

**Physique Chimie**


Je travaille seul en silence.


 J'aide ou je suis aidé,  
seul mon voisin m'entend.

 Je travaille en équipe sans  
déranger personne.

**1. Découvrir**
**Je consulte les ressources :**

- Capsule
- Ressources à découvrir sur le site  
<http://physchileborgne.free.fr>
- Activité du livre

**Je mets en pratique :**

- TP :


**2. S'exer**
**Je m'entraîne en réalisant les exercices :**

Noter les exercices à faire

**Je m'entraîne en ligne :**

- Quiz :


**3. Se tester**
**Je vérifie que je maîtrise les objectifs du chapitre :**

- Citer l'ordre de grandeur de la valeur de la taille 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. .

- Déterminer la position de l'élément dans le tableau périodique à partir de la donnée de la configuration électronique de l'atome à l'état fondamental.  
Déterminer les électrons de valence d'un atome ( $Z \leq 18$ ) à partir de sa configuration électronique à l'état fondamental ou de sa position dans le tableau périodique.  
Associer la notion de famille chimique à l'existence de propriétés communes et identifier la famille des gaz nobles.

- Établir le lien entre stabilité chimique et configuration électronique de valence d'un gaz noble.  
Déterminer la charge électrique d'ions monoatomiques courants à partir du tableau périodique.  
Nommer les ions :  $H^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $F^-$  ; écrire leur formule à partir de leur nom.

- Décrire et exploiter le schéma de Lewis d'une molécule pour justifier la stabilisation de cette entité, en référence aux gaz nobles, par rapport aux atomes isolés ( $Z \leq 18$ ).  
Associer qualitativement l'énergie d'une liaison entre deux atomes à l'énergie nécessaire pour rompre cette liaison.

- Déterminer la masse d'une entité à partir de sa formule brute et de la masse des atomes qui la composent.  
Déterminer le nombre d'entités et la quantité de matière (en mol) d'une espèce dans une masse d'échantillon.


**J'ai réalisé :**

- Un compte rendu de TP
- Une rédaction complète d'exercice
- Un calcul
- Une carte mentale
- Un résumé de cours
- Des exercices du devoir surveillé de la session précédente

# 1. Le noyau de l'atome : siège de la masse et de son identité

Un atome est une entité constituée :

- d'un **noyau** constitué de particules appelées **nucléons** (protons et neutrons)
- d'**électrons** en mouvement dans le vide autour du noyau.

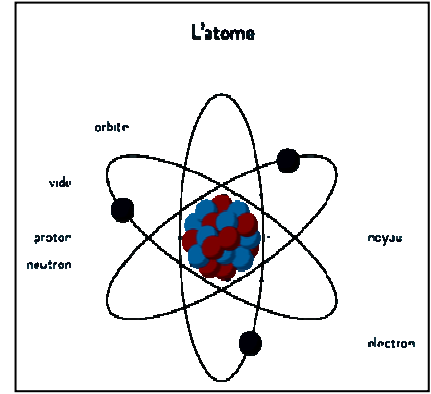
L'atome stable est **électriquement neutre** : il contient autant de protons que d'électrons

**Taille du noyau** : ordre du femtomètre soit  $10^{-15}$  mètre

**Taille atome** : ordre de l'angstrom  $10^{-10}$  mètre

Le noyau est 100 000 fois plus grand que le noyau.

L'atome a une structure lacunaire.



Proton	Neutron	Electron
Masse $m_p = 1,67268 \cdot 10^{-27}$ kg	Masse $m_n = 1,67496 \cdot 10^{-27}$ kg	Masse $m_e = 9,10953 \cdot 10^{-31}$ kg
Charge $q = e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C	Charge $q = 0$ C nulle	Charge $q = -e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C

La masse est contenue dans le noyau : la masse des électrons est négligeable.

## Symbole des atomes.

Les atomes sont représentés par des symboles :

A : nombre de nucléons ou nombre de masse

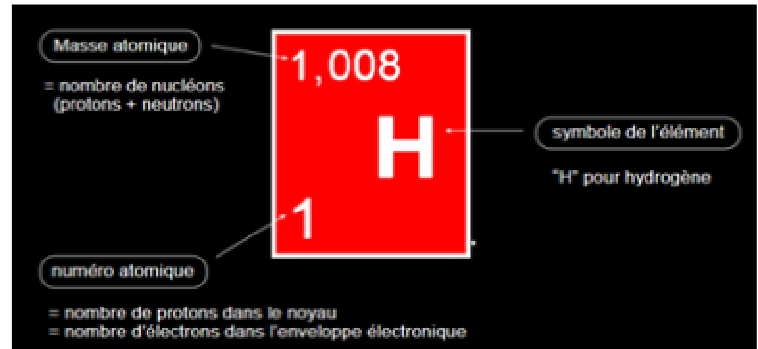
Z : nombre de protons ou numéro atomique

On en déduit le nombre de neutrons :  $N = A - Z$

Formule générale du noyau d'un atome :  ${}^A_Z X$

Exemple :  ${}^{63}_{29} \text{Cu}$

L'atome de cuivre est constitué de 29 protons, 34 neutrons et 29 électrons.



## 2. Le cortège électronique : propriétés chimiques de l'atome

### La classification périodique

- élaborée en 1869 par Mendeleïev.
- savoir y placer quelques éléments (3 premières périodes et colonnes alcalins, halogènes et gaz rares).  
 « **Lili Berce le Bebe Chez Notre Oncle Fernand Nestor** »  
 « **Napoléon Mange Allègrement Six Poulets Sans Claquer d'Ares** »  
 « **Flamme Claire Brille Intensément** »
- les éléments y sont classés dans un tableau à 18 colonnes (familles) et 7 lignes (**périodes**) par **numéro atomique croissant**.

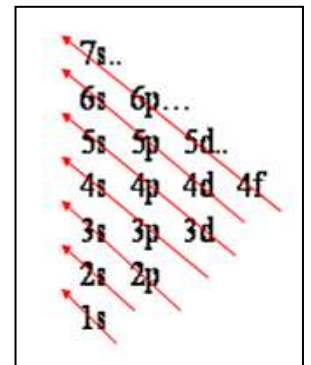
- on répartit les électrons de l'atome en 4 blocs principaux (le nombre d'électrons correspond au nombre Z du tableau):
  - bloc s (sharp) : contient 2 électrons maximum  
2 premières colonnes (alcalins et alcalinoterreux)
  - bloc d (diffuse): contient 10 électrons maximum  
10 colonnes suivantes (3 à 12)
  - bloc p (principal): contient 6 électrons maximum  
6 dernières colonnes (13 à 18) dont halogènes (17<sup>ème</sup>) et gaz rares (18<sup>ème</sup>)
  - bloc f : 2 lignes rejetées en bas de la classification

- on peut à partir de la position d'un élément au sein de la classification en déduire sa configuration électronique selon la règle de remplissage de Klechkovski

#### Exemples :

Hydrogène H Z=1  $1s^1$   
 Lithium Li Z=3  $1s^2 2s^1$   
 Oxygène O Z=8  $1s^2 2s^2 2p^4$   
 Soufre S Z=16  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

En rouge les électrons de valence



		s block										d block										p block						f block	
		s <sup>1</sup>										d <sup>1</sup> d <sup>2</sup> d <sup>3</sup> d <sup>4</sup> d <sup>5</sup> d <sup>6</sup> d <sup>7</sup> d <sup>8</sup> d <sup>9</sup> d <sup>10</sup>										p <sup>1</sup> p <sup>2</sup> p <sup>3</sup> p <sup>4</sup> p <sup>5</sup> p <sup>6</sup>						f <sup>1</sup> f <sup>2</sup> f <sup>3</sup> f <sup>4</sup> f <sup>5</sup> f <sup>6</sup> f <sup>7</sup> f <sup>8</sup> f <sup>9</sup> f <sup>10</sup> f <sup>11</sup> f <sup>12</sup> f <sup>13</sup> f <sup>14</sup>	
1	H																												
2	Li Be																												
3	Na Mg																												
4	K Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr												
5	Rb Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe												
6	Cs Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn												
7	Fr Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub																		
																f block													
																Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu													
																Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr													

### Les familles chimiques

I		Alcalins										Halogènes						VIII											
II		Alcalino-terreux										Gaz inertes																	
III		IV		V		VI		VII		2																			
1	H																												
3	Li Be																												
11	Na Mg																												
19	K Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr												
37	Rb Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe												
55	Cs Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn												
87	Fr Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub																		
																57 La Ce 59 Pr Nd 61 Pm Sm 63 Eu Gd 65 Tb Dy 67 Ho Er 69 Tm Yb 71 Lu													
																89 Ac Th 91 Pa U 93 Np Pu 95 Am Cm 97 Bk Cf 99 Es Fm 101 Md 103 Lr													

### 3. Entités chimiquement stables

Stabilité chimique des gaz nobles et configurations électroniques associées.  
Ions monoatomiques.

Molécules.

Modèle de Lewis de la liaison de valence, schéma de Lewis, doublets liants et non-liants.

Approche de l'énergie de liaison.

#### Les isotopes

- Des atomes sont isotopes si leurs noyaux possèdent le même nombre de protons mais des nombres différents de neutrons.

- Exemple : On considère les nucléides (**Z**, **A**) suivants : (6,12), (6,13), (6,14). On remarque que **Z** = 6. Cette valeur de **Z** caractérise l'élément carbone de symbole **C**.

${}^{12}_6\text{C}$	${}^{13}_6\text{C}$	${}^{14}_6\text{C}$	Atomes isotopes
98,9 %	1,1 %	Traces	Composition d'un morceau de graphite

- Pour les nommer, on ajoute à leur nom le nombre de nucléons de leur noyau : on parle de carbone 12, de carbone 13 et de carbone 14.

#### Les ions monoatomiques

Un ion monoatomique provient d'un atome ayant gagné ou perdu un ou plusieurs électrons pour atteindre la configuration électronique du gaz inerte le plus proche dans la classification périodique.

Fluor F  $Z = 9$   $1s^2 2s^2 2p^5$   
tend vers la configuration du néon Ne  $Z = 10$   $1s^2 2s^2 2p^6$

Le fluor gagne donc un électron, soit une charge négative. L'ion fluor s'écrit alors  $\text{F}^-$

Magnésium Mg  $Z = 12$   $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$   
tend vers la configuration du néon Ne  $Z = 10$   $1s^2 2s^2 2p^6$

Le magnésium perd donc 2 électrons, soit 2 charges négatives et devient positif. L'ion magnésium s'écrit alors  $\text{Mg}^{2+}$

- Un anion est un ion qui a une charge négative.
- Un cation est un ion qui porte une charge positive.

The image displays two periodic tables. The top table is a standard periodic table with elements color-coded by groups: H (green), Li-Be (red), Na-Mg (orange), K-Ca (yellow), Sc-Ti (light blue), V-Cr (medium blue), Mn-Fe (dark blue), Co-Ni (purple), Cu-Zn (pink), Ga-Ge (light green), As-Se (green), Br-Kr (yellow-green), Rb-Sr (orange), Y-Zr (light blue), Nb-Mo (medium blue), Tc-Ru (dark blue), Rh-Pd (purple), Ag-Cd (pink), In-Sn (light green), Sb-Te (green), I-Xe (yellow-green), Cs-Ba (orange), La-Hf (light blue), Ta-W (medium blue), Re-Os (dark blue), Ir-Pt (purple), Au-Hg (pink), Tl-Pb (light green), Bi-Po (green), At-Rn (yellow-green), Fr-Ra (orange), Ac-Lr (light blue), Rf (medium blue), Sg (dark blue), Bh-Hs (purple), Mt-Ds (pink), Uub (light green), Uuq (green), Uup (yellow-green), Uuq (green), Uuq (green), Uuo (yellow-green). The bottom table shows the same elements with their corresponding ion charges: H+, Li+, Na+, K+, Rb+, Cs+, Fr+, Be<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, Ba<sup>2+</sup>, Ra<sup>2+</sup>, O<sup>2-</sup>, S<sup>2-</sup>, Se<sup>2-</sup>, Te<sup>2-</sup>, Po<sup>2-</sup>, F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, At<sup>-</sup>, He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, Uuo.



## 5. Compter les entités

### Nombre d'entités dans un échantillon et mole

$$N_A = \frac{\text{masse d'une mole d'atomes de carbone 12}}{\text{masse d'un atome de carbone 12}}$$

Le nombre  $N_A$  représente le nombre d'entités élémentaires contenues dans 12 g de carbone 12. Des mesures indiquent qu'il y a :  $6,022137 \times 10^{23}$  atomes de carbone 12 dans 12,00 g de carbone 12.

**Une mole** notée **mol**, est un paquet de  $6,02 \times 10^{23}$  entités chimiques identiques.

Le nombre  $N_A$  représente le nombre d'entités élémentaires par mol, on l'exprime en  $\text{mol}^{-1}$ .

On écrit :  $N_A \approx 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Le nombre  $N_A$  a été appelé constante d'Avogadro, en hommage à Avogadro, célèbre chimiste et physicien italien (1776 – 1856).

Exemples :

- Une mole d'atomes de fer contient  $6,02 \times 10^{23}$  atomes de fer.
- Une mole de molécules d'eau contient  $6,02 \times 10^{23}$  molécules d'eau.
- Une mole d'ions chlorure contient  $6,02 \times 10^{23}$  ions chlorure.

### Masse molaire

- La masse molaire d'une espèce chimique est la masse d'une mole de cette espèce chimique.
- On symbolise la masse molaire par  $M$ . La masse molaire s'exprime en  $\text{g} / \text{mol}$  ou  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- La masse molaire moléculaire s'obtient en faisant la somme des masses molaires atomiques des atomes qui constituent la molécule :  $M(\text{H}_2\text{O}) = 2M(\text{H}) + M(\text{O}) \approx 2 \times 1,01 + 1 \times 16,0 \approx 18,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- La masse molaire d'un ion monoatomique est pratiquement égale à celle de l'atome correspondant :  
 $M(\text{Na}^+) \approx M(\text{Na})$  et  $M(\text{Cl}^-) \approx M(\text{Cl})$
- Pour déterminer la masse molaire d'un ion polyatomique, on fait comme pour les molécules.

$$M(\text{PO}_4^{3-}) = M(\text{P}) + 4 \cdot M(\text{O})$$

$$M(\text{PO}_4^{3-}) \approx 1 \times 31,0 + 4 \times 16,0$$

$$M(\text{PO}_4^{3-}) \approx 95,0 \text{ g} / \text{mol}$$

### Quantité de matière dans un échantillon.

$$n = \frac{m}{M}$$

- $n$  : Quantité de matière de l'espèce chimique considérée en mol
- $M$  : Masse molaire de l'espèce chimique considérée en  $\text{g} / \text{mol}$
- $m$  : Masse de l'espèce chimique considérée en g

$$n_{\text{Fe}} = \frac{m_{\text{Fe}}}{M(\text{Fe})}$$

$$n_{\text{Fe}} \approx \frac{28,0}{55,8}$$

$$n_{\text{Fe}} \approx 0,502 \text{ mol}$$

Quantité de matière contenue dans 28,0 g de fer Fe

## Applications.

1)- QCM :

	Énoncé	A	B	C	Réponse
1	Une météorite ferreuse contient des atomes de fer. Le noyau d'un atome de fer est caractérisé par les nombres $A = 56$ et $Z = 26$ . Ce noyau contient :	26 protons	26 nucléons	30 neutrons	
2	Un proton porte une charge électrique	Égale à celle d'un neutron	Égale à $e$	Égale à celle d'un électron	
3	Un atome possède :	Autant d'électrons que de protons	Plus de protons que de nucléons	Plus d'électrons que de protons	
4	La masse d'un atome est à peu près égale à :	La masse de ses protons	La masse de ses nucléons	La masse de son noyau	
5	La dimension d'un atome est :	De l'ordre du millimètre	De l'ordre de celle du noyau	$10^5$ fois plus grande que celle du noyau	
6	L'ion fer (III) $Fe^{3+}$ :	Est un cation	Provient d'un atome qui a gagné 3 électrons	Provient d'un atome qui a perdu 3 électrons	
7	La couleur bleue de la nébuleuse de l'Aigle est due à l'émission lumineuse des ions oxyde $O^{2-}$ . L'ion oxyde $O^{2-}$ :	Porte une charge $-2 C$	Porte une charge $-2 e$	Provient d'un atome d'oxygène qui a gagné 2 électrons	
8	Les atomes ${}^{16}_8O$ , ${}^{18}_8O$ et l'ion ${}^{17}_8O^{2-}$ :	Appartiennent au même élément chimique	Sont trois isotopes de l'élément oxygène	Ont le même nombre de protons	
9	Le chlorure de cuivre (II), le sulfate de cuivre (II) et le métal cuivre :	Contiennent tous des atomes de cuivre	Contiennent tous l'élément cuivre	Contiennent tous des ions cuivre (II)	
10	Lors d'une réaction chimique :	Il y a conservation des éléments chimiques	Il y a conservation des noyaux	Il y a conservation des atomes	

