

Cinquième partie: Electricité

Chapitre 16

L'interaction électrique et la structure de l'atome

Toute matière est formée d'atomes. La microscopie électronique permet de les compter. Il faudrait pouvoir poursuivre le grossissement pour observer la structure fine de l'atome, malheureusement ce n'est pas possible.

Electrisation

Dans l'obscurité, quand on ôte ses vêtements en matière synthétique, on peut voir de petites étincelles.

Parfois, en se brossant les cheveux, on entend de petit crépitements et on observe que les cheveux sont attirés par la brosse et s'écartent les uns des autres.

Ces phénomènes sont dus à l'électrisation de la matière par frottement.

Loi d'interaction

L'ensemble des objets électrisés peut être rangés en deux catégories, selon qu'ils attirent ou repoussent un corps frotté préalablement choisi.

Deux corps de même catégorie se repoussent et un corps d'une catégorie attire un corps de l'autre catégorie.

Il existe donc deux espèces d'électrisations.

Par convention, une baguette de verre électrisée par frottement, ainsi que tous les corps de cette catégorie, sont réputés porter des charges positives; ceux de l'autre catégorie des charges négatives.

Deux charges électriques de même signe se repoussent.

Deux charges électriques de signes contraires s'attirent.

Un modèle de l'atome

Des expériences d'électrisation montrent qu'il y a dans la matière des charges électriques qu'on peut extraire.

Un modèle très simple suffit pour expliquer ces phénomènes: un atome est formé d'un noyau entouré d'électrons.

Le noyau

Presque toute la matière (masse) de l'atome est concentrée dans le noyau; son diamètre est environ cent mille fois plus petit que celui de l'atome. Il est très dense.

Le noyau est formé principalement de deux sortes de particules: les protons et les neutrons.

Les protons sont porteurs d'une charge électrique positive.

Les neutrons n'ont aucune charge électrique.

Les électrons

Ce sont des particules beaucoup plus petites que le noyau.

La masse de l'électron est environ deux mille fois plus petite que celle du proton.

Les électrons, chargés négativement, sont animés d'un mouvement autour du noyau.

Dans l'atome, entre le noyau et les électrons, il n'y a rien (vide).

Le symbole de l'électron est e^- .

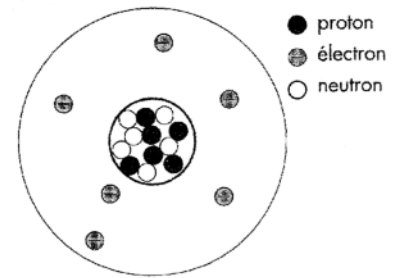
Quel que soit le type d'atome dont ils proviennent, tous les électrons sont identiques.

Il en est de même pour les protons et les neutrons du noyau.

L'atome est électriquement neutre

Prenons l'exemple de l'atome de carbone. Il renferme six électrons.
Le noyau comporte six protons.

L'ensemble est neutre.



Interprétation de l'électrisation

Avant le frottement, baguette et tissu de laine sont électriquement neutres. En les frottant, on agit sur les atomes situés à la surface de la baguette et du tissu. Le tissu de laine arrache des électrons aux atomes constituant la baguette de verre; il possède alors un excès d'électrons; il est chargé négativement. La baguette de verre présente un manque d'électrons: elle est chargée positivement.

On ne peut donc que transférer des électrons de la baguette vers le tissu.

La charge électrique est conservée.

Un corps chargé négativement à un excès d'électrons.

Un corps chargé positivement à un défaut d'électrons.

Pour agir sur la charge d'un corps, on ne peut que lui ajouter ou les enlever des électrons.

La charge électrique

La charge électrique se mesure en coulombs [C].

La charge électrique d'un électron est égale en valeur absolue¹ à celle d'un proton. On parle alors de charge élémentaire.

Cette charge élémentaire, notée e , vaut $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

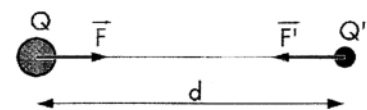
La loi de Coulomb

Les caractéristiques de l'interaction électrique entre deux corps chargés sont les suivantes:

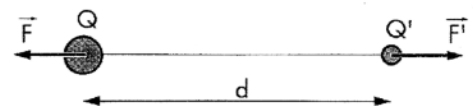
- Les deux corps subissent des forces opposées de même intensité;
- La direction des forces est donnée par la droite reliant les centres des deux corps chargés;
- Le sens des forces est répulsif si les charges ont même signe, ou attractif si les charges ont des signes contraires;
- L'intensité des forces est:
 - proportionnelle au produit des valeurs absolues des charges: $|Q|$ et $|Q'|$;
 - inversement proportionnelle au carré de la distance d séparant les centres des deux corps:

$$F = F' = k \cdot \frac{|Q| \cdot |Q'|}{d^2}$$

a) Deux charges de signes différents



b) Deux charges de même signe



Cette dernière relation est appelé la loi de Coulomb.

La constante de proportionnalité k a été déterminée expérimentalement: $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$.

Ainsi, deux charges de 1 C distantes de 1 m se repoussent avec une force d'intensité $F = 9 \cdot 10^9$ N.

1 C est l'ordre de grandeur de la charge mise en jeu dans la décharge d'un éclair.

Les charges obtenues en frottant une baguette de PVC, par exemple, sont de l'ordre de 10^{-9} C à 10^{-12} C.

¹ Valeur absolue: valeur positive correspondant au nombre, indépendamment de son signe.

Exercices sur le chapitre 16

L'interaction électrique et la structure de l'atome

1. Compléter les phrases suivantes:
Un atome est formé d'un d'.....
Entre le et les, il existe un vide de matière.
Le noyau est chargé
2. Répondre par "oui" ou par "non" aux affirmations suivantes:
 - Un atome porte une charge électrique positive:
 - Un électron n'a pas de masse:
 - Tous les électrons sont identiques:
 - Le noyau est environ dix fois plus petit que l'atome:
 - Le nombre d'électrons caractérise un type donné d'atomes:
 - Les électrons ne peuvent pas quitter l'atome:
 - Un corps chargé positivement présente un défaut d'électrons:
3. Décrire quelques phénomènes d'électrisation observables dans la vie courante.
Essayer d'en expliquer l'origine.
4. On doit aux Grecs l'origine du mot atome. Il signifie "qu'on ne peut couper".
Que penser maintenant de cette signification ?
5. L'unité de charge électrique est le coulomb [C]. La charge de l'électron vaut $-1,6 \cdot 10^{-19}$ C.
Quelle est la charge du noyau d'hydrogène ?

6. Approcher les mains ou, mieux encore, l'avant bras dénudé, du poste de télévision allumé.
Que ressent-on ? Pourquoi ?
7. Le diamètre du noyau d'un atome est d'environ $4 \cdot 10^{-15}$ mètre, celui de l'atome 10^{-10} mètre.
- A) Si l'on représente le noyau par une sphère d'un centimètre de diamètre, calculer le diamètre de la sphère que représenterait l'atome. Exprimer le résultat en mètres.
- B) Le diamètre de l'électron, à cette échelle, peut être évalué à deux millimètres. Commentez cette phrase: "un atome est fait essentiellement de vide".
8. Une règle en matière plastique électrisée attire de petits morceaux de papier. Réaliser cette expérience.
Essayer de l'interpréter.
Il faudra admettre que la répartition des charges électriques a été modifiée dans les petits morceaux de papier. Attention: seuls les électrons peuvent se déplacer.
9. Deux petites sphères chargées électriquement se trouvent à la distance d l'une de l'autre.
Comment varie la force électrique sur chacun des sphères:
A) si l'on double la charge de l'une des sphères ?
B) si l'on double la charge de chacun des sphères ?
C) si l'on double la distance entre les sphères sans modifier leur charge électrique ?