

Thème 1 : Constitution et transformation de la matière

Chapitre 1 : De l'atome à l'élément chimique.

Objectifs :

- Citer l'ordre de grandeur de la valeur du rayon d'un atome. Comparer la taille et la masse d'un atome et de son noyau.
- Établir l'écriture conventionnelle d'un noyau à partir de sa composition et inversement.
- Utiliser le terme adapté parmi *molécule*, *atome*, *anion* et *cation* pour qualifier une entité chimique.
- Définir une espèce chimique comme une collection d'un nombre très élevé d'entités identiques.
- Exploiter l'électroneutralité de la matière pour associer des espèces ioniques et citer des formules de composés ioniques.

I. Les atomes et les ions monoatomiques

1. Constitution d'un atome

- ⊗ Un atome est composé d'un cortège d'électrons autour d'un noyau.
- ⊗ Le noyau est composé de nucléons, qui sont des protons et des neutrons.
- ⊗ Les neutrons n'ont pas de charge électrique : ils sont électriquement neutres.
- ⊗ Les protons ont une charge électrique positive.
- ⊗ Les électrons ont une charge électrique négative, opposée à celle des protons.

Un atome est électriquement neutre. Son cortège électronique contient donc autant d'électrons qu'il y a de protons dans son noyau

- ⊗ La charge électrique est notée q ou Q . Elle s'exprime (son unité est) en coulomb, de symbole C :

$$* q_{proton} = e = 1,6 \times 10^{-19} C$$

$$* q_{electron} = -e = -1,6 \times 10^{-19} C$$

Exercice 1 : Calculons la charge électrique q_{Cu} du noyau d'un atome de Cuivre contenant 19 protons ($Z=19$).

$$q_{Cu} = 19 \times e = 19 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,0 \cdot 10^{-18} \text{ C}$$

Exercice 2 : Calculons la charge électrique q_{He} du noyau d'un atome d'Hélium contenant 2 protons ($Z=2$).

$$q_{He} = 2 \times e = 2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

2. Dimension d'un atome

⊗ L'ordre de grandeur du rayon d'un atome est 10^{-10} m .

⊗ L'ordre de grandeur du rayon du noyau est 10^{-15} m .

Calculons le rapport de la taille d'un atome par rapport à celle du noyau :

$$\frac{r_{\text{atome}}}{r_{\text{noyau}}} = \frac{10^{-10}}{10^{-15}} = 10^5 = 100\,000$$

L'atome est 100 000 fois plus grand que le noyau !!

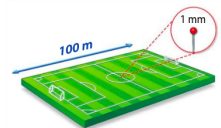
⊗ L'atome est essentiellement constitué de vide, sa structure est lacunaire.

3. Noyau d'un atome

⊗ On appelle numéro atomique, noté Z , le nombre de protons présents dans le noyau.

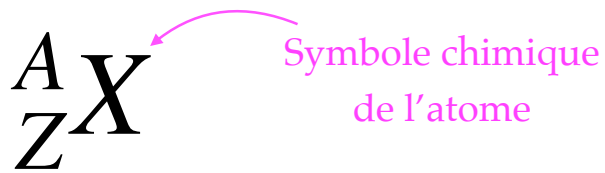
⊗ On appelle nombre de nucléons (ou encore nombre de masse), noté A , le nombre total de nucléons présents dans le noyau.

⊗ Soit N le nombre de neutrons. Il y a donc : $N = A - Z$ neutrons.



> Si le noyau d'un atome est représenté par une tête d'épingle, l'atome a alors la taille d'un terrain de football.

⊗ Pour désigner un élément chimique, on utilise la notation suivante (représentation symbolique) :



Exemples :

♣ Noyau d'un atome de carbone : ${}^{12}_6\text{C}$

Il y a :

- 6 protons
- 12 nucléons
- $12 - 6 = 6$ neutrons

♣ Noyau d'un atome de Chlore : ${}^{35}_{17}\text{Cl}$

Il y a :

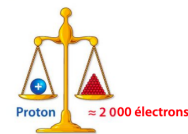
- 17 protons
- 35 nucléons
- $35 - 17 = 18$ neutrons

4. Masses

⊗ Proton : $m_p = 1,672622 \times 10^{-27} \text{ kg}$ } On peut considérer que :
 ⊗ Neutron : $m_n = 1,674927 \times 10^{-27} \text{ kg}$ } $m_p = m_n$ noté $m_{nucleon}$
 ⊗ Electron : $m_e = 9,10938 \times 10^{-31} \text{ kg}$ (Avec 3 CS, nuages bleus)

Calculons le rapport entre la masse d'un nucléon et celle d'un électron :

$$\frac{m_{nucleon}}{m_e} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27}}{9,11 \cdot 10^{-31}} = 1833$$



L'électron est environ 2 000 fois plus léger que le proton ou le neutron. On peut donc négliger sa masse par rapport à celle du nucléon.

Toute la masse d'un atome est donc dans le noyau.

La masse m d'un atome est sensiblement égale à : $m = A \times m_{nucleon}$

Exercice :

1) Calculons la masse m d'un atome de carbone (${}^{12}_6\text{C}$). On a

$$m_{\text{nucleon}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m = A \times m_{\text{nucleon}} = 12 \times 1,67 \cdot 10^{-27} = 2,00 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

2) Une mine de crayon est constituée uniquement d'atomes de carbone.

Combien y-a-t-il d'atomes de carbone dans la mine d'un crayon ayant une masse de 2g ?

Soit N le nombre d'atomes de carbone contenue dans la mine :

$$N = \frac{m_{\text{mine}}}{m_{\text{atome}}} = \frac{2 \times 10^{-3}}{2,00 \times 10^{-26}} = 1 \times 10^{23}$$

pour convertir de g
en kg

Exercice : Calculons la masse m_{zinc} d'un atome de

Zinc (${}^{65}_{30}\text{Zn}$). On a $m_{\text{nucleon}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$$m = A \times m_{\text{nucleon}} = 65 \times 1,67 \cdot 10^{-27} = 1,09 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$$

5. Les ions

- ⊗ Un ion monoatomique se forme lorsqu'un atome gagne ou perd un ou plusieurs électrons.
- ⊗ Un anion est un ion négatif (atome ayant gagné des électrons).
- ⊗ Un cation est un ion positif (atome ayant perdu des électrons).
- ⊗ Lorsqu'un atome se transforme en ion, son noyau reste inchangé.

II. L'élément chimique

Les entités (atomes, ions) qui ont le même nombre de protons correspondent au même élément chimique. Ils ont donc le même symbole.

Chaque élément est caractérisé par son numéro atomique Z .

III. Du microscopique au macroscopique.

Microscopique : infiniment petit.




Macroscopique : à l'échelle humaine (de quelques mm à quelques km)

- ★ Une entité (atome, ions) constitue la matière à l'échelle microscopique.
- ★ Une espèce chimique est le résultat d'un amas (tas) d'entités chimiques.

Il existe (\exists) 3 types d'espèces chimiques (χ):

- atomique : composée d'atomes
- ionique : composée d'ions
- moléculaire : composée de molécules.

Exemples

Espèces chimiques			Échelle macroscopique
			
Fer : espèce chimique atomique	Eau : espèce chimique moléculaire	Chlorure de sodium : espèce chimique ionique	
Entités chimiques			Échelle microscopique
Composée d' atomes de formule Fe	Composée de molécules d'eau de formule H₂O	Composée d'une paire d' ions sodium et chlorure de formule Na⁺ et Cl⁻	

La **matière** macroscopique est toujours **neutre**.

Une espèce atomique ou moléculaire est neutre en tant qu'assemblage d'atomes.

Pour être neutre, une espèce chimique ionique est toujours issue de l'assemblage de cations et d'anions.

Exemple :

- Sel : Chlorure de sodium



Formule :

- en solution : $(Na^{+} ; Cl^{-})$

On peut écrire : $NaCl$

- Chlorure de fer II



Formule :

- en solution : $(Fe^{2+} ; 2 Cl^{-})$

On peut écrire : $FeCl_2$

Pour annuler la charge d'un ion fer II il faut deux ions chlorure.

Il y a deux fois plus d'ions chlorure que d'ions fer II.

6 Analyser l'écriture conventionnelle d'un noyau

Utiliser un modèle pour décrire.

Le noyau d'un atome de silicium a pour écriture conventionnelle ${}_{14}^{28}\text{Si}$.

1. Donner la signification des nombres « 14 », « 28 » et du symbole « Si ».
2. Déterminer la composition de ce noyau.

9 Calculer la masse approchée d'un atome

Effectuer des calculs.

Un atome d'or est composé de 79 protons, 121 neutrons et 79 électrons.

- Calculer la masse approchée de cet atome.

Donnée

• $m_{\text{nucléon}} = 1,67 \times 10^{-27}$ kg.

10 Calculer un nombre de nucléons

Effectuer des calculs.

La masse approchée m d'un atome et la masse $m_{\text{nucléon}}$ d'un nucléon sont reliées par $m \approx A \times m_{\text{nucléon}}$.

1. Exprimer A en fonction de m et $m_{\text{nucléon}}$.
2. Un atome de carbone a une masse de $2,00 \times 10^{-26}$ kg.

Calculer le nombre A de nucléons de cet atome.

Une mine de crayon est composée d'atomes de carbone.



Donnée

• $m_{\text{nucléon}} = 1,67 \times 10^{-27}$ kg.

12 Déterminer la charge d'un ion

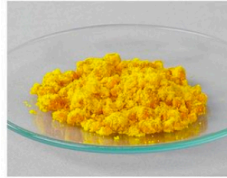
Mobiliser ses connaissances.

Un ion possède 10 électrons, 8 protons et 10 neutrons.

1. Déterminer s'il s'agit d'un anion ou d'un cation.
2. La formule de cet ion est-elle X^{2+} ou X^{2-} ?

17 Déterminer la formule d'une espèce ionique

Mobiliser ses connaissances.



Le chlorure de fer (III) est une espèce chimique constituée d'ions fer (III) Fe^{3+} et d'ions chlorure Cl^- .

- Donner la formule chimique du chlorure de fer (III).

Utiliser le réflexe 3

18 Justifier la formule d'une espèce ionique

Rédiger une explication.



Le chlorure de calcium est un solide constitué d'ions calcium Ca^{2+} et d'ions chlorure Cl^- .

- Justifier sa formule chimique CaCl_2 .

21 Le sélénium

Utiliser un modèle pour décrire ; effectuer des calculs.

La particularité du sélénium, de symbole Se, est sa capacité à agir comme isolant électrique dans l'obscurité et comme conducteur électrique à la lumière. Il est utilisé dans les imprimantes laser.

Le noyau d'un atome de sélénium a pour masse $m = 1,32 \times 10^{-25}$ kg et possède 45 neutrons.

1. Déterminer le nombre de protons de cet atome et en déduire le nombre d'électrons composant son nuage électronique.
2. Donner l'écriture conventionnelle de son noyau.
3. Citer l'ordre de grandeur de la valeur du rayon de cet atome.

Donnée

• $m_{\text{nucléon}} = 1,67 \times 10^{-27}$ kg.

26 Des ions en prévention des caries

Effectuer des calculs ; utiliser un modèle pour expliquer.

Les ions fluorure présents dans les pâtes dentifrices permettent de prévenir les caries dentaires. Le fluor forme facilement l'ion fluorure F^- .

1. a. Écrire la relation entre le nombre de protons Z , la charge élémentaire e et la charge Q du noyau d'un atome.
b. Calculer le nombre de protons composant le noyau d'un atome de fluor.
2. L'ion fluorure est-il un anion ou un cation ? En déduire le nombre d'électrons de l'atome.
3. Déterminer le nombre d'électrons contenus dans le nuage électronique de l'ion fluorure.

Données

- Charge élémentaire : $e = 1,60 \times 10^{-19}$ C.
- Charge électrique du noyau d'un atome de fluor : $q = 1,44 \times 10^{-18}$ C.

25 À chacun son rythme

L'ion calcium

Mobiliser ses connaissances ; utiliser un modèle pour décrire ; rédiger une explication.

Commencer par résoudre l'énoncé compact.
En cas de difficultés, passer à l'énoncé détaillé.

Les ions Ca^{2+} sont présents dans de nombreux composés. On donne, dans le désordre, les nombres de protons, de neutrons et d'électrons d'un ion calcium : 24, 18, 20.

Énoncé compact

- Déterminer l'écriture conventionnelle du noyau de l'ion calcium.