

Les particules qui constituent la matière

« L'atome est un pays étrange : deux oasis de matière - les électrons et le noyau - séparés par ... un immense désert. Imaginez un stade grand comme dix fois le stade de France : c'est l'atome. Au-dessus des tribunes, un cheveu de spectateur voleté au vent : c'est un électron. Au centre du terrain un petit pois : c'est le noyau où au moins 99,95 % de la masse de l'atome est concentrée ! Entre les deux, rien. Eh oui, la matière est composée de 99,999 9999 % de vide !

[...] Zoomons sur le noyau : des protons et des neutrons se pelotonnent les uns contre les autres, grelottant comme des moutons en hiver. Mais s'ils tremblent, ce n'est pas contre le froid : toutes les particules sont des paquets d'énergie qui vibrent, s'agitent, tournoient en permanence... [...]

L'aînée de ces particules s'appelle l'électron. Mais oui, le même qui s'agite dans les fils quand vous branchez une prise électrique. Il est l'aîné des particules élémentaire parce que le premier découvert par les physiciens. C'était il y a 100 ans. Pourquoi dit-on qu'il est une particule élémentaire ? Pour une raison simple : on ne peut pas le « couper » en morceaux plus petits. [...] En revanche, les deux particules qui forment le noyau de l'atome - le proton et le neutron - ne sont pas des particules élémentaire : il y a « quelque chose » à l'intérieur. »

Chaque particule est caractérisée par sa charge électrique.

« Elle peut être négative ou positive. L'électron porte une charge négative. Sa valeur sert d'ailleurs d'unité, un peu comme la pièce de 1 euro pour la monnaie. La charge de l'électron est ainsi de -1. Le proton, lui, est positif : charge +1. Le neutron, comme son nom l'indique, n'a pas de charge électrique : il est neutre (charge = 0). Sa masse est légèrement plus importante que celle du proton. A noter : les atomes sont globalement neutres, il faut toujours avoir un nombre d'électrons égal au nombre de protons. »

La folle famille des particules, Sciences et Vie Junior, dossier hors série n° 34, octobre 1998

Les interactions fondamentales

L'union fait la force

« Si le fruit tombe, si notre corps tient, la table aussi, si le filament de l'ampoule éclaire et si le timbre humide adhère, c'est qu'un jeu de forces assure la cohésion des choses et organise leur mouvement. Pour décrire son petit monde, la physique contemporaine fait intervenir quatre interactions jugées fondamentales : la gravitation ; l'interaction électromagnétique, qui rend compte de la cohésion de la matière à notre échelle ; l'interaction faible, qui gère certains processus radioactifs ; et enfin l'interaction forte [...] qui lie les constituants des noyaux. [...]

L'interaction gravitationnelle est toujours attractive et de portée infinie (sa force décroît comme l'inverse du carré de la distance). Comment se fait-il alors qu'elle soit aussi importante pour nous ? C'est que, étant toujours attractive, la force gravitationnelle est cumulative : elle est proportionnelle au nombre de particules mises en jeu. [...] Les interaction électromagnétiques n'ont pas cette propriété : elles ne se cumulent pas aussi facilement. Elles sont tantôt attractives, tantôt répulsives (selon le signe des charges en présence), si bien que la neutralité électrique de la matière annule leurs effets à longue distance. »

Sous l'atome, les particules, Etienne Klein, éd. Flammarion

Chacune son domaine

« L'interaction forte domine en intensité toutes les autres, dont l'interaction électromagnétique, laquelle surpasse l'interaction faible, qui elle-même laisse très loin derrière la minuscule force de gravitation.

Pourtant il ne faut pas s'y méprendre, cette hiérarchie microscopique ne reflète en rien l'influence des forces à grande échelle. La gravitation est sans conteste la force dominante à l'échelle cosmique, parce qu'elle n'est contrebalancée par aucune antigravitation, et que son intensité, bien que déclinante, s'exerce sans limite de distance.

Les interactions forte et faible, par leur portée minuscule, se sont fait un royaume du monde de l'atome. Quand à l'interaction électromagnétique, bien que de portée illimitée, elle ne saurait gouverner le vaste Cosmos car les grandes structures sont inactives du point de vue de l'électricité. En effet, les charges plus et moins, en nombre égal, partout se neutralisent. Ce n'est pas pour autant une entité négligeable : la force électromagnétique a pris possession du vaste domaine laissé vacant entre l'atome et l'étoile, qui inclut le minéral, l'animal, le végétal et l'homme. »

Nostalgie de la lumière, Michel Cassé, éd. Flammarion, 1987

Activité documentaire

Questionnaire

Les particules qui constituent la matière

- 1) De quoi est constitué un atome ? De quoi est constitué le noyau ?
- 2) Compléter le tableau suivant :

Particule	Masse (kg)	Charge (C)
	$9,109 \times 10^{-31}$	$- 1,602 \times 10^{-19}$
	$1,673 \times 10^{-27}$	
	$1,675 \times 10^{-27}$	

- 3) Donner l'ordre de grandeur du rapport des masses du nucléon (proton ou neutron) et de l'électron.
- 4) Sachant que l'ordre de grandeur de la taille du noyau est de 10^{-15} m et qu'il est cent mille fois plus petit que l'atome, donner l'ordre de grandeur de la taille de l'atome.
- 5) L'atome de carbone possède 6 protons. Combien d'électrons possède-t-il ? Justifier.
- 6) La charge du noyau de l'atome de fer est de $4,16 \times 10^{-18}$ C. Combien de protons comporte-t-il ?
- 7) Au lycée, on considère que les nucléons sont des particules élémentaires. A-t-on raison ? Pourquoi ?

Les interactions fondamentales

- 1) Citer les quatre interactions fondamentales.
- 2) Pourquoi, bien qu'étant très faible à l'échelle des particules, la force d'interaction gravitationnelle devient prépondérante à l'échelle astronomique ?
- 3) Pourquoi l'interaction électromagnétique, pourtant de portée infinie, ne régit pas le domaine du cosmos ?

Activité documentaire

Questionnaire

Les particules qui constituent la matière

- 1) De quoi est constitué un atome ? De quoi est constitué le noyau ?
- 2) Compléter le tableau suivant :

Particule	Masse (kg)	Charge (C)
	$9,109 \times 10^{-31}$	$- 1,602 \times 10^{-19}$
	$1,673 \times 10^{-27}$	
	$1,675 \times 10^{-27}$	

- 3) Donner l'ordre de grandeur du rapport des masses du nucléon (proton ou neutron) et de l'électron.
- 4) Sachant que l'ordre de grandeur de la taille du noyau est de 10^{-15} m et qu'il est cent mille fois plus petit que l'atome, donner l'ordre de grandeur de la taille de l'atome.
- 5) L'atome de carbone possède 6 protons. Combien d'électrons possède-t-il ? Justifier.
- 6) La charge du noyau de l'atome de fer est de $4,16 \times 10^{-18}$ C. Combien de protons comporte-t-il ?
- 7) Au lycée, on considère que les nucléons sont des particules élémentaires. A-t-on raison ? Pourquoi ?

Les interactions fondamentales

- 1) Citer les quatre interactions fondamentales.
- 2) Pourquoi, bien qu'étant très faible à l'échelle des particules, la force d'interaction gravitationnelle devient prépondérante à l'échelle astronomique ?
- 3) Pourquoi l'interaction électromagnétique, pourtant de portée infinie, ne régit pas le domaine du cosmos ?