

Chapitre 9 – Description de l'Univers Quels sont les constituants de l'atome ?

Un atome est constitué d'un noyau central contenant des protons et des neutrons, et d'électrons en mouvement autour de ce noyau.

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

- On regroupe les protons et les neutrons sous l'appellation « nucléons » (du latin *nucleus*, le noyau).
On note Z le nombre de protons et A le nombre de nucléons d'un noyau. Par conséquent, le nombre de neutrons est $(A - Z)$.

Les protons et les nucléons ont une masse voisine, et très supérieure à celle de l'électron.

- La masse d'un atome est donc quasiment égale à celle du noyau de l'atome, qui est calculable comme la somme des masses des nucléons :

$$m_{\text{atome}} \approx m_{\text{noyau}} = Z \times m_p + (A - Z) \times m_n \approx A \times m_{\text{nucléon}}$$

Ce calcul donne en réalité une masse approchée, ce point sera développé en Terminale S.

Les protons et les électrons sont des particules qui portent une charge électrique : positive pour les protons, négative pour les électrons.

- La charge d'un proton est nommée *charge élémentaire*. Elle est notée e et s'exprime en coulombs (symbole C). On retiendra $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
- La charge d'un électrons est l'opposée de la charge élémentaire, soit $-e$.

Un atome est neutre électriquement. Par conséquent, il contient autant de protons dans son noyau que d'électrons en mouvement autour du noyau.

1. Décrire l'atome de fer (5 pts)



On considère un atome de fer qui contient 26 protons et 30 neutrons.

- a. Calculer les nombres Z et A pour cet atome.
- b. Combien cet atome contient-il d'électrons ?
- c. Préciser la disposition des particules citées.

2. Utiliser la charge du noyau (8 pts)



Considérons un atome dont le noyau contient Z protons. On note q_p , q_n et q_a la charge respectivement d'un proton, du noyau, de l'atome.

- a. Exprimer q_n en fonction de q_p et Z .
- b. Un noyau d'atome de chlore a une charge $q_n = 2,72 \cdot 10^{-18} \text{ C}$. Déterminer le nombre de protons contenus dans ce noyau (on prendra $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$).
- c. Déterminer la valeur de q_a .

3. Décrire l'atome grâce à sa masse (10 pts)



Considérons un atome de cobalt qui a une masse $m = 9,85 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$. Il contient 32 neutrons. On prendra $m_{\text{nucléon}} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

- a. Déterminer le nombre de nucléons de cet atome.
- b. Déterminer le nombre de protons et d'électrons de cet atome.

Chapitre 9 – Un modèle de l'atome L'atome est-il plein ?

Au collège, on présente l'atome comme une sphère dure. Mais ce modèle simple est complété au lycée.

Le noyau d'un atome est entouré de vide. Les électrons sont en mouvement dans ce vide. Dans un atome, la proportion de vide est considérable: plus de 99 % du volume de l'atome est vide ! On dit que la matière a une structure lacunaire.

- Ernest Rutherford fut le premier à montrer, par une expérience restée célèbre, que l'atome contient une grande proportion de vide. Rutherford bombarda une feuille d'or avec de petites particules nommées particules α . Il s'aperçut que la majorité des particules traversaient la feuille d'or sans dévier de leur trajectoire, ce qui s'explique par la grande proportion de vide que contiennent les atomes.
- On pense parfois que le noyau est entouré d'air. Mais c'est oublier que l'air est constitué de molécules, elles-mêmes faites d'atomes !
ex. À titre de comparaison, considérons une maison construite en briques. Il est bien sûr impossible qu'une brique soit elle-même constituée de maisons !
- Il n'y a pas de coque dure qui délimiterait l'atome. C'est l'espace occupé par les électrons qui définit le volume de l'atome.

Le diamètre de l'atome est de l'ordre de quelques dixièmes de nanomètres ; le diamètre du noyau, de l'ordre de quelques femtomètres.

- Le diamètre de l'atome est environ 100 000 fois plus grand que le diamètre du noyau.
- Les électrons sont des particules de dimension totalement négligeable devant les dimensions du noyau et de l'atome.
ex. On imagine fabriquer une maquette d'un atome dont le noyau serait une bille de diamètre $d = 1$ cm. L'atome devrait avoir un diamètre 100 000 fois plus grand, soit donc 100 000 cm de diamètre, c'est-à-dire 1 km, pour que la maquette soit à l'échelle ! Les électrons, représentés par de minuscules poussières, ne seraient pas visibles à l'œil nu sur cette maquette.

1. Questions de cours (5 pts)



- a. Que signifie « la matière a une structure lacunaire » ?
- b. Quel est le rapport de taille entre le diamètre d'un atome et celui de son noyau ?

2. Échelles de taille dans l'atome d'hydrogène (8 pts)



L'atome d'hydrogène est le plus petit des atomes. Son noyau contient seulement un proton; il a un rayon estimé à $r_n = 0,84 \cdot 10^{-15}$ m. Le rayon de l'atome d'hydrogène vaut $r_o = 1,2 \cdot 10^{-10}$ m. Le noyau et l'atome sont assimilés à des sphères.

- a. Calculer le rapport $\frac{r_o}{r_n}$. La valeur obtenue est-elle cohérente ? Justifier.
- b. Des élèves veulent représenter l'atome d'hydrogène par un ballon de diamètre $d = 30$ cm. Quelle doit être la taille de leur « noyau » pour que ce dernier soit à l'échelle ? Commenter le résultat.

3. Proportion de vide (10 pts)



On considère à nouveau l'atome d'hydrogène pour cet exercice. On se référera aux valeurs données dans l'exercice 2.

- a. Exprimer le volume V_o de l'atome d'hydrogène en fonction de son rayon. Faire de même pour le noyau de l'atome.
- b. Calculer le rapport $\frac{V_n}{V_o}$. Quel pourcentage du volume de l'atome est occupé par le noyau ?
- c. Que contient majoritairement l'atome ?