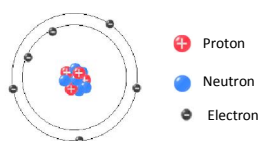


Constituants de la matière

L'ensemble de la matière de l'univers, vivante ou inerte, est constitué de particules appelées atomes.

L'atome comprend : un noyau et des électrons en mouvement rapide autour de ce noyau. Cette représentation ressemble aux planètes du système solaire en mouvement autour du Soleil.



Pr. Ouafa TAHIRI ALAOUI

Atomistique

Chimie générale et précisément la chimie descriptive

Définition:

- Etude de la composition de l'atome ainsi que de leurs propriétés.
- Etude de la structure interne de l'atome et des échanges d'énergies en son sein.
- Etude de la répartition des électrons autour du noyau et les conséquences de cette répartition sur les propriétés physico-chimiques des éléments.

Cours d'atomistique

Chapitre 1 : Constituants de l'atome

Chapitre 2 : Noyau atomique et radioactivité

Chapitre 3 : Structure électronique des atomes

Chapitre 4 : Classification périodique des éléments

Chapitre 5 : Liaisons chimiques et géométrie des molécules

Pr. Ouafa TAHIRI ALAOUI

Chapitre 1: Constituants de l'atome

*Un peu d'histoire sur la
découverte de l'atome et ses
constituants !*

Démocrite (460 av. J.-C. 370 av. J.-C.)

Découverte des atomes = atomos



Citation de Démocrite :

"Si tout corps est divisible à l'infini, de deux choses l'une : ou il ne restera rien ou il restera quelque chose. Dans le premier cas la matière n'aurait qu'une existence virtuelle, dans le second cas on se pose la question : que reste-t-il ? La réponse la plus logique, c'est l'existence d'éléments réels, indivisibles et insécables appelés donc atomes".

La matière ne peut pas être divisée infiniment. Les plus petites choses que l'on obtient sont des entités insécables: les « atomos idea »

Démocrite (460 av. J.-C. 370 av. J.-C.)

Découverte des atomes = atomos



Démocrite pensait que la matière était constituée d'atomes, de petites particules indivisibles, infiniment petites et séparées par du vide. C'est la théorie atomiste.

D'après le modèle de Démocrite, les atomes sont tous identiques. Ce qui distingue une substance d'une autre est l'arrangement des atomes.

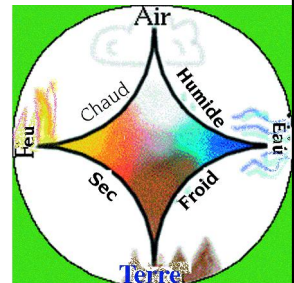
Mais Démocrite n'a aucune preuve expérimentale et sa démarche n'est que philosophique.

Aristote 384 - 322 av. J.-C.

Les grec ont dit... La matière est continue, pas de vide, pas d'atomes

La matière est formée
de 4 éléments:

L'air
La terre
Le feu
L'eau



John Dalton (1766-1844)

Découverte des molécules

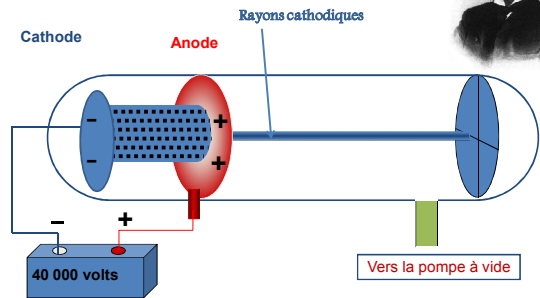
Ressort la théorie de Démocrite de l'oubli : Il a confirmé la théorie de Démocrite

- 1- La matière est composée d'atomes sous forme de sphère pleine, indivisible et indestructible.
- 2- Les atomes d'un même éléments sont identiques
- 3- Les atomes d'éléments différents ont des masses et des tailles différentes
- 4- Il est impossible de transformer les atomes d'un élément en ceux d'un autre élément.
- 5- Un composé est une combinaison spécifique d'atomes d'éléments d'espèce différente.
- 6- Dans une réaction chimique, les atomes changent de partenaires pour produire des corps nouveaux.



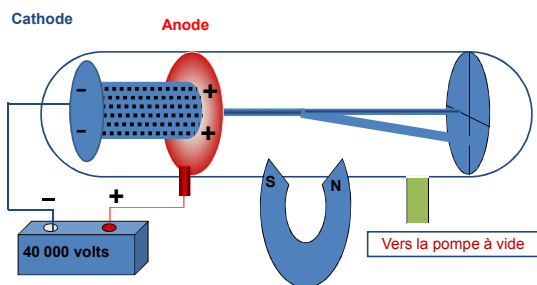
Joseph John Thomson (1856-1940)

Découverte des électrons

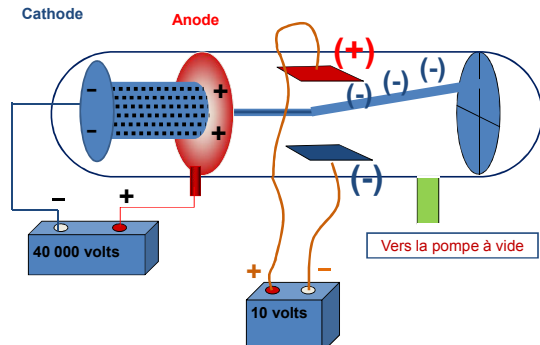


- Les faisceaux de charges électriques, qui voyagent de la cathode à l'anode, sont appelés **rayons cathodiques**.
- La trajectoire des rayons est rectiligne, et est perpendiculaire à la surface de la cathode.

Découverte des électrons

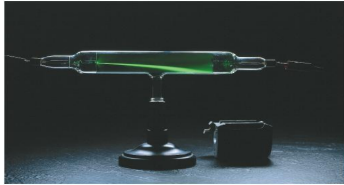


Découverte des électrons



Joseph John Thomson (1856-1940)

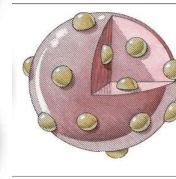
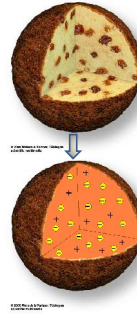
Découverte des électrons



- Les rayons cathodiques sont déviés par un champ magnétique (un aimant) ou électrique
- 1887 : J. J. Thomson établit que les rayons cathodiques émis lorsque l'on soumet un gaz sous basse pression à une forte différence de potentiel sont constitués de particules chargées négativement arrachées à la matière, et découvre ainsi l'électron ; c'est la première décomposition de l'atome.

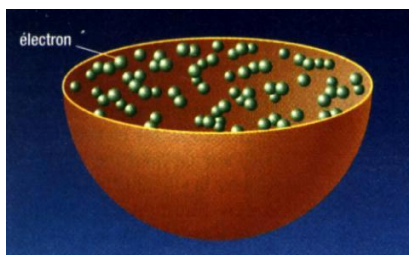
Joseph John Thomson (1856-1940):

Découverte des électrons

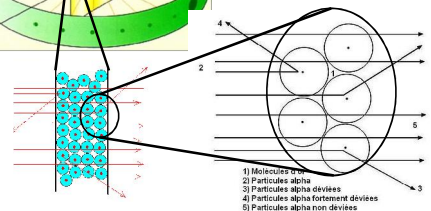
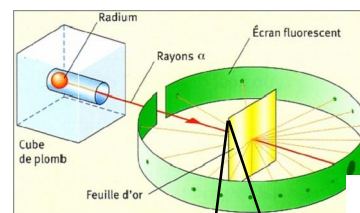


Schématisation du plum-pudding

L'atome selon Thomson



Ernest Rutherford (1871-1937) 1913: Découverte des protons



Résultats de l'expérience

Observations

- la quasi totalité des particules α ne sont pas déviées;
- un petit nombre de particule α sont déviées avec de grands angles.

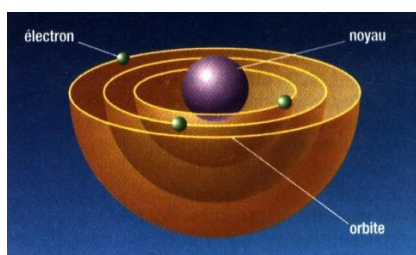
Conclusion

- La charge n'est pas répartie uniformément!

Le modèle de Rutherford

- L'atome est composé en majeure partie de vide
- La masse de l'atome est concentrée dans le noyau
- Les particules de charge positive sont appelées protons et composent le noyau
- Les électrons de masse négligeable et orbitent autour du noyau un peu comme des planètes autour du soleil
- Leur charge électrique est égale à celle des protons, mais de signe contraire (négatif), ce qui fait que l'atome est globalement neutre

L'atome selon Rutherford



Modèle lacunaire

Les protons et les neutrons

- ✓ Les expériences qui ont mené à la conception nucléaire de l'atome ont également permis de déterminer le nombre de charges positives d'un noyau.
- ✓ Rutherford pensait que ces charges étaient portées par des particules appelées **protons** et que la charge d'un proton était l'unité fondamentale de charge positive; il avait raison.
- ✓ Par la suite, le nombre de protons de chaque atome a permis de clarifier la notion de numéro atomique.
- ✓ On s'est également rendu compte que si tous les protons ont la même masse, le nombre de protons n'est pas suffisant pour expliquer la masse d'un atome.
- ✓ On a donc fait l'hypothèse que le noyau atomique contient également des particules de masse semblable au proton, mais qui ne portent pas de charge électrique, les **neutrons**.

James Chadwick (1891-1974)

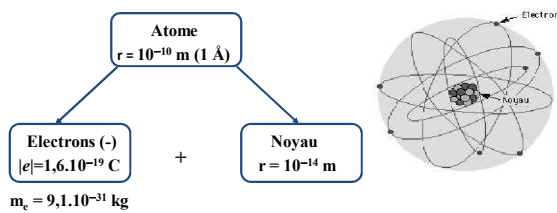
Découverte des neutrons

- ✓ En 1930, Bothe et Becker bombardent du Béryllium avec des particules α .
- ✓ Un rayonnement est émis.
- ✓ Le physicien anglais Chadwick en 1932 démontre que ce rayonnement est constitué de particules neutres
- ✓ Ce sont les neutrons qui empêchent l'éclatement du noyau et qui le conservent stable!

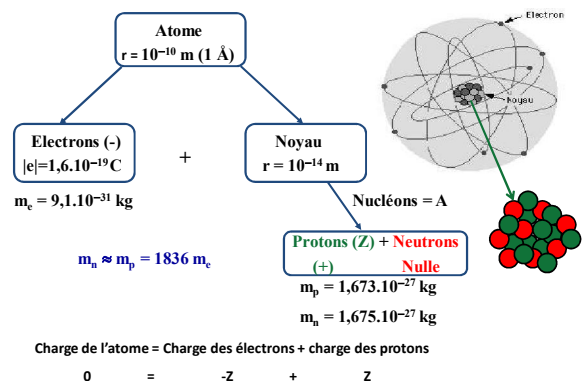


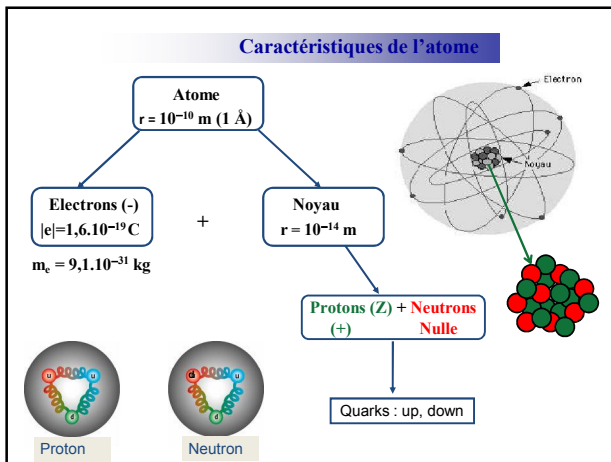
Caractéristiques de l'atome

Caractéristiques de l'atome



Caractéristiques de l'atome





Caractéristiques des nucléons et des électrons

Particule	Charge (C)	Masse (uma ⁽¹⁾)	Masse (MeV ⁽²⁾)
Proton	$1,602 \times 10^{-19}$	1,00759	938,21
Neutron	0	1,00898	939,51
Électron	$-1,602 \times 10^{-19}$	0,000548	0,511

(1) 1 uma = 1 unité de masse atomique = $1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
 (2) 1 MeV = $1,77 \times 10^{-30} \text{ kg}$ (équivalence masse-énergie calculée avec $E = mc^2$)

1 MeV = $10^6 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Caractéristiques de l'atome

► **Notation d'un atome**

Un élément chimique (X) est complètement défini par Z, le numéro atomique

$${}^A_Z\text{X}^q \text{ ou } {}^A\text{X}^q$$

Ions $q \neq 0$. Nb électrons $E = Z - q$

► **Nombre de charge ou numéro atomique = Z (proton)**

✍ Nombre d'électron pour un atome neutre

► **Nombre de masse = A (nucléon)** $A = Z + N$

Ces deux nombres permettent de connaître complètement la composition du noyau

Exemple d'application 1 :

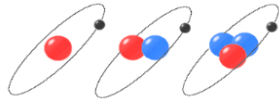
Calculer le nombre de protons et de neutrons des atomes suivants :

- Le carbone : ${}^{12}_6\text{C}$.
- Le fer : ${}^{56}_{26}\text{Fe}$.
- L'hydrogène : ${}^1_1\text{H}$
- Zirconium : ${}^{91}_{40}\text{Zr}$
- Cobalt : ${}^{59}_{27}\text{Co}$

Caractéristiques de l'atome

➤ Isotopes :

Les isotopes sont les atomes d'un même élément chimique X dont les noyaux renferment le même nombre de protons (même numéro atomique) mais des nombres de neutrons différents (nombres de masse différents).



* **Exemples isotopes naturels** : on peut citer l'Hydrogène (1 proton) et le Deutérium (1 proton/1neutron ; atome présent dans l'eau lourde) ou encore le Tritium (1 proton/2 neutrons).

^1_1H (Hydrogène), ^2_1H (Deutérium) et ^3_1H (Tritium) sont les isotopes de l'hydrogène

* **Exemples isotopes artificiels** : ces isotopes sont obtenus en bombardant des noyaux d'atomes stables avec des particules appropriées. C'est par exemple le cas de l'Iode 123 (radioactif) obtenu à partir de l'Iode 127 (stable). En général, la plupart des isotopes artificiels sont radioactifs.

Caractéristiques de l'atome

➤ Isotopes

Ex :

$^{131}_{53}\text{I}$ (78 neutrons) = radioactif

$^{123}_{53}\text{I}$ (70 neutrons) = radioactif

$^{127}_{53}\text{I}$ (74 neutrons) = stable

➤ **Isobares** = atomes de nombres de masse identiques

➤ **Isotones** = atomes de nombres de neutrons identiques

Caractéristiques de l'atome

Exemple : Le carbone comporte trois isotopes naturels

Elément chimique	Isotopes	Nbre de masse	Numéro atomique (Z)	Nbre de neutrons
^A_ZC	$^{12}_6\text{C}$	12	6	6
	$^{13}_6\text{C}$	13	6	7
	$^{14}_6\text{C}$	14	6	8

➤ Masse atomique :

La masse atomique d'un élément chimique est la moyenne des masses atomiques de ses isotopes multipliées par leur abondance relatives x_i (ou pourcentage).

$$M_{\text{at}} = \sum_i m_i \frac{x_i}{100} = m_1 \frac{x_1}{100} + m_2 \frac{x_2}{100} + \dots$$

Exemple d'application 1 :

Cl (naturel) = $^{35}_{17}\text{Cl}$ (75,4%) + $^{37}_{17}\text{Cl}$ (24,6%) et $m(^{35}_{17}\text{Cl}) = 34,97 \text{ g/mol}$, $m(^{37}_{17}\text{Cl}) = 36,97 \text{ g/mol}$

$$M_{\text{Cl}} = 34,97 \times \frac{75,4}{100} + 36,97 \times \frac{24,6}{100} = 35,46 \text{ g/mol}$$

Test :

Le cuivre naturel est composé de deux isotopes stables de masses atomiques respectives 62,929 et 64,927. Le numéro atomique du cuivre est $Z=29$.

Indiquer la composition des deux isotopes.

1. Un des isotopes possède 29 neutrons et 34 protons, l'autre isotope possède 29 protons et 34 neutrons
2. Un des isotopes possède 29 protons et 34 neutrons, l'autre isotope possède 29 protons et 36 neutrons
3. Un des isotopes possède 30 protons et 33 neutrons, l'autre isotope possède 29 protons et 36 neutrons
4. Un des isotopes possède 29 protons et 35 neutrons, l'autre isotope possède 29 protons et 37 neutrons

Défaut de masse et énergie de cohésion

► Unité de masse atomique: u.m.a

L'unité de masse atomique est définie comme le douzième de la masse d'un atome de $^{12}_6\text{C}$

$$1 \text{ u.m.a} = \frac{1}{12} \text{ (masse d'un atome de carbone 12)}$$

1 mole d'atomes de carbone 12 $\Rightarrow 12\text{g} \Rightarrow N$ Avogadro atomes
 $\times \Rightarrow 1$ atome

$$1 \text{ u.m.a} = \frac{1}{12} \times \frac{12}{N_A} = \frac{1}{N_A}$$

Avec $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Enfin **$1 \text{ u.m.a} = 1.6604 \cdot 10^{-24} \text{ g}$**

$$1 \text{ u.m.a} = 1,6604 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} 1\text{J} &= 10^7 \text{ ergs} \\ 1\text{eV} &= 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J} \\ 1\text{MeV} &= 10^6 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-13} \text{ J} \end{aligned}$$

► Défaut de masse

$$\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_{\text{noyau}}$$

► Energie de cohésion

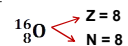
$$\Delta E = \Delta m \cdot C^2$$

Avec C : la vitesse de la lumière
 $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

► Energie de cohésion par nucléon

$$\Delta E' = \frac{\Delta E}{A}$$

Exemple : calcul de l'énergie de cohésion de l'atome :



$$\Delta E = \Delta m \cdot C^2$$

$$\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_{\text{noyau}}$$

$$\begin{aligned} m_p &= 1,0073 \text{ u.m.a} \\ m_n &= 1,0087 \text{ u.m.a} \\ M_{\text{noyau}} &= 15,9905 \text{ u.m.a} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta m &= 8 \times 1,0087 + 8 \times 1,0073 - 15,9905 \\ &= 0,137 \text{ u.m.a} = 0,137 \times 1,6604 \cdot 10^{-27} = 0,227 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Donc; } \Delta E &= 0,227 \cdot 10^{-27} \times (3 \cdot 10^8)^2 \\ &= 2,11 \cdot 10^{-11} \text{ J} \end{aligned}$$