

**COURS****Modélisation de la matière à l'échelle microscopique**<http://www.capneuronal.fr/>**Les compétences à acquérir...**

- Connaître la composition d'un atome.
- Le noyau de l'atome, siège de sa masse et de son identité.
- 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 : Numéro atomique Z, nombre de masse A , écriture conventionnelle ${}^Z_A X$
- Élément chimique.
- Masse et charge électrique d'un électron, d'un proton et d'un neutron, charge électrique élémentaire, neutralité de l'atome.

**I- Le modèle de l'atome :**

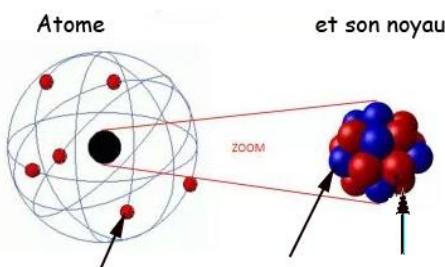
1- Une brève histoire du modèle de l'atome : A partir de l'activité « histoire de l'atome » téléchargeable sur capneuronal, classez les photos, les textes et les modèles de l'atome dans l'ordre chronologique.

2- La longue histoire de l'atome : Regarder ensuite la vidéo 1 du chapitre

Résumé :
.....
.....
.....

3- Le modèle actuel de l'atome :

a- Définir un atome et compléter le modèle de l'atome ci-contre:



- *d'atome est constitué d'un noyau chargé positivement entouré d'électrons chargés négativement.*
- *Le noyau de l'atome est composé de protons chargés positivement et de neutrons non chargés.*
- *C'est un édifice électriquement neutre (la charge du noyau compense la charge des électrons).*
- *d'atome est essentiellement constitué de vide.*

Vidéo 1

II- Caractéristiques des constituants d'un atome:

1- Caractéristiques des constituants : Compléter le tableau en utilisant de la vidéo 2 sur capneuronal ...

				Masse (kg)	Charge (C)
Atome	Noyau	Nucléons	Proton	$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27}$	$q_p = 1,602 \cdot 10^{-19}$
			Neutron	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27}$	$q_n = 0$
	Nuage électronique	Electron		$m_e = 9,109 \cdot 10^{-31}$	$q_e = -1,602 \cdot 10^{-19}$

La **charge élémentaire e**, c'est-à-dire la plus petite charge électrique, notée **e** est égale à $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C
Où l'unité des charges est le ... **coulomb** notée **C**.

Vidéo 2 jusqu'à 2,01 min

a- Dans le noyau :

Les particules qui constituent le noyau de l'atome sont appelées les nucéons.....

Ces constituants du noyau sont:

- soit des **protons** : Un proton porte une charge électrique qui est notée q_p :

$$q_p = + e = +1,602 \cdot 10^{-19} C$$

La masse d'un proton est : $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} kg$

- soit des **neutrons** : Un neutron a une charge électrique nulle $q_n = 0 C$

Comme son nom l'indique, le neutron est neutre.....

Sa masse m_n est : $m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} kg$

Comparons la masse d'un proton à celle d'un neutron :

Les masses des protons et des neutrons sont très proches.....

$$\text{donc } m_{\text{nucéon}} \approx m_{\text{proton}} \approx m_{\text{neutron}}$$

b- Dans le nuage électronique :

Le nuage électronique dans un atome correspond à un espace sphérique dont le noyau est le centre et dans lequel les électrons se déplacent

- Un électron a une charge électrique négative..... qui est notée q_e et dont la valeur est:

$$q_e = - e = -1,602 \cdot 10^{-19} C$$

- la masse d'un électron: $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} kg$

Comparons la charge d'un proton q_p et la charge d'un électron q_e .

Leurs charges sont donc opposées..... :

$$q_p = + q_e = + e$$

Comparons la masse d'un électron et ma masse d'un nucléon

$$\frac{m_{\text{nucéon}}}{m_e} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27}}{9,109 \cdot 10^{-31}} \approx 1.800 \dots \text{ donc } m_{\text{nucéon}} \approx 1.800 \times m_e$$

Conséquence: La masse d'un électron est 1800.... fois plus petite que celle d'un nucléon (ou d'un proton ou d'un neutron). La masse d'un électron est donc très faible... par rapport à celle d'un proton ou d'un neutrons.

2- L'élément chimique :

L'élément chimique est défini par le nombre de protons.

Exemple : l'élément oxygène est défini par Z = 8 protons qu'il soit dans la molécule d'eau H₂O ou dans une molécule de dioxygène O₂.

Remarque - L'élément oxygène peut-il posséder un nombre de protons différent ?

Non

- L'élément oxygène peut-il posséder un nombre de neutrons différent ?

oui

Un élément chimique possède le même nombre de protons mais peut posséder un nombre de neutrons différents : ils sont dit isotopes.....

3-Représentation symbolique du noyau d'un élément X :

 on utilisera les notations $n_{\text{nucéons}}$, n_{protons} et n_{neutrons} pour parler du nombre de...

- Le nombre de masse A représente la somme des protons... et des neutrons..... : C'est donc le nombre de nucéons.....

$$A = n_{\text{nucéons}} = n_{\text{protons}} + n_{\text{neutrons}}$$

- Le numéro atomique Z est égal au nombre de protons..... dans un noyau est $Z = n_{\text{protons}}$

Compléter le symbole du noyau d'un élément X

A
Z X

On en déduit le nombre de neutrons n_{neutrons}

$$n_{\text{neutrons}} = A - Z = M_{\text{nucéons}} - M_{\text{protons}}$$

Exercices :

- Le symbole d'un noyau d'uranium est $^{238}_{92}U$. Combien y a-t-il, dans ce noyau, de nucléons $n_{\text{nucléons}}$, de protons n_p et de neutrons n_n ? Détaillez vos calculs en écrivant les expressions littérales. Donner les valeurs de Z et A

$$n_p = Z = 92 \text{ protons}$$

$$n_{\text{nucléons}} = A = 238 \text{ nucléons}$$

$$\text{donc } n_n = A - Z = 238 - 92 = 146 \text{ neutrons}$$

]

Représente les symboles des noyaux de Chlore ($n_p=17$ et $n_n=18$) et du Carbone ($n_p=6$ et $n_n=6$) et de l'hydrogène ($n_p=1$ et $n_n=1$)

Exemples

Atome de Chlore Cl

$$Z = m_p = 17$$

$$A = m_p + m_n = 17 + 18 = 35$$



Atome de Carbone C

$$Z = m_p = 6$$

$$A = m_p + m_n = 6 + 6 = 12$$



Atome d'hydrogène H

$$Z = m_p = 1$$

$$A = m_n + m_p = m_{\text{nucleon}} = 1$$

$$m_n = A - Z = 1 - 1 = 0$$



III- Quelques propriétés d'un atome

1- L'atome est électriquement neutre : électroneutralité

L'atome est un édifice électriquement neutre. Pour que l'atome soit électriquement neutre, il doit y avoir autant de charges positives que de charges négatives. C'est-à-dire il faut autant de ~~protons~~ que d'électrons. (dans l'atome)

$$n_{\text{électrons}} = n_p = Z$$

Exercice : Déterminez tous les constituants de l'atome d'or dont le symbole du noyau est $^{197}_{79}Au$
Justifiez

$$\begin{aligned} & \text{noyau} [m_p = Z = 79 \text{ protons}] \\ & [m_n = A - Z = 197 - 79 = 118 \text{ neutrons}] \text{ l'atome} \\ & \text{d'atome étant électriquement neutre} \\ & \text{mais} [m_e = m_p = Z = 79 \text{ électrons}] \end{aligned}$$

2- La masse d'un atome réside dans son noyau :

On peut donc dire que toute la masse d'un atome est concentrée dans le noyau et se calcule :

$$m_{\text{atome}} \approx A \times m_{\text{nucleon}}$$

$$\text{ou } m_{\text{atome}} \approx A \times m_p \text{ ou } m_{\text{atome}} \approx A \times m_n$$

$$m_{\text{nucleon}} \approx m_p \approx m_n$$

Voir la démonstration
de la masse d'un
atome

Exercice : Calculez la masse $m_{\text{at-Au}}$ d'un atome d'or et la comparer à celle d'un atome de carbone $m_{\text{at-C}}$

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

$$m_{\text{at-Au}} = A \times m_{\text{nucleon}} = 197 \times 1,67 \cdot 10^{-27} = 3,28 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

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

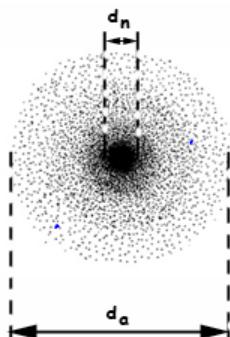
3- Dimensions de l'atome – structure lacunaire :

L'atome d'hydrogène, composé d'un proton et d'un électron qui gravite est représenté ci-contre. Diamètre du noyau $d_n = 2,4 \text{ fm}$ (1 femtomètre = 10^{-15} m) et le diamètre de l'atome $d_a = 0,11 \text{ nm}$. (1 nanomètre = 10^{-9} m)

$$\text{Calculer le rapport } \frac{d_a}{d_n} = \frac{0,11 \times 10^{-9}}{2,4 \cdot 10^{-15}} \approx 46000 \Rightarrow d_a = 46000 \times d_n$$

Cela veut dire que l'atome est 46000 fois plus grand que le noyau.

Qu'y a-t-il entre le noyau (1 proton) et la sphère sur laquelle l'électron se déplace ? du vide



Papa dit que tu n'as rien dans la tête ! Vrai ou faux ?

[l'atome donc la matière est composé à 99,99% de vide.]



IV- Comment les électrons se répartissent-ils autour du noyau ?

1- Répartition des électrons autour du noyau de l'atome:

L'atome étant électriquement neutre $n_{\text{électrons}} = n_{\text{protons}} = Z$

$$2 \times 3^2 = 18 e^-$$

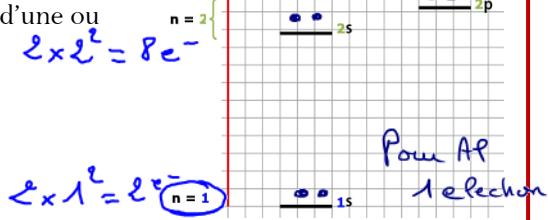
n = 3 ↑ énergie

3s

Les Z électrons d'un atome se répartissent en couches électroniques notée par la lettre n = 1, 2, 3, ... par énergie croissante en s'éloignant du noyau.

Les couches peuvent accueillir $2n^2$ électrons et sont composées d'une ou plusieurs sous-couches notées ...s et p $2s^2$

- la sous couche s contient au maximum **2** électrons
 - la sous couche p contient au maximum **6** électrons



2- Configuration électronique d'un atome :

La configuration électronique d'un atome à l'état fondamental décrit la répartition de ses électrons ~~sur~~ en précisant le nombre de la couche n suivi du nom de la sous couche s ou p puis du nombre d'électrons dans cette sous-couche.

Exemple : La configuration électronique de l'aluminium ($Z = 13$) s'écrit : $[Ar] 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ $m_e = Z = 13$
 $2 + 2 + 6 + 2 + 1 = 13$

Remarque : Une configuration électronique est notée [X]

Exercice :

Élément	L'azote N : Z=7 <i>électrons</i>	le chlore Cl : Z=17 <i>électron</i>	le beryllium Be : Z=4
Structure électronique	$[N] 1s^2 2s^2 2p^3$	$[Cl] 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	$[Be] 1s^2 e^-$

$$\angle + \angle + 6 + \angle + 5 = 17$$

3- Les électrons de valence :

Les électrons appartenant à la dernière couche sont appelés **électrons de valence**. Nous verrons par la suite que ces électrons de valence jouent un rôle important dans la composition de la matière.

Exemples :

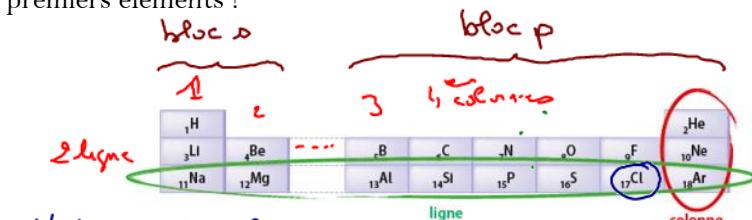
La structure électronique	$[\text{Al}] \quad 1s^2 2s^2 2p^6 \quad 3s^2 3p^1$	$[\text{N}] \quad 1s^2 2s^2 2p^3$	$[\text{Cl}] \quad 1s^2 2s^2 2p^6 \quad 3s^2 3p^5$	$[\text{Be}] \quad 1s^2 2s^2$
dernière couche	couche $m = 3$	couche $m = 2$	couche $m = 3$	couche $m = 2$
Nombre d'électrons de valence	$2 + 1 = 3$	$2 + 3 = 5$	$2 + 5 = 7$	2

4- Le tableau périodique des éléments :

Le chimiste Dimitri MENDELEÏEV entreprend de classer les éléments dans un tableau en vue de souligner et de prédire leurs propriétés chimiques. Ce tableau a été ajusté au cours du temps.

Le tableau actuel est formé de 7 lignes appelées périodes et de 18 colonnes nommées familles.

Quelles sont les règles de constructions de cette classification périodique simplifiée ne comportant que les 18 premiers éléments ?



d'atome de chlore se trouve :

7^{eme} colonne et 3^{eme} ligne
et 7 élections de valence pour la couche $m=3$

- On note deux « blocs » : le bloc et le bloc .

- Dans le tableau périodique les éléments sont rangés par numéro atomique Z croissant.

- Les lignes correspondent aux numéros de la dernière couche.

- Les numéros des colonnes correspondent aux nombres d'électrons de valence des atomes.

Tous les éléments appartenant à une même colonne possèdent le même nombre d'électrons de valence.

Remarque : Tous les éléments d'une même colonne possèdent des propriétés chimiques proches.... et constituent une même famille.....

Exemple : Les éléments de la dernière colonne (He : hélium, Ne : Néon et Ar : argon) constituent la famille des gaz, matières rares. Ce sont les seuls éléments qui sont seuls à l'état naturel et qui ne réagissent pas.

V- Comment compter les entités chimiques ?

1-En TP, nous avons répondu à la question suivante

« Y a-t-il plus d'atomes d'aluminium dans une canette que de grains de riz dans une récolte annuelle mondiale de riz ?»

- masse d'un nucléon :

$$m_{\text{nucléon}} = 1,6726 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

- Symbole du noyau :



- Production annuelle de riz:

$$m_{\text{riz_an}} = 756 \text{ millions de tonnes}$$



Une canette de soda en Alu

Combien y a-t-il d'atomes d'Al constituant une canette ?

Calcul de la masse d'un atome

$$m_{\text{at Al}} =$$



Un sac de bonbons

Combien y a-t-il de bonbons dans un sac ?

Masse d'un bonbon

$$m_{bb} = 2,0$$



Grains de riz

Combien y a-t-il de grains de riz dans la production mondiale annuelle ?

Mesure de la masse d'un grain de riz :

On pèse 10 grains de riz

$$m_{10} =$$

$$\text{donc } m_{1g} =$$

Masse de la canette : on pèse la canette

$$m_{\text{canette}} = 26,52 \text{ g},$$

Calcul du nombre d'atomes d' $A\ell$ dans la canette

$$N_{A\ell} =$$

Masse du sac de bonbons : on pèse le sac

$$m_{\text{sac}} = 20 \text{ g}$$

Calcul du nombre de bonbons dans le sac

$$N_{bb} =$$

Masse de la production mondiale annuelle de riz

$$m_{\text{prod}} = 756 \text{ millions de tonnes}$$

=

Calcul du nombre de grains de riz dans la production

$$N_{\text{riz}} =$$

Remarques :

-
-
-
-

2- Définition de la mole :

Calculons le nombre d'atomes N_C de carbone 12 contenu dans une masse $m_C=12,0$ g de carbone 12 :

$$N_C =$$

- masse du nucléon :

$$m_{\text{nucléon}} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

- Symbole du noyau : $^{12}_6C$

- Masse de l'atome de carbone

$$m_{\text{at-C}} = A \times m_{\text{nucléon}} = 12 \times 1,66 \cdot 10^{-24}$$

$$m_{\text{at-C}} = 1,992 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

On a décidé de **compter les atomes par Un paquet** contiendra ce nombre $N_C =$

Une mole (symbole :) représente le nombre entités
(atomes, ions, ou molécules)

Ce nombre est appelé **constante d'Avogadro ou nombre d'Avogadro** notée N_A et est exprimé en **mol⁻¹**

On prendra par la suite une valeur approchée

$$N_A = \dots \text{ mol}^{-1}$$



3- Calcul de la quantité d'une espèce n_{esp} :

La quantité d'une espèce d'un échantillon n_{esp} est reliée au nombre d'entités N de l'échantillon par la relation:

$$n_{esp} =$$

n_{esp} = quantité de matière en

N_{esp} = nombre d'espèce (atome, molécule, ion...)

N_A = nombre d'Avogadro en

Exercice :

Calculer la quantité n_{Al} d'atome d'aluminium contenu dans une canette

Calculer le nombre d'années pendant lesquelles on pourrait nourrir la population mondiale avec 1 mole de riz : $n_{riz} = 1 \text{ mol}$