

# COURS Atomistique 1<sup>er</sup> Semestre

**Chapitre I** Structure de l'atome

**Chapitre II** Stabilité des isotopes et radioactivité

**Chapitre III** Théorie classique de l'atome

## SITES INTERNET

Chapitre I

[http://www.sciences.univ-](http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/claude_saintblanquet/thermo2005/04_structurematiere/04_structurematiere.htm)

[nantes.fr/sites/claude\\_saintblanquet/thermo2005/04\\_structurematiere/04\\_structurematiere.htm](http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/claude_saintblanquet/thermo2005/04_structurematiere/04_structurematiere.htm)

<http://www.cdrummond.qc.ca/cegep/scnature/Chimie/NotesDeCours/CorpsHumainII/module%201.pdf>

[http://www.math.jussieu.fr/~jarraud/campusciences/documents/FSM\\_c01\\_structmat/accueil.html](http://www.math.jussieu.fr/~jarraud/campusciences/documents/FSM_c01_structmat/accueil.html)

<http://henni-mansour-z-aero.e-monsite.com/pages/structure-de-la-matiere-chimie1.html>

<http://s3.e-monsite.com/2010/09/27/72667518chapitre-i-str-de-latome-pdf.pdf>

Chapitre 2

<http://www.wontu.fr/COURS/RADIOACTIVITE.pdf>

<http://lpsc.in2p3.fr/schien/PHY113a/Cours%20radioactivite%202009-2010.pdf>

<http://www.chimix.com/T-fiches/resume3.htm>

Chapitre 3

[\[adm.al.lu/physics/Downloads/Premi%C3%A8re/Cours%20polycopi%C3%A9s/10%20Atome%20de%20Bohr.pdf\]\(http://pc-adm.al.lu/physics/Downloads/Premi%C3%A8re/Cours%20polycopi%C3%A9s/10%20Atome%20de%20Bohr.pdf\)](http://pc-</a></p></div><div data-bbox=)

<http://marsal.univ-tln.fr/>

[http://media4.obspm.fr/public/FSU/pages\\_spectroscopie/modele-bohr-sexercer.html](http://media4.obspm.fr/public/FSU/pages_spectroscopie/modele-bohr-sexercer.html)

<http://physique.coursgratuits.net/physique-quantique-corpculaire/modele-de-bohr.php>

<http://ressources.univ-lemans.fr/AccessLibre/UM/Pedago/chimie/01/deug/CHIM101A.htm>

## BIBLIOGRAPHIE

- Précis de chimie (cours, exercices résolus) J. Mesplede et J.L. Queyrel Ed. Bréal

- Structure de la matière J. Drillat, L. Torrès, J.Layole, M. Vallino Ed. Armand Colin

- Cours de chimie physique, Paul Arnaud Ed. Dunod

- Cours et Exercices Corrigés, Paul Arnaud Ed. Dunod

- Chimie Générale, R Ouahes, B. Devallez

- Introduction à la chimie générale Tome I Atomistique Liaison Chimique Inaki de Aguire, Marie

Anne Van de Wiel

Etc...

# CHAPITRE STRUCTURE DE L'ATOME

## I.1 Historique

- Découvert il y'a 2500 ans par les Grecs
- « Atomos » = indivisible
- Expériences menées entre 1875 – 1910 ont permis de mettre en évidence :
  1. L'atome n'est pas une particule fondamentale
  2. Il est constitué d'autres particules

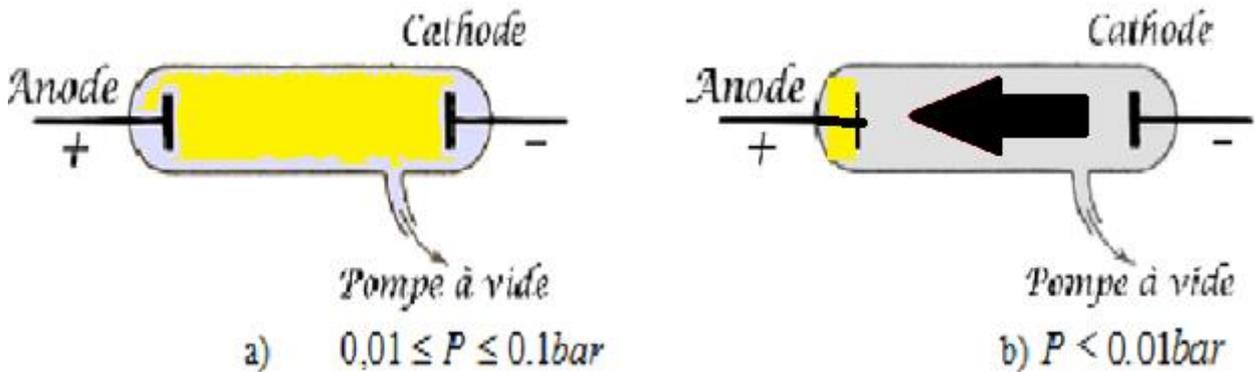
## I.2 Découvertes des particules fondamentales

### I.2.1 L'électron

#### I.2.1.1 Expérience de Crookes



Tube de Crookes ou Tube à Décharge



- Tube en verre constitué :
  1. Deux électrodes : Anode (+), Cathode (-)
  2. Une pompe à vide pour faire varier la pression P
    - Si  $0,01 \leq P \leq 0,1 \text{ bar}$  → Gaz luminescent (lampes néons, enseignes lumineuses)



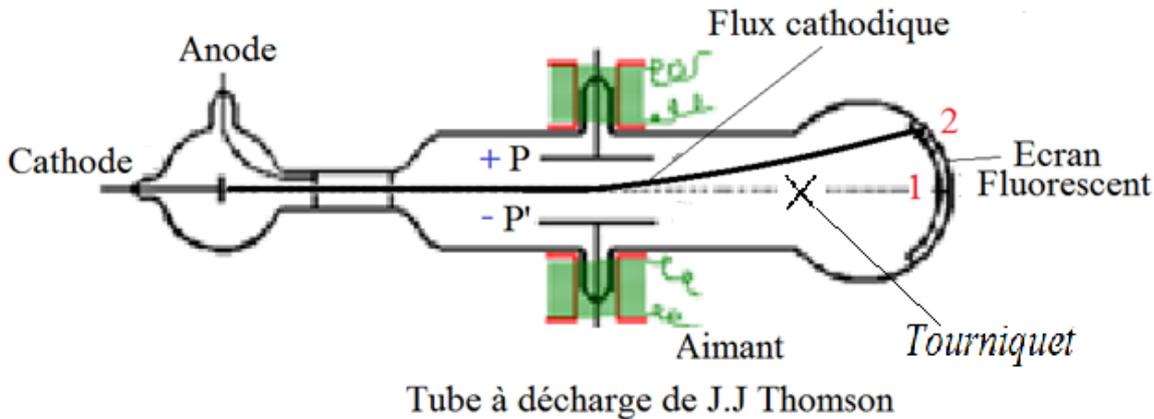
$P < 0,01 \text{ bar}$  : Il n'y a plus de lumière mais une fluorescence au niveau de l'ANODE  
Aux  $P < 0,01 \text{ bar}$  un flux de particules quittent la cathode pour aller vers l'anode.

- Flux (cathodique) Constitué de particules Chargées NEGATIVEMENT  
appelées ELECTRONS

Expérience réalisable quel que soit le gaz dans le tube et quel que soit le métal utilisé (comme électrodes)

CONCLUSION : ELECTRONS = CONSTITUANTS UNIVERSELS DE LA MATIERE

### I.2.1.2 Expérience de J.J.Thomson



#### Expérience

- Flux cathodique envoyé sur un écran fluorescent
- Traverse une région avec une région où règne  $\vec{E}$  et un  $\vec{B}$

#### Observations

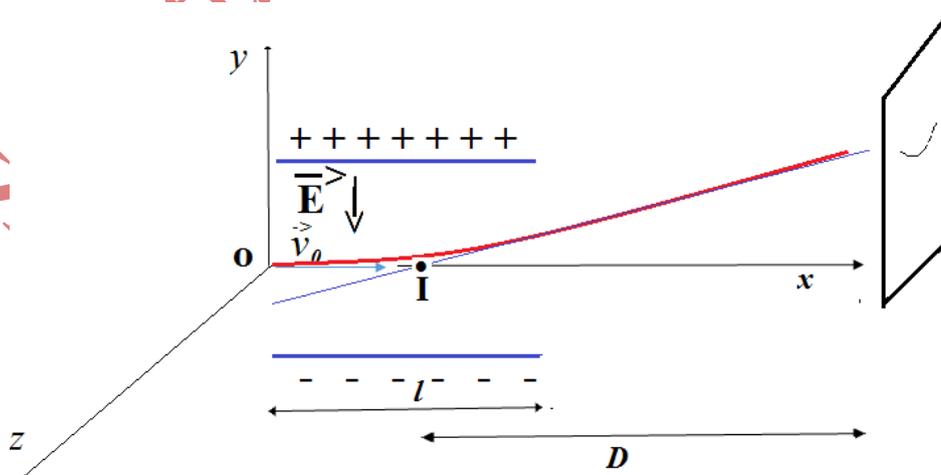
- À l'absence de champs  $\rightarrow$  Flux se retrouve en 1
- Si on applique  $\vec{E}$   $\rightarrow$  Flux est en position 2
- Un tourniquet placé sur la trajectoire du faisceau est déplacé vers l'anode.

#### Interprétation

- Se propage rectilignement
- Rayon cathodique = particules négatives.
- Transporte de l'énergie

#### Détermination du rapport e/m

Pour déterminer le rapport e/m (charge massique)  $\rightarrow$  étude trajectoire du rayon cathodique.



Action du champ électrique seul :

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E} \quad (q \text{ charge de la particule } < 0)$$

Suivant Ox :

$$F_x = m \cdot a_x = 0 \Rightarrow a_x = \frac{dv_x}{dt} = 0 \Rightarrow v_x = Cte = v_0$$

$$\Rightarrow x = v_0 t$$

Suivant Oy :

$$F_y = m \cdot a_y = -q \cdot E_y \Rightarrow a_y = \frac{dv_y}{dt} = -\frac{q}{m} \times E \Rightarrow$$

$$v_y = -\frac{q}{m} \times E \times t \Rightarrow y = -\frac{q}{2 \cdot m} \times E \times t^2$$

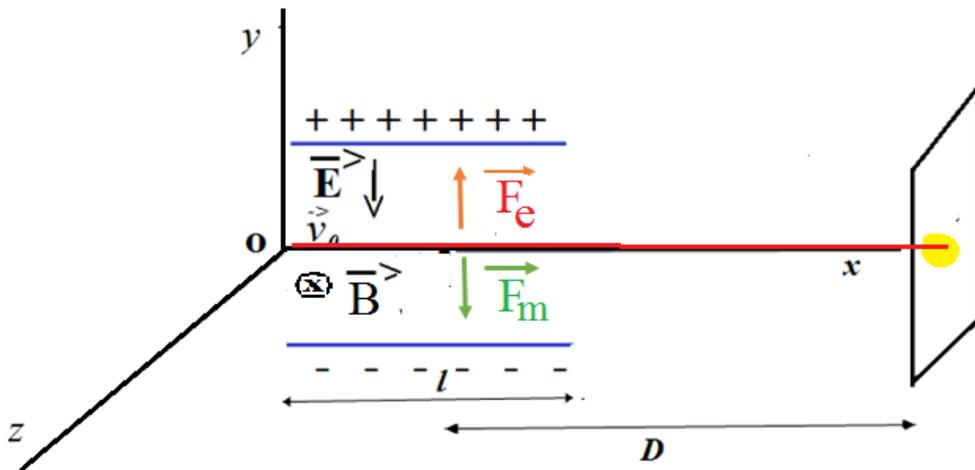
$$D'où \quad y(x) = -\frac{q}{2 \cdot m} \cdot \frac{E}{v_0^2} \cdot x^2$$

À la sortie du champ on a :  $x = l$

$$\text{On obtient alors : } y(l) = y_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{e}{m} \cdot \frac{E}{v_0^2} \cdot l^2 \quad [1] \text{ avec } q = -e$$

### Action des champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$

Pour déterminer le rapport  $e/m$  on applique les champs  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  de telle sorte qu'il n'y ait aucune déviation



C'est-à-dire

$$\vec{F}_e = -\vec{F}_m \Rightarrow e \cdot E = e \cdot v_0 \cdot B \Rightarrow v_0 = \frac{E}{B}$$

En remplaçant  $v_0$  par son expression dans [1]

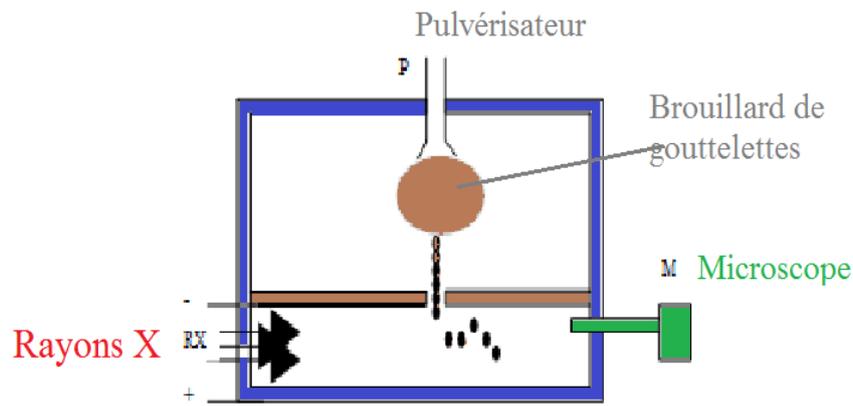
$$y_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{e}{m} \cdot \frac{B}{E} \cdot l^2$$

$$D'où \quad \frac{e}{m} = \frac{2 \times y_0 \times E}{B^2 \times l^2}$$

Application 1:

### **I.2.1.3 Détermination de la charge élémentaire : Expérience de Millikan**

- Entreprise en 1909 par Robert Millikan par l'étude de mouvement de gouttelettes d'huile entre les plaques d'un condensateur horizontal



L'expérience se déroule en 2 étapes :

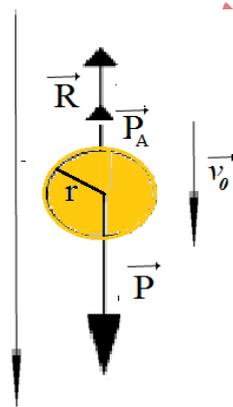
**i) En absence du champ  $\vec{E}$**

La gouttelette en chute et est soumise à l'action de 3 forces :

- À son poids  $\vec{P} = m \cdot \vec{g} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \rho \cdot \vec{g}$  ( $\rho$  masse volumique de l'huile)
- À la force de frottement = force de Stokes  $\vec{R} = -6\pi\eta r \cdot \vec{v}$  ( $\eta$  coefficient de viscosité N.s.m<sup>2</sup>)
- À la poussée d'Archimède (force généralement négligeable devant les autres)

$$\vec{P}_A = -m_A \cdot \vec{g} = -\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \rho_A \cdot \vec{g}$$

(( $\rho$  masse volumique de l'air))



Le principe fondamental de la dynamique

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{P}_A = m \cdot \vec{a} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt}$$

En fait  $\vec{v} \rightarrow$  vitesse limite  $\vec{v}_0 = \overline{\text{Cte}}$ , d'où :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{P}_A = \vec{0}$$

Par projection suivant un axe vertical dirigé vers le bas

$$\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \rho \cdot g - 6\pi\eta r \cdot v_0 - \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \rho_A \cdot g = 0$$

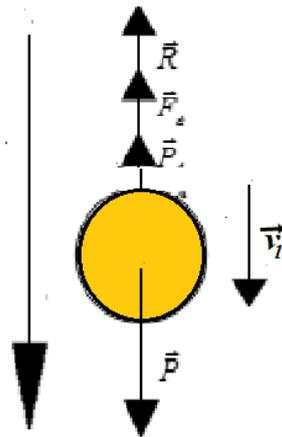
Rayon de la gouttelette :

$$r = \sqrt{\frac{9 \eta \times v_0}{2 \cdot g \times (\rho - \rho_A)}}$$

**ii) En présence du champ électrique  $\vec{E}$**

- Les RX ionisent les atomes de l'air
- Mouvements descendants ou ascendants ou immobilité des gouttelettes
- Mouvements liés :

- A la charge portée par les gouttelettes (signe et valeur)
- Au sens et à l'intensité de  $\vec{E}$  et donc de  $\vec{F}_e$



Une gouttelette est soumise à  $\vec{P}$ ,  $\vec{R}$ ,  $\vec{P}_A$  et à  $\vec{F}_e = q \cdot \vec{E}$ , d'où :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{P}_A + \vec{F}_e = m \cdot \frac{d\vec{v}_1}{dt} = 0$$

Par projection :

$$\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \rho \cdot g - 6\pi\eta r \cdot v_1 - \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \rho_A \cdot g - |q|E = 0$$

$$|q|E = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot g (\rho - \rho_A) - 6\pi\eta r \cdot v_1$$

Or  $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot g (\rho - \rho_A) = 6\pi\eta r \cdot v_0$

$$|q| = \frac{6\pi \cdot \eta \cdot r}{E} (v_0 - v_1)$$

En répétant l'expérience des centaines de fois, Millikan déduit :

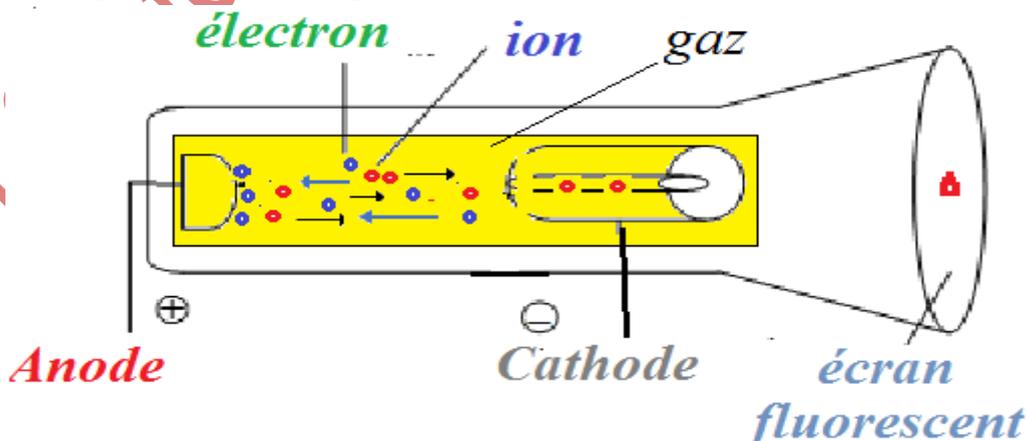
- la plus petite charge libre pouvant exister « e »
- Toute charge q est multiple entière de e :  $q = n \times e \quad n \in \mathbb{Z}$   
Avec  $e = 1,602176565 \times 10^{-19} \text{C}$

Connaissant e et e/m on en déduit  $m_e = 9,10938 \cdot 10^{-31} \text{kg}$

### Application 1 :

#### I.2.2 : Les deux sortes de charge

a) Montage expérimental (Expérience de Goldstein)



- Aménagement d'un trou dans la cathode d'un tube à décharge
- Observation d'un flux cathodique
- Observation de rayons dits canaux issus de la cathode

Rayons canaux = particules positives provenant des chocs entre les électrons et le gaz contenu dans le tube (quel que soit le gaz dans le tube).

**Conclusion :** Dans l'atome, il existe aussi des charges positives

### I.2.2.3 Modèle atomique

Un modèle atomique est une représentation graphique (ou théorique) des propriétés de l'atome.

- Représentation soumise à l'expérience

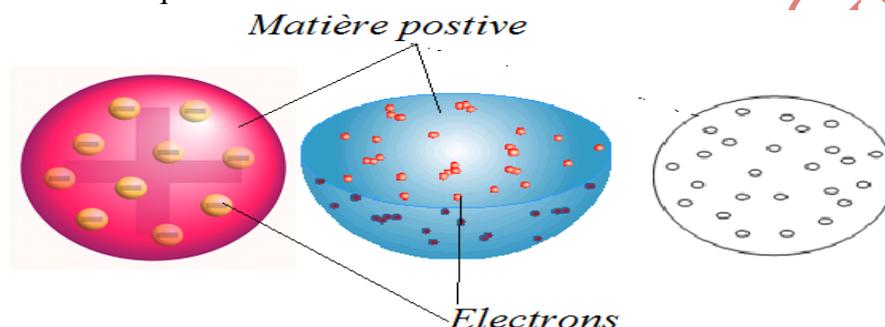
- Résultats → validation, amélioration ou rejet du modèle
- Meilleur modèle est le modèle simple dont on connaît les limites.

#### i). *Modèle de J.J Thomson*

Le modèle atomique de J.J Thomson est constitué

- D'une sphère remplie d'une matière positive.
- Des électrons incrustés dans cette matière

→ Ensemble électriquement neutre

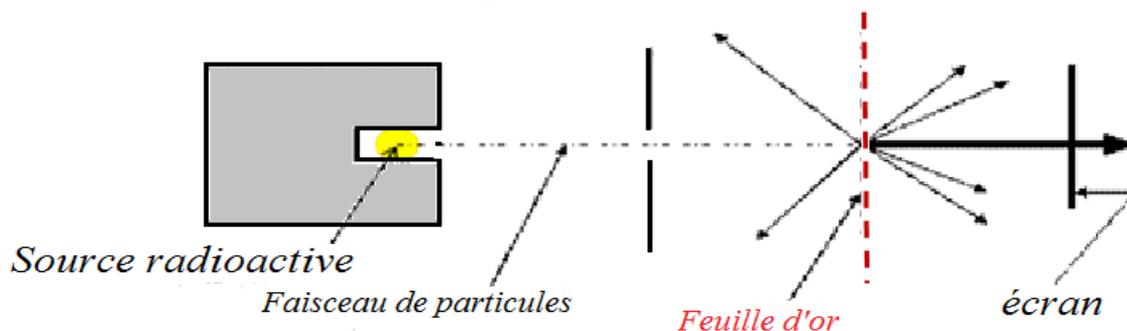


Ce modèle se montre rapidement inexact après la mise en évidence du noyau atomique.

### I.2.3 Le noyau

#### I.2.3.1 Mise en évidence du noyau

##### a) Montage expérimentale (Expérience de Rutherford)



#### i) **Expérience**

-- Envoie d'un flux de particules chargées ( $\alpha$ ) sur une mince feuille d'or (quelques  $\mu\text{m}$  d'épaisseur)

#### ii) **Observations :**

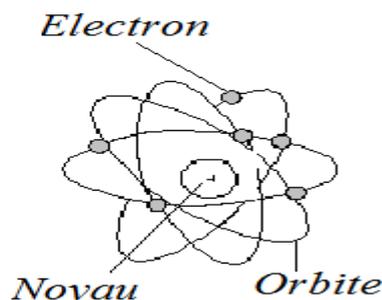
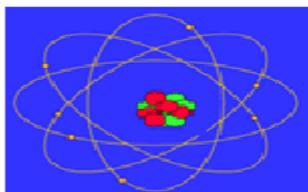
- Une majorité des particules  $\alpha$  n'est pas déviée
- Une faible proportion est déviée (1/100)
- Une infime partie est renvoyée en arrière

#### iii) **Interprétation**

- L'atome est surtout constitué de vide.
- Dans l'atome, il existe un centre positif (appelé noyau)
- Le noyau est extrêmement petit et dense
- L'atome est neutre,
- Les charges négatives gravitent autour du noyau.

## b) Modèle de Rutherford

Pour interpréter la perméabilité de l'atome Rutherford et Perrin proposent un autre modèle dans lequel les électrons tournent autour du noyau



Modèle est caractérisé par :

- Un noyau exerçant une force d'attraction électrostatique
- Les électrons sont animés par un mouvement de rotation uniforme

### Inconvénients du modèle

- Modèle en contradiction avec la théorie électromagnétique.
  - Tout corps en mouvement rayonne de l'énergie (donc perd de l'énergie) et l'électron devait finir par tomber sur le noyau
  - Il ne peut expliquer l'existence des spectres de raies.

### I.2.2.4 Constituants du noyau.

Après la mise en évidence du noyau, une question naturelle est : que contient ce noyau ? Pour étudier sa composition, le noyau est bombardé de projectiles et on étudie les morceaux.

#### 1) le proton

- En 1918 Rutherford découvre le proton en soumettant de l'azote gazeux à un flux de particules  $\alpha$
- Proton particule nucléaire (nucléon) de charge  $e = + 1,602176565$  et de masse  $m_p = 1,67262 \times 10^{-27}$  kg soit  $1836,15267389 m_e$

#### 2) Le neutron

- Le neutron a été mis en évidence par Chadwick (1930) en bombardant du béryllium (Be). par des particules  $\alpha$
- C'est une particule de charge nulle (d'où son nom) et de masse  $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27}$  kg soit  $1838,6836550 m_e$

#### 3) Les quarks (1975)

Les nucléons (protons et neutrons) ne sont pas des particules fondamentales

- En leur sein, on trouve des quarks (six types de quarks)
  - Trois naturels: up (u), down (d), strange (s)
  - Trois artificiels: charmed ou charmé (c), beautiful ou beau (b) et top (t)
  - Leur masse n'est pas connue avec précision
  - Leur charge est toujours un multiple fractionnaire de e

Quarks	d	u	s	c	b	t
Charges	$-\frac{1}{3} e$	$+\frac{2}{3} e$	$-\frac{1}{3} e$	$+\frac{2}{3} e$	$-\frac{1}{3} e$	$+\frac{2}{3} e$

- Un proton est constitué de 2 quarks up et d'un quark down (uud), sa charge électrique est donc :

$$q_p = +\frac{2}{3} e + \frac{2}{3} e - \frac{1}{3} e = +e$$

- Le neutron est constitué d'un quark up et de 2 quarks down (udd), sa charge électrique vaut ainsi :

$$q_n = +\frac{2}{3}e - \frac{1}{3}e - \frac{1}{3}e = 0$$

Le rayon des quarks est environ 1000 plus petit que celui du proton.

Dans l'atome, il y a différentes forces ou interactions. Les quarks sont liés entre eux par des interactions fortes qui compensent les forces répulsives existant entre les protons chargés positivement ce qui permet aux noyaux atomiques de rester stables.

### I.2.3 Caractéristiques de l'atome

- L'atome est constitué d'électrons et de nucléons (protons et neutrons)

- Les protons et les électrons ont des charges égales en valeur absolue mais de signe contraire.

*L'atome est ainsi globalement neutre.*

L'atome est caractérisé par :

- A : nombre de masse ou nombre de nucléons

- Z : numéro atomique ou nombre de charge qui est son nombre de protons

Avec  $A = Z + N$  (N étant le nombre de neutrons)

On note :  ${}^A_ZX$  ou  ${}^AX$ .

#### I.2.3.1 Éléments chimiques- Nucléides- Isotopes.

- Chaque valeur du numéro atomique Z définit un *élément chimique*.

- Un élément chimique est l'ensemble des atomes ayant le même numéro atomique Z

- Un nucléide est l'ensemble des atomes dont les noyaux contiennent le même nombre de protons Z et le même nombre de neutrons N. Il est donc caractérisé par le couple (A, Z).

**Définitions :**

Isotopes : Nucléide de même Z et de A différents  ${}^{16}_8O$  ;  ${}^{17}_8O$  ;  ${}^{18}_8O$

Isobares : Nucléides de même A et de Z: Exemple  ${}^{14}_7N$  ;  ${}^{14}_6C$ .

Isotones : Nucléides de même nombre de neutrons :  ${}^{35}_{15}P$  et  ${}^{37}_{17}Cl$

Miroirs : Deux isobares tels que le nombre de neutrons de l'un est égal au nombre de protons de l'autre et inversement sont dits noyaux miroirs.  ${}^{A_1}_{Z_1}X_1$  et  ${}^{A_2}_{Z_2}X_2$  et  $N_1=Z_2$  et  $N_2 = Z_1$  Ex.  ${}^{33}_{16}S$  et  ${}^{33}_{17}Cl$

Isotopes isomères : Deux isotopes de même A et de Z dans des niveaux d'énergie différents.  ${}^A_ZX^*$   
Ex :  ${}^{226}_{88}Ra^* \rightarrow {}^{226}_{88}Ra + \gamma$

Une vingtaine d'éléments n'ont qu'un seul isotope naturel dans leur famille ( ${}_4Be$ ,  ${}_9F$ ,  ${}_{11}Na$ ,  ${}_{13}Al$ ,  ${}_{15}P$ ,  ${}_{79}Au$ ). Il existe 118 éléments connus et plus de 1700 nucléides dont 300 sont naturels et le reste artificiel.

#### Application 3 :

### I-2-3-2 : Unité de quantité de matière : la mole

Pour obtenir des quantités de matière mesurable avec les techniques modernes, une unité relative à la matière a été adoptée : la mole.

**Définition** : La mole est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités (atomes, molécules, ions...) qu'il y a d'atomes dans 12 g de  ${}^{12}_6C$ .

Le nombre d'entités contenues dans une mole est le nombre d'Avogadro :  $N_A = 6,022142 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

### I-2-3-2 : Unités de l'infiniment petit : u.m.a – eV

Dans l'infiniment petit des unités de mesure adaptées, ont été adoptées : l'unité de masse atomique (u.m.a ou u) et l'électron-volt (eV).

- **Définition** : L'u.m.a est égale au douzième de la masse d'un atome de carbone 12.

$$1\text{uma} = \frac{1}{12} \cdot \frac{12}{N_A} = \frac{1}{N_A} (\text{g}) = \frac{10^{-3}}{N_A} (\text{kg}) = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{kg}$$

L'électron-volt est utilisée comme unité d'énergie en physique des particules.

**Définition :** L'eV est l'énergie acquise par un électron soumis à un potentiel électrique de 1V

$$E_c = e \times U = 1,6605 \cdot 10^{-19} J = 1 \text{ eV}$$

Les multiples sont 1keV = 10<sup>3</sup>eV, 1MeV = 10<sup>6</sup>eV, 1GeV = 10<sup>9</sup>eV

### I-2-3-3 : Masse atomique et masse molaire atomique

a) *Masse atomique*

i) Par rapport à ses isotopes

La masse atomique est la moyenne pondérée de la masse d'un atome.

$$m_{at} = \sum_i x_i m_i \quad \begin{array}{l} x_i \text{ abondance isopique} \\ m_i \text{ masse de l'isotope } i \end{array}$$

- Le coefficient de pondération est l'abondance isotopique  $x_i$

- Par définition

○  $x_i$  est la proportion en nombre d'atomes de l'isotope  $i$  dans le mélange naturel :  $0 \leq x_i \leq 1$

○  $x_i$  est le pourcentage en nombre d'atomes de l'isotope  $i$  dans le mélange naturel :  $0 \leq x_i \leq 100\%$

$$\text{Avec} \quad \sum_i x_i = 1 \quad \text{ou} \quad \sum_i x_i = 100\%$$

#### Application 4

ii) Par rapport au noyau

$$m_{at} = m_{noy} + Zm_e$$

$$\text{Or } m_e \ll m_n \text{ ou } m_p \quad \rightarrow \quad m_{at} \approx m_{noy} = Zm_p + (A-Z)m_n$$

**N.B :** Sauf indications contraires, la masse des électrons est négligeable devant celle du noyau.

b) *Masse molaire atomique*

La masse molaire atomique est la masse d'une mole d'atomes :

$$M_{at} = N \cdot m_{at}$$

**Remarque :** Si  $M_{at} = X \text{ g/mol}$  alors  $m_{at} = X \text{ uma}$

**Preuve :** Soient  $M_X$  et  $m_X$  la masse molaire et la masse d'un atome d'un élément  $X$  quelconque.

Soit  $M = X \text{ g/mol}$  alors

$$m = \frac{X}{N} \text{ (g)} \text{ or } \frac{1}{N} = 1 \text{ uma} \Rightarrow m = X \cdot \text{uma}$$

### I.3 Isotopies et Spectrographies de masse

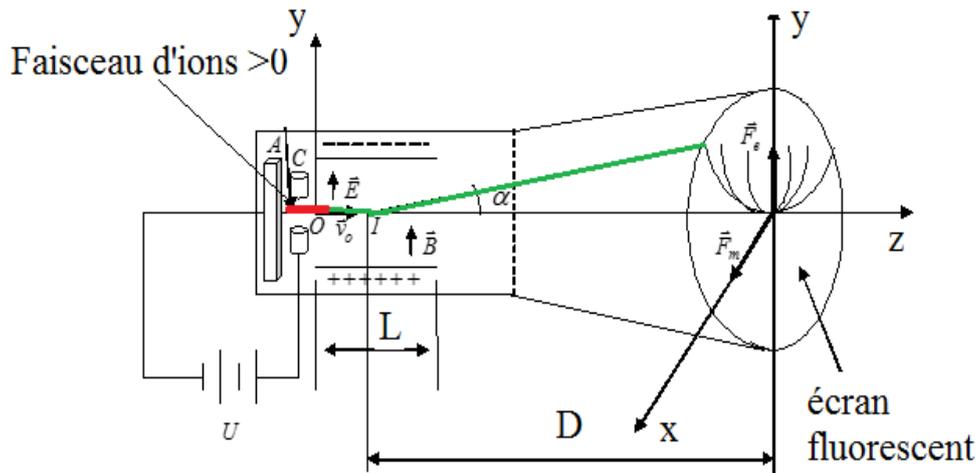
Pour un élément chimique donné ( $Z$  défini) le nombre de neutrons du noyau n'est pas toujours le même  $\rightarrow$  Isotopes.

#### I.3.1 Isotopies

a) *Montage expérimental ( J.J Thomson 1912)*

- Action simultanée des champs  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  (parallèles) sur un faisceau anodique

- Observation sur un écran d'arcs de paraboles



### b) Études des déviations

i) Action de  $\vec{E}$  : La force électrique agit suivant (Oy) et la déviation suivant cet axe est:

$$y = \frac{1}{2} a_y t^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{q \cdot E}{m} \cdot t^2$$

À la sortie du champ :

$$y_s = \frac{1}{2} \cdot \frac{q \cdot E}{m} \cdot \frac{L^2}{v_0^2} \quad [1]$$

ii) Action de  $\vec{B}$  : L'action de  $\vec{B}$  se fait suivant (Ox) et la déviation sur cet axe vaut :

$$x = \frac{1}{2} a_x t^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{q \cdot v_0 B}{m} \cdot t^2$$

À la sortie de  $\vec{B}$  :

$$x_s = \frac{1}{2} \cdot \frac{q \cdot v_0 B}{m} \cdot \frac{L^2}{v_0} \quad [2]$$

iii) Action simultanée de  $\vec{E}$  et de  $\vec{B}$  :

- Équation de la trajectoire d'un ion.

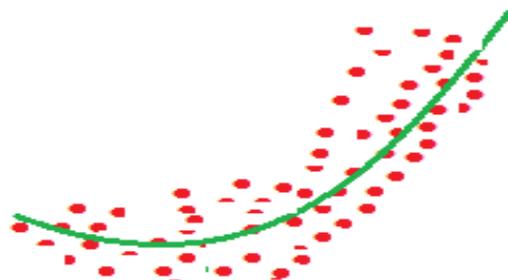
$$\frac{y}{x^2} = \frac{2 \times E}{L^2 \cdot B^2} \cdot \frac{m}{q} \Rightarrow y = \frac{2 \times E}{L^2 \cdot B^2} \cdot \frac{m}{q} x^2$$

La trajectoire est donc un arc de parabole

$$y = C \cdot \frac{m}{q} x^2$$

- On observe plusieurs arcs de parabole donc des ions de masse différentes (car même charge)

L'inconvénient majeur de ce dispositif est la dispersion des ions



D'autres dispositifs beaucoup plus focalisant sont alors utilisés.

### Application

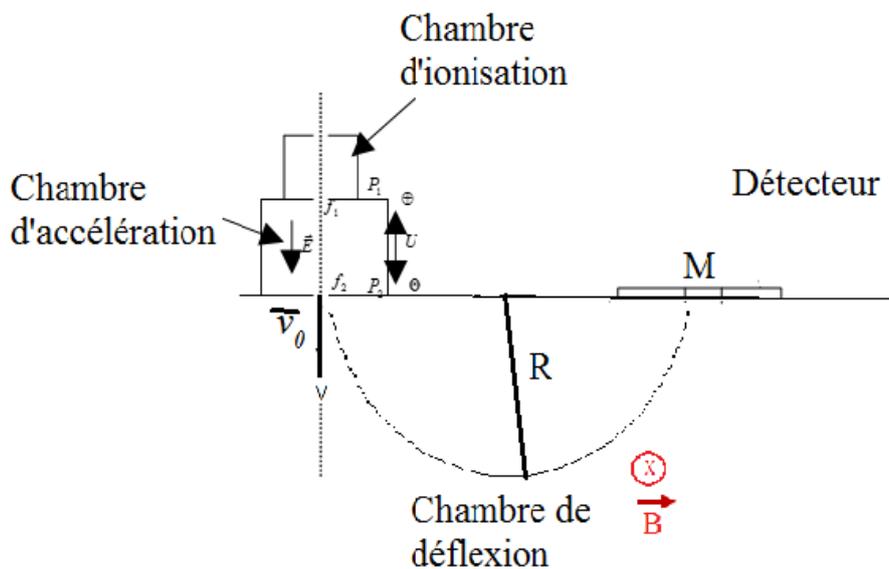
### I.3.2 Spectrographie de masse

- La spectrographie de masse permet de séparer les isotopes d'un élément.  
 - Un spectrographe de masse est utilisé, il comprend 4 parties : les chambres d'ionisation, d'accélération, de déflexion et un détecteur.

1. - Ionisateur : Obtention d'ions positifs par bombardement d'atomes ionisés ou de gaz.
2. - Accélérateur : Ions accélérés par un condensateur ( $P_1$  et  $P_2$ ) percé en  $f_1$  et  $f_2$ .
3. - Analyseur Ions déviés par un champ magnétique  $\vec{B}$  constant et perpendiculaire à la trajectoire des ions.
4. - Détecteur : comptage électronique des impacts

#### I.3.2.1 Spectrographe de Dempster

##### a) Montage expérimental



- En  $f_2$ , le faisceau d'ions est monocinétique avec des ions de vitesses différentes.

$$\frac{1}{2} m_i v_i^2 - 0 = q_i U \Rightarrow v_i^2 = \frac{2 \cdot q_i U}{m_i}$$

- Dans la chambre de déflexion, les ions décrivent une trajectoire circulaire telle que :

$$q_i v_i B = \frac{m_i v_i^2}{R} \Rightarrow R = \frac{m_i v_i}{q_i B}$$

Chaque espèce ionique décrit un demi-cercle de rayon  $R$ , d'où :

$$\frac{q_i}{m_i} = \frac{2 \cdot U}{R^2 B^2}$$

- Le rapport  $\frac{q}{m_i}$  est indépendant de la vitesse des ions.

-  $R$  est une donnée de construction de l'appareil et la réponse de celui-ci dépend uniquement du rapport  $\frac{U}{B^2}$

- En modifiant  $U$  et en fixant  $\vec{B}$ , on peut faire défiler tous les ions de même rapport  $\frac{q}{m_i}$

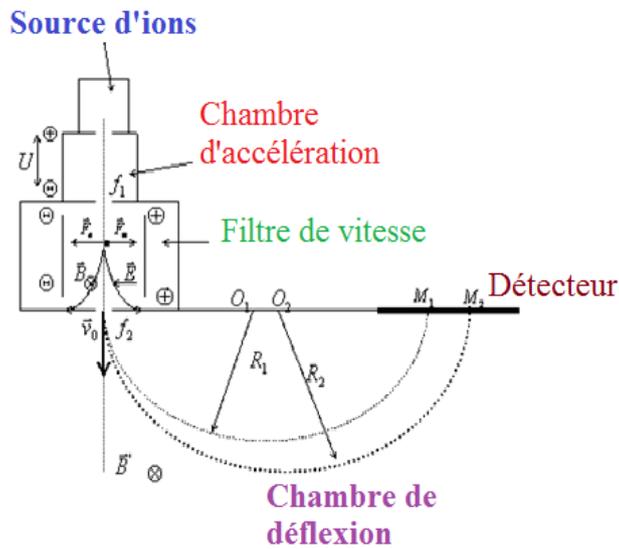
Le fait que les ions n'ont pas la même vitesse en  $f_2$  entraîne une dispersion des ions au niveau du collecteur

**Application :**

### I.3.2.2 Spectrographe de Bainbridge

#### a) Montage expérimental

- Introduction d'un filtre de vitesse de telle sorte que les ions entrent dans le défecteur avec la même vitesse



Dans le filtre :

$$\vec{F}_e + \vec{F}_m = \vec{0} \Rightarrow q\vec{E} + q\vec{v} \wedge \vec{B} = \vec{0} \Rightarrow v = v_0 = \frac{E}{B}$$

- La vitesse est indépendante de  $q/m$ , seuls les ions de vitesse  $v_0$  entrent dans le défecteur.
  - Si  $v > v_0$  alors  $F_m > F_e$  ; les ions sont déviés vers la droite.
  - Si  $v < v_0$  alors  $F_m < F_e$  ; les ions sont déviés vers la gauche.
- L'appareil permet de trier les ions selon la vitesse d'où son nom de filtre ou sélecteur de vitesse.
- En  $F_2$  tous les ions ont la même vitesse sans avoir la même énergie
- Les ions décrivent une trajectoire circulaire de rayon R dans le défecteur

$$F'_m = qv_0B' = \frac{m_i v_0^2}{R_i} \Rightarrow \frac{q}{m_i} = \frac{E}{B B' R_i}$$

- L'inconvénient du spectrographe de Bainbridge est une forte déperdition des ions dans le sélecteur entraînant une faible luminosité au niveau du détecteur.
- L'inconvénient du spectrographe de Bainbridge réside dans la dispersion des ions dans le sélecteur de vitesse entraînant une luminosité faible.