

Electrostatique

I. NOTIONS FONDAMENTALES

Notion de charge électrique Quiconque a déjà vécu l'expérience désagréable d'une « décharge électrique » lors d'un contact avec un corps étranger connaît un effet électrostatique. Une autre manifestation de l'électricité statique consiste en l'attraction de petits corps légers (bouts de papier par ex.) avec des corps frottés (règles, pour continuer sur le même ex.). Ce type de phénomène est même rapporté par Thalès de Milet, aux alentours de 600 av. J.-C. : il avait observé l'attraction de brindilles de paille par de l'ambre jaune frotté... Le mot électricité, qui désigne l'ensemble de ces manifestations, provient de « elektron », qui signifie ambre en grec.

L'étude des phénomènes électriques s'est continuée jusqu'au XIXème siècle, où s'est élaborée la théorie unifiée des phénomènes électriques et magnétiques, appelée électromagnétisme. à cette époque que le mot « statique » est apparu pour désigner les phénomènes faisant l'objet de ce cours. Nous verrons plus loin, lors du cours sur le champ magnétique, pourquoi il en est ainsi. On se contentera pour l'instant de prendre l'habitude de parler de phénomènes électrostatiques.

II. L'ELECTRISATION ET LA CONSTITUTION DE LA MATIERE

- **Conducteurs et isolants**
- **Un conducteur :** est un corps dans lesquelles **charges électriques peuvent se déplacer** (exemple: les métaux).
- **Un isolant:** est un corps dans lesquelles **charges électriques ne peuvent pas circuler** (exemple: verre, matière plastique).

- **Charges électriques** : Pour les mettre en évidence et pour apporter une interprétation cohérente. L'expérience très simple que tout le monde est présumé la connaître le peigne qui attire les petits morceaux de papiers après avoir peigné, regardons deux expériences simples. On s'aperçoit soit attirée, soit repoussée par les divers peignes.

On peut donc en déduire qu'il existe de sortes deux charges électriques: les charges positives et les charges négatives

- **Les charges positives** sont portées par des particules très petites contenues dans le noyau des atomes,

Un proton a une :

- charge : $q_p = +e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- masse : $m_p = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ kg}$

- **Les charges négatives** sont portées par des particules très petites et identiques appelées **électrons**. L'unité de charge électrique est le **Coulomb (symbole: C)** (Coulomb=1 Ampère. Seconde).

Un électron a une :

- **charge** : $q_e = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- **masse** : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

L'électron 1840 fois plus petite que celle du proton. La taille du nucléon est d'environ 10^{-12} cm alors que la taille de l'atome est d'environ 10^{-8} cm.

Dans un **corps neutre** les charges positives et les charges négatives se compensent. **La charge totale est nulle**

- **Quantification de la charge électrique** : Le physicien américain Robert A. Millikan a montré en 1913, à partir d'une expérience mettant en jeu des gouttes d'huile électrisées, le fait que toute charge électrique q est

quantifiée, c'est à dire qu'elle n'existe que sous forme de multiples d'une charge élémentaire indivisible $e : q = \pm ne = \pm n.1,6.10^{-19}$, $n \in N$ coulomb

Particule	Charge électrique	Masse
Electron	$-1,602.10^{-19}$ C	$9,109.10^{-31}$ kg
Proton	$1,602.10^{-19}$ C	$1,672.10^{-27}$ kg
Neutron	0	$1,674.10^{-27}$ kg

- **Principe de la conservation de la charge électrique :** **La matière** est formée de grains (incroyablement petits) . On distingue des grains positifs et des grains négatifs. On dit que ces grains portent des charges électriques positives (Protons) ou négatives de signes opposés (Electrons).

Un atome possédant autant d'électrons que de protons, sa charge électrique totale est donc nulle: on dit qu'il est électriquement neutre. Les atomes se lient ensemble pour former des molécules, celles-ci sont également neutres. Il existe un grand principe en physique qui est la conservation de la charge électrique, c'est-à-dire que la charge totale de l'univers ne change jamais: si on crée (ou détruit) une charge positive, alors on crée (ou détruit) également une charge négative, l'inverse étant vrai aussi.

Lors des expériences précédentes, quand on frotte la tige de verre avec un morceau de drap, la tige de verre acquiert une charge positive, mais en même temps le morceau de drap prend une charge égale et opposée. Dans le système formé par la tige et le drap, la quantité de charge électrique reste constante. Les charges négatives arrachées au verre se retrouvent dans le morceau de drap. Ce phénomène résulte d'un principe général, c'est le Principe de conservation de la charge électrique : Dans un système isolé la somme algébrique des charges électriques reste constante.

III. Expériences d'électrisation

- **Electrisation par frottement (triboélectricité)** Si l'on frotte une baguette (verre, ébonite, matière plastique...) contre un chiffon quelconque (tissu de laine, drap, peau de chat) on observe que la baguette est capable d'attirer de menus objets (cheveux, duvet, confettis)

C'est le **frottement** qui a provoqué l'électrisation

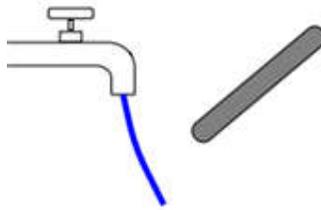


Fig 1: Filet d'eau et bâton d'ébonite électrisé

Certains corps acquièrent la propriété d'attirer des corps légers. On dit que ces corps se sont **électrisés par frottement** ou encore **que le frottement a fait apparaître des charges électriques sur ces corps.**

- **Electrisation par contact** Un pendule électrostatique est constitué d'une boule légère (moelle de sureau, polystyrène expansé...) recouverte d'une couche conductrice (feuille d'aluminium, graphite) suspendue à une potence par un fil.

Lorsqu'on approche une baguette électrisée du pendule, la boule est attirée par la baguette. Après contact avec la baguette, la boule est repoussée. La boule est repoussée parce qu'elle s'est électrisée **par contact** avec la baguette

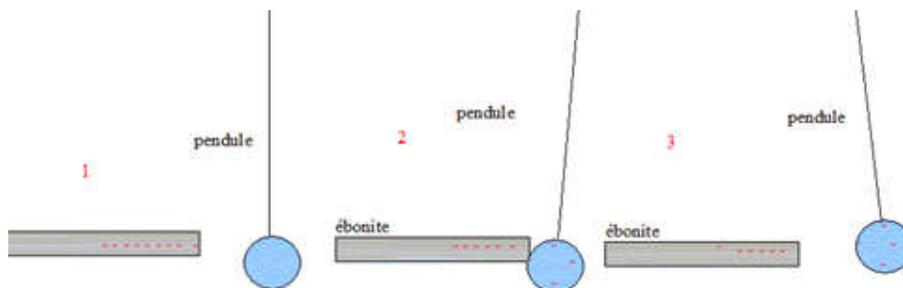


Fig 2: Boule et baguette électrisé

- **Electrisation par influence** Un électroscope à feuilles est constitué d'une tige métallique supportant deux feuilles étroites et très fines d'or ou d'aluminium. L'ensemble est placé dans une enceinte transparente et isolante (verre). Lorsqu'on approche une baguette électrisée de l'électroscope (sans le toucher), les feuilles de l'électroscope s'écartent. Si on éloigne la baguette, les feuilles retombent.

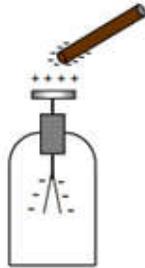


Fig 3: électrisation par influence

Les feuilles se repoussent parce qu'elles sont électrisées sous **l'influence** de la baguette

- ✓ **Répulsion** Deux corps portant des charges de même signe (même classe) se repoussent
- ✓ **Attraction** Deux corps portant des charges de signes contraires (classe différente) s'attirent .

IV. Des questions :

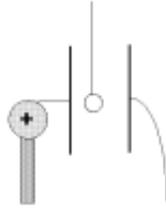
Question 1: On est en présence d'un corps électrisé. Comment déterminer le signe de sa charge électrique ?

Réponse: Avec un corps dont on connaît la charge.

Question 2: Une personne tente d'électriser une tige métallique qu'elle tient dans une main en la frottant avec un chiffon. Expliquer pourquoi elle n'y parvient pas

Réponse: Les charges quittent la tige car elle n'est pas isolante

Question 3: Une boule métallisée est suspendue entre deux plaques métalliques parallèles chargées, l'une positivement et l'autre négativement.



La boule frappe alternativement les plaques et s'arrête après quelques coups, les plaques étant déchargées. a) Quelle plaque la boule va-t-elle frapper en premier ? b) Expliquer ce qui s'est passé.

Réponse: Par influence, les électrons de la boule se déplacent, donc les charges + sont vers la plaque chargée - et inversement. Lorsque la boule touche la plaque chargée -, elle prend une charge - et est repoussée par la plaque chargée - et attirée par la plaque chargée +.

Question 4: Un bâtonnet de matière plastique chargé négativement est suspendu par des fils isolants. On approche de l'une de ses extrémités une tige métallique neutre tenue par l'intermédiaire d'un manche isolant. La tige et le bâtonnet s'attirent. a) Expliquer cette attraction. b) Si le bâtonnet avait été chargé positivement, qu'aurait-on observé ?

Réponse: . a) Par influence, les électrons se déplacent donc les charges + de la tige sont vers le bâtonnet et les 2 corps s'attirent. b) Même chose : les charges - de la tige ...