $H^+_{(aq)}$ et un anion phosphate $PO_4^{3-}_{(aq)}$.



5.12 Transformations du cuivre



- Sur la photographie ci-dessus, on a disposé : ① des copeaux de cuivre ; ② de l'oxyde de cuivre (II) ; ③ de l'hydroxyde de cuivre (II) ; ④ une solution de sulfate de cuivre (II). Quel est le point commun entre ces quatre espèces chimiques ? Donner leurs formules respectives, sachant que l'ion oxyde est O^{2-} .
- L'oxyde de cuivre (I) est un solide rouge, tel que photographié ci-contre ; Donnez sa formule et indiquez le point commun avec les espèces précédentes.
- Conclure par un *diagramme des transformations* faisant intervenir les cinq espèces chimiques.



5.13 N°25 p. 286 : La corrosion du fer

Comprendre le tableau

5.14 N°20 p. 285 : QCM sur la classification

5.15 N°22 p. 285 : Vrai ou faux ?

Les ions & les composés ioniques

5.16 N°17 p. 284 : Ions halogénures

5.17 Oxyde de béryllium

Il existe plusieurs composés ioniques constitués d'un ion de la famille du béryllium Be et d'un ion oxyde.

- Quelle est la formule de l'ion oxyde ? Justifiez.
- Citez trois éléments de la famille du béryllium.
- Quels ions monoatomiques peuvent-ils former ?
- Donner la formule des composés que l'on peut former avec ces trois ions et l'ion oxyde (rappel : un composé ionique est toujours électriquement neutre).
- Peut-on envisager l'existence de composés analogues en remplaçant l'élément oxygène par l'élément soufre ? Justifiez la réponse.

Corrigé 5

Les éléments & la classification

5.1 À bâtons rompus

- Les éléments chimiques sont classés par numéro atomique Z croissant ; en colonne, on retrouve les éléments partageant le même nombre d'électrons dans leurs couches externes, et donc les mêmes propriétés chimiques ; en ligne, on retrouve tous les éléments de même couche externe.
- Ces chiffres sont des numéros de colonnes, ils correspondent à des familles d'éléments souvent utilisés. Le 1 correspond à la famille des alcalins, le 7 aux halogènes et le 8 aux gaz nobles, chimiquement stables.
- Les lettres de l'alphabet renvoient à la convention utilisée pour nommer les couches électroniques. Rares sont les classifications périodiques qui proposent ces lettres, étant donné qu'il s'agit uniquement d'une convention propre à l'enseignement de seconde dans les lycées français ! Et pour cause, les français très chauvins adorent réinventer la roue en toute occasion.
- Les éléments d'une même famille partagent le même nombre d'électrons sur leur couche externe, cause de propriétés chimiques semblables.
- Ce sont les familles des alcalins, des halogènes et des gaz nobles.
- Une famille chimique. Avec la répétition, vient l'excellence... enfin, j'espère !
- Les trois éléments cités sont dans une même colonne, donc partagent les mêmes propriétés chimiques, comme vu dans le TP de Chimie n°3, sur les halogènes ; cependant, leurs propriétés physiques sont différentes, en particulier leurs états physiques à température ambiante (gaz, liquide, solide), directement lié à la masse des atomes. Cette masse augmentant en descendant une colonne, il est normal d'avoir un état gazeux pour le plus léger, liquide puis solide pour les plus lourds.

Structure électronique

5.2 N°2 p. 282 : Le calcium et ses voisins

5.3 N°3 p. 282 : L'élément chlore

Corrigé dans votre livre.

Stabilité des structures électroniques & ions

5.4 N°12 p. 55 : Un remède soufré

5.5 N°13 p. 55 : Des ions dans nos aliments

Corrigé dans votre livre.

Les ions

5.6 N°19 p. 56 : Le fer dans le sang

5.7 N°18 p. 56 : Analyse d'urine

- Il s'agit des ions sodium $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$, $\text{K}^+_{(\text{aq})}$ et $\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})}$.
- Trop peu d'ions calcium, trop d'ions potassium. Le diagnostic est justifié par l'écart des valeurs mesurées par rapport aux valeurs normales, telles que données dans le tableau d'analyse.

Précipités & tests caractéristiques

5.8 N°25 p. 57 : Reconnaître les ions cuivre (II)

5.9 N°24 p. 57 : Observer les précipités

- L'aluminium a pour structure électronique $(\text{K})^2(\text{L})^8(\text{M})^3$. En perdant les trois électrons de sa couche externe non saturée, il acquiert la structure électronique $(\text{K})^2(\text{L})^8$, qui est stable, la couche externe étant saturée (règle de l'octet). Cet ion se note Al^{3+} .
- Les couleurs des précipités sont identiques (précipités blancs), on ne peut donc pas les distinguer par leurs couleurs.
- Tel que le précise l'énoncé, l'ion zinc $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}$ forme un précipité gélatineux en présence d'ions hydroxyde $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$. Ce détail permet de distinguer les deux précipités.

Les composés

5.10 Minerais

5.11 Quelques acides

a. H_2SO_4

b. H_3PO_4

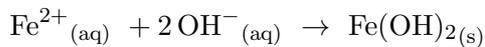
Les éléments

5.12 Transformations du cuivre

5.13 N°25 p. 286 : La corrosion du fer

- a. L'élément fer (Fe) est présent dans les trois espèces chimiques citées. b. Beaucoup.
- a. Une solution de soude (hydroxyde de sodium) est formée des ions sodium $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ et hydroxyde $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ (à savoir par cœur...) ; Une solution de chlorure de fer (II) est formée des ions fer (II) $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$ et des ions chlorure $2\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ (deux chlorures pour un fer, afin d'assurer la neutralité électrique de la solution aqueuse).

- b. Dans le tube à essais, il apparaît un précipité : un solide (de formule $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$) en suspension dans la solution, qui n'est donc plus limpide.
- c. Tel que vu dans le TP de Chimie n°2, et à connaître par cœur, la couleur de ce précipité est verte.
- d. Équation de la réaction de précipitation :



- 3. a. Oxygène : symbole O.
- b. O : $Z = 8$ donc $(\text{K})^2(\text{L})^6$.
- c. 6 électrons périphériques.
- 4. Les atomes de $Z > 5$ adoptent la structure électronique en octet du gaz noble le plus proche.
- 5. O^{2-} , car il va gagner 2 électron pour acquérir un octet.
- 6. $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{O}^{2-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{FeO}_{(\text{s})}$

Comprendre le tableau

5.14 N°20 p. 285 : QCM sur la classification

5.15 N°22 p. 285 : Vrai ou faux ?

- 1. Vrai : les lignes du tableau sont appelées des périodes, et le fait que les lignes se répètent explique pourquoi on parle de tableau périodique.
- 2. Faux : les éléments d'une même colonne possèdent les mêmes propriétés chimiques, mais des propriétés

physiques différentes.

- 3. Faux : il y a seulement 92 éléments naturels, et plus de 118 éléments en tout.
- 4. Vrai, mais cela pourrait devenir faux, dès que d'autres éléments, placés sur une nouvelle ligne, auront été découverts.

Les ions & les composés ioniques

5.16 N°17 p. 284

5.17 Oxyde de béryllium

- a. L'ion oxyde, à +2 cases du gaz noble le plus proche, est O^{2-} .
- b. Magnésium Mg, calcium Ca, baryum Ba (famille dite des "alcalino-terreux").
- c. À -2 cases des gaz nobles les plus proches, ils peuvent former : Mg^{2+} , Ca^{2+} et Ba^{2+} .
- d. Composé ionique neutre, calcul simpliste pour les charges : $1 \times 2\oplus + 1 \times 2\ominus = 0$, donc MgO, CaO, BaO.
- e. En remplaçant l'élément oxygène par l'élément soufre, on peut obtenir des composés analogues : MgS, CaS, BaS. En effet, le soufre S et l'oxygène O sont de la même famille, ils ont même couche externe et des propriétés chimiques voisines, y inclus l'aptitude à former des ions de même charge (ion sulfure S^{2-}).

* *
*