

Chapitre 6 : De l'atome à l'élément chimique

Cours

1. Atomes et ions monoatomiques

a. Histoire de l'atome

Ci-dessous un lien vers une vidéo sur l'histoire des atomes.

<https://youtu.be/7mbCB46oDWA?t=12>

b. Composition d'un atome

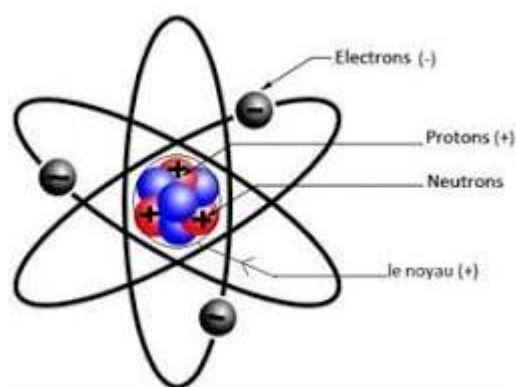


Figure 1

L'atome est constitué d'un noyau central positif et d'électrons négatifs qui tournent autour. Comme l'atome est électriquement neutre la charge électrique totale (négative) des électrons est donc l'opposée de la charge électrique (positive) du noyau. Ce dernier contient des protons (positifs), de charge individuelle opposée à celle de l'électron, et des neutrons (pas de charge).

Particules	électron (e^-)	proton (p)	neutron (n)
Où les trouve-t-on (noyau, atome) ?	atome	noyau	noyau
Quelle est leur charge électrique ?	- e	e	0
Quelle est leur masse ?	$9,1 \cdot 10^{-31}$ kg	$1,7 \cdot 10^{-27}$ kg	$1,7 \cdot 10^{-27}$ kg

e : Charge électrique élémentaire positive de valeur $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

La signification de e et sa valeur ne sont pas au programme.

Protons et neutrons sont appelés nucléons car ils sont présents dans le noyau (nucleus en latin).

Application

Comparer la masse d'un nucléon à celle d'un électron. Que peut-on en déduire ?

Le rapport entre les deux masses est

$$\frac{m(\text{nucléon})}{m(\text{électron})} = \frac{1,7 \cdot 10^{-27}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = \underline{1,9 \cdot 10^3}.$$

Par conséquent on peut affirmer que la masse se trouve essentiellement dans le noyau. On ne tiendra pas compte des électrons dans le calcul de la masse d'un atome.

c. Notation symbolique d'un noyau ou d'un atome

Le noyau ou bien l'atome le plus général est noté ${}^A_Z\text{X}$.

Z : Numéro atomique ou nombre de charge soit le nombre de protons

A : Nombre de masse soit le nombre de protons plus le nombre de neutrons

X : Symbole de l'élément (par exemple H, C, Fe, etc.)

Remarques

-Le nombre de neutrons est donc $N = A - Z$.

-Z est appelé nombre de charge car il sert à calculer la charge électrique du noyau.

-A est appelé nombre de masse car il sert à calculer la masse du noyau

Application 1

Quelle est la composition du noyau de symbole ${}^{56}_{26}\text{Fe}$?

Il est composé de $Z = 26$ protons et de $N = 56 - 26 = 30$ neutrons.

Application 2

Quelle est la composition de l'atome de symbole ${}^{13}_6\text{C}$?

Il est composé de $Z = 6$ protons, $N = 13 - 6 = 7$ neutrons et de 6 électrons.

Application 3

Quelle est la masse de l'atome ${}^{35}_{17}\text{Cl}$?

La masse est essentiellement concentrée dans le noyau, donc

$$\begin{aligned} m(\text{atome}) &= A m_n \\ &= 35 \times 1,7 \cdot 10^{-27} \\ &= \underline{6,0 \cdot 10^{-26} \text{ kg}}. \end{aligned}$$

Application 4

Quelle est la charge électrique du noyau de symbole ${}^{23}_{11}\text{Na}$?

La charge demandée est

$$q(\text{noyau}) = Z e$$

$$= \underline{11 e}.$$

d. Dimensions dans l'atome

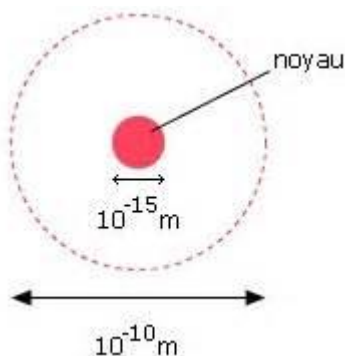


Figure 2

La photographie ci-dessus (Figure 2) montre la structure lacunaire des atomes : Il y a essentiellement du vide car un noyau est 100000 fois plus petit que l'atome.

Application

La taille d'un noyau est de l'ordre de 10^{-15} m et celle de l'atome est de l'ordre de 10^{-10} m . Donner la dimension d'un modèle de l'atome si son noyau était représenté par une balle de 40 mm de diamètre.

Le diamètre du modèle est donc égal à

$$40.10^{-3} \times \frac{10^{-10}}{10^{-15}} = \underline{4.0.10^3 \text{ m}}.$$

e. Ions monoatomiques

L'expérience d'électrolyse (voir figure 3) nécessite d'introduire la notion d'ion.

Sur le schéma simplifié de la figure 3 un générateur de courant continu est relié à deux électrodes plongeant dans une solution conduisant le courant électrique.

Comme la solution est électriquement neutre, il faut admettre qu'elle renferme des espèces microscopiques électrisées qui se déplacent vers les électrodes.

Anode : Le courant fourni par le générateur entre dans la solution par l'anode («porte d'entrée»)

Cathode : Le courant fourni par le générateur sort de la solution par la cathode («porte de sortie»)

Les espèces microscopiques électrisées sont appelées ions (voyageurs en grec).

Les ions positifs qui se déplacent vers la cathode négative sont appelés cations.

Les ions négatifs qui se déplacent vers l'anode positive sont appelés anions.

Les cations (positifs) monoatomiques ont pour symbole ${}^A_ZX^{n+}$:
 Z protons et (A-Z) neutrons dans le noyau,
 (Z-n) électrons autour du noyau.
 Il s'agit d'un atome A_ZX ayant perdu n électrons.

Les anions (négatifs) monoatomiques ont pour symbole ${}^A_ZX^{n-}$:
 Z protons et (A-Z) neutrons dans le noyau,
 (Z+n) électrons autour du noyau.
 Il s'agit d'un atome A_ZX ayant gagné n électrons.

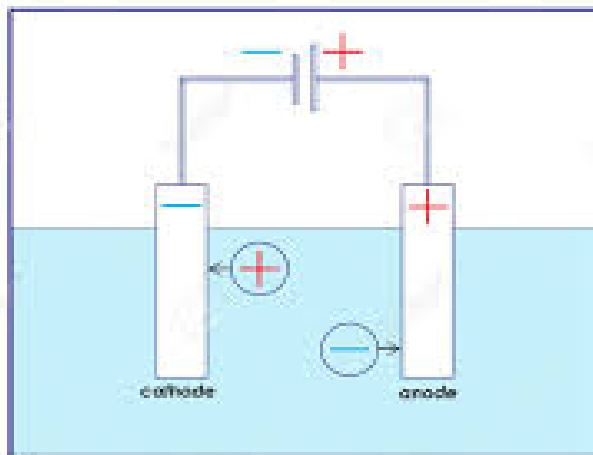


Figure 3

Application 1

Quelle est la composition de l'ion lithium ${}^7_3\text{Li}^+$? En déduire sa charge électrique.
 L'ion lithium contient 3 protons, $(7-3) = 4$ neutrons, et $(3-1) = 2$ électrons.
 Sa charge électrique est $q = 3e + 2(-e) = e$.

$+ \leftrightarrow e$

Application 2

Quelle est la composition de l'ion sulfure ${}^{32}_{16}\text{S}^{2-}$? En déduire sa charge électrique.
 L'ion sulfure contient 16 protons, $(32-16) = 16$ neutrons, et $(16+2) = 18$ électrons.
 Sa charge électrique est $q = 16e + 18(-e) = -2e$.
 $2- \leftrightarrow -2e$

Ci-dessous le lien vers un site internet sur les atomes.

https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_fr.html

2. Notion d'élément chimique

a. Position du problème sur un exemple

Les atomes $^{35}_{17}\text{Cl}$ et $^{37}_{17}\text{Cl}$ ainsi que les ions $^{35}_{17}\text{Cl}^-$ et $^{37}_{17}\text{Cl}^-$ font bien sûr partie du «Chlore». Ces quatre espèces ont en commun le numéro atomique $Z = 17$. Le nombre de protons égal à 17 caractérise donc le «Chlore».

b. Définition de l'élément chimique

Un élément chimique est constitué d'atomes ou d'ions ayant même numéro atomique Z . L'image ci-dessous (figure 4) est très « parlante ». L'élément chimique cuivre est fait d'atomes Cu ou d'ions Cu^{2+} .

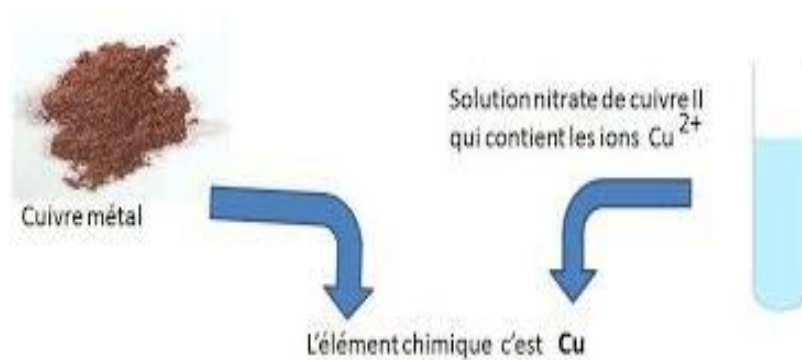


Figure 4

Application

Classer les espèces suivantes par élément chimique : $^{12}_6\text{C}$, $^6_3\text{Li}^+$, $^{56}_{26}\text{Fe}$, $^{14}_6\text{C}$, ^7_3Li .

$^{12}_6\text{C}$ et $^{14}_6\text{C}$ font partie de l'élément carbone.

$^6_3\text{Li}^+$ et ^7_3Li font partie de l'élément lithium.

$^{56}_{26}\text{Fe}$ fait partie de l'élément fer.

3. Microscopique et macroscopique

a. Définitions

Au niveau microscopique la matière est faite d'entités chimiques qui peuvent être des atomes, des molécules ou encore des ions.

Au niveau macroscopique la matière est faite d'espèces chimiques qui sont-elles mêmes une collection (un ensemble) d'un très grand nombre d'entités chimiques.

b. Neutralité électrique

La matière qui nous entoure est très souvent électriquement neutre. Si une espèce chimique contient des ions positifs (cations) et des ions négatifs (anions) alors les proportions des deux entités sont telles que la charge électrique totale soit nulle.

Sur la figure 5 ci-dessous on voit du chlorure de calcium de formule CaCl_2 . Cette espèce chimique est constituée d'ions calcium Ca^{2+} et chlorure Cl^- . Pour que le composé soit électriquement neutre il faut deux ions Cl^- pour un ion Ca^{2+} .



Figure 5

Application

Quelle est la formule chimique du sulfure de sodium constitué d'ions sodium Na^+ et d'ions sulfure S^{2-} .

Pour assurer la neutralité électrique il faut deux ions Na^+ pour un ion S^{2-} : La bonne formule est donc Na_2S

Exercices

N°	3	page	60
N°	7	page	60
N°	10	page	61
N°	12	page	61
N°	18	page	61
N°	19	page	62
N°	20	page	62
N°	22	page	62
N°	25	page	63
N°	27	page	63