

Chapitre P1 : Les particules élémentaires

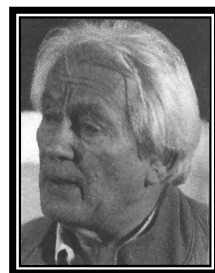
I) De quoi la matière est-elle constituée ?

Etude documentaire :

« Lorsque j'entrai au laboratoire dirigé par Joliot au Collège de France, la connaissance que j'avais de la structure de la matière ne devait guère dépasser celle acquise par un lycéen de 1993 abonné à de bonnes revues de vulgarisation. Je les résume rapidement : la matière est composée d'atomes, eux-mêmes constitués de noyaux entourés d'un cortège d'électrons [de masse $m_e=9,1.10^{-31}kg$]. Les noyaux portent une charge électrique positive qui est de même valeur et de signe opposé à la charge des électrons qui gravitent autour du noyau. La masse d'un atome est concentrée dans le noyau. (...)

Le noyau de l'hydrogène, ou proton [de masse $m_p=1,67.10^{-27}kg$], porte une charge électrique positive. Celui-ci a un compagnon, le neutron, qui est neutre électriquement et a sensiblement la même masse. Tous deux s'associent de façon très compacte pour constituer les noyaux qui sont au cœur des atomes peuplant notre univers. Ils s'entourent d'un cortège d'électrons dont la charge compense exactement celle des protons. En effet, la matière est neutre, sinon elle exploserait en raison de la répulsion qu'exercent l'une sur l'autre des charges de même signe, positif ou négatif. Il faut avoir en tête l'échelle des dimensions. Le diamètre d'un atome est voisin d'un centième de milliardième de centimètre. Celui d'un noyau est cent mille fois plus petit. On voit donc que presque toute la masse d'un atome est concentrée en un noyau central et que, loin sur la périphérie, se trouve un cortège qui est fait de particules de charge électrique négative, les électrons. C'est ce cortège seul qui gouverne le contact des atomes entre eux et donc tous les phénomènes perceptibles de notre vie quotidienne, tandis que les noyaux, tapis au cœur des atomes, en constituent la masse. »

Georges CHARPAK, Extrait de *La vie à fil tendu*



1- De quoi est constituée la matière dans l'Univers ?

La matière dans l'univers est constituée de trois particules élémentaires : les protons, les neutrons et les électrons.

2- Complétez le tableau ci-dessous :

Particules citées dans le texte	Où les trouve-t-on ? dans le noyau, dans l'atome ?	Quelle est leur charge électrique ?	Quelle est leur masse ?
électrons	Dans l'atome autour du noyau	Négative $-1,6.10^{-19} C$	$m_e=9,1.10^{-31}kg$
Protons	Dans le noyau	Positive $1,6.10^{-19} C$	$m_p=1,67.10^{-27}kg$
Neutrons	Dans le noyau	Neutre	$m_n \approx m_p=1,67.10^{-27}kg$

3- Calculer le rapport des masses du nucléon et de l'électron. Conclure.

$$\frac{m_n}{m_e} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,8 \cdot 10^3$$

La masse d'un nucléon (proton ou neutron) est environ 2000 fois supérieure à celle d'un électron. La masse d'un atome est donc bien concentrée sur son noyau.

4- Quel est l'ordre de grandeur du rayon atomique ?

Dans le texte, on nous dit que le diamètre moyen d'un atome est de l'ordre du centième de milliardième de centimètre. Soit $10^{-8} \text{ cm} = 10^{-10} \text{ m}$.

On peut donc en conclure que l'ordre de grandeur du rayon atomique est de l'ordre de 10^{-10} m .

II) Les particules élémentaires :

1) Les électrons :

C'est en 1897 que Joseph John Thomson (physicien anglais) découvre l'existence de l'électron et réalise les expériences qui permettent de déterminer la masse et la charge de l'électron.

L'électron peut-être considéré comme ponctuel. Sa masse vaut $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, et il porte une charge négative $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Remarque : Unité de charge électrique

Dans le système international, une charge électrique notée est mesurée en coulomb (C), en hommage au physicien français Charles de Coulomb.

La définition du coulomb dérive de celle de l'ampère (A). 1C la quantité d'électricité qui traverse pendant une seconde une section de conducteur lorsque l'intensité du courant est égale à 1A.

2) Les particules du noyau atomique :

• Le noyau atomique (rappels de secondes)

Comme toutes les affirmations de l'époque montraient que l'atome était neutre, Thomson affirma que l'atome contenait également une partie positive.

En 1911, Ernest Rutherford découvrit que la charge positive de l'atome est localisée au centre de l'atome. C'est le noyau de l'atome dont le rayon ne dépasse pas 10^{-14} m (10 000 fois plus petit que le rayon de l'atome).

Le noyau est constitué de particules nommées **nucléons**. Il y a deux sortes de nucléons : **les protons et les neutrons**.

Chaque noyau est caractérisé par le nombre de nucléons qui le constituent (**le nombre de nucléons A**), et par le nombre de protons qu'il contient (**le nombre de charge Z**). On désigne symbolique le noyau d'un atome X par :



Exemple :

${}^{12}_6 \text{C}$. Déterminer le nombre de nucléons, de protons, d'électrons et de neutrons (justifier à chaque fois).

Isotopes : On appelle isotopes des atomes qui ont le même nombre de protons, mais des nombres de neutrons différents.

Exemple : les isotopes du carbone : ${}^{12}_6\text{C}$; ${}^{13}_6\text{C}$; ${}^{14}_6\text{C}$

- **Les nucléons** :

- **les protons** :

La charge positive du noyau est due aux protons qu'il contient. Le proton est une particule dont la masse est $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, qui porte une charge positive de $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, égale à la valeur absolue de la charge de l'électron.

- **les neutrons** :

Le neutron est **une particule neutre** qui a environ le même diamètre et la même masse que le proton.

A retenir :

La masse du proton et du neutron est presque 2000 fois supérieure à celle de l'électron. La masse d'un atome est donc pratiquement égale à celle de son noyau.

III) La charge élémentaire :

La valeur de la charge de l'électron fut confirmée expérimentalement en 1909 par R. Millikan. Comme l'électron, n'est pas divisible (on ne peut pas le casser en deux) et que sa charge a la même valeur absolue que celle du proton, on définit une charge électrique élémentaire.

La charge électrique élémentaire (ou charge élémentaire) est la valeur absolue de la charge d'un électron. On l'a noté e et elle vaut $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

La charge électrique d'un proton est donc $q_p = +e$. Celle d'un électron $q_e = -e$.

Toute charge électrique est un multiple positif ou négatif de la charge élémentaire.