

Chapitre I

Electrostatique

I. Phénomène d'électrisation

I. 1. Introduction

Tous les corps s'électrisent, on dispose de plusieurs moyens pour le faire:

- par frottement;
- par contact avec un corps déjà électrisé;
- en reliant le corps à une borne d'un générateur électriques.

Des expériences montrent que l'on peut ranger les corps schématiquement en deux classes:

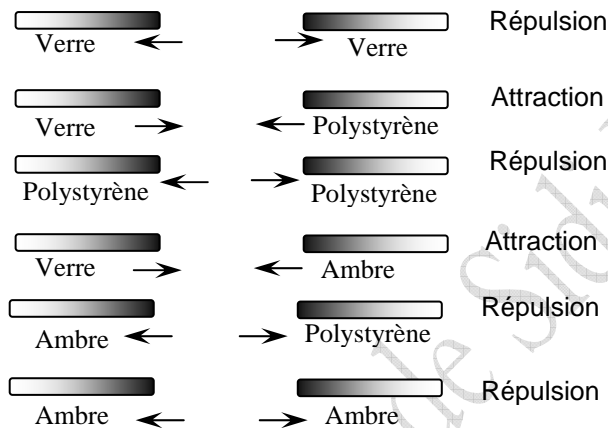
- ceux pour lesquels l'électrisation reste localisée au point où l'a apporte (par frottement par exemple) \Rightarrow isolants ou diélectriques.

Exemple: verre, nylon, matières plastiques.

- ceux pour lesquels l'électrisation se répend en tous les points du corps électrisé \Rightarrow conducteurs
Exemple : métaux, corps humain, terre, eau

I.2. Les deux sortes d'électricité

Expérience



Le comportement de l'Ambre est le même que celui du polystyrène. Nous dirons que l'électrisation de l'Ambre et du polystyrène est de même nature.

On est amené à admettre l'existence de deux sortes d'électricité: l'une vitreuse ou positive et l'autre résineuse ou négative. Par ailleurs, un corps non électrisé est dit neutre.

I. 3. Interprétation, structure de la matière

Il est admis qu'un atome neutre comprend:

- un noyau constitué de Z protons (de charge $+e$) et de N neutrons (neutre électriquement et de même masse que les protons)
- Z électrons: particule de charge $-e$ et dont la masse est 1836 fois plus faible que celle des nucléons. Ils gravitent autour du noyau.

Conducteurs

Ils sont constitués d'un réseau rigide d'ions positifs: ce sont des atomes ayant perdu un ou plusieurs électrons. La neutralité est assurée par ces électrons qui peuvent circuler plus ou moins librement dans le réseau (électrons libres). Lorsqu'on prélève des électrons libres sur le conducteur neutre (par frottement par exemple), un déséquilibre est créé en cet endroit. Ce déséquilibre est comblé par le déplacement

d'ensemble des autres électrons libres: l'électrisation (+) apparaît partout. De même, lorsqu'on apporte des électrons sur un conducteur neutre, ils se répartissent sur tout le corps qui devient électrisé (-).

Isolants

Dans un isolant, les électrons ne peuvent se déplacer d'un atome à un autre: tout déséquilibre de charge reste localisé. L'électrisation n'apparaît qu'à l'endroit où elle a été apportée.

Electrisation par frottement

Elle s'explique par l'arrachement mécanique des électrons de l'un des corps neutre frottés et par leur transfert sur l'autre. Le sens du transfert dépend de l'affinité électronique relative des deux corps.

On peut classer les corps dans un ordre tel que, lorsqu'on frotte l'un sur l'autre, deux entre deux, celui qui précède l'autre sur la liste s'électrise positivement. Ces séries sont appelées "série triboélectriques".

Exemples:

Poil de Lapin, Verre, Mica, Poil de Chat, Soie, Bois, Ambre, Résine, Soufre, Ebonite, Celluloid.

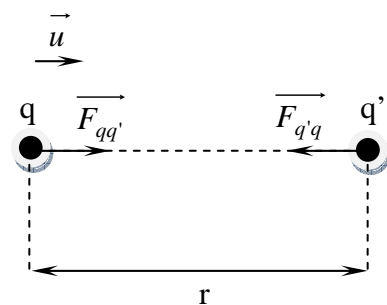
On voit par exemple que, frotter sur la Laine ou de la Soie, le Verre s'électrise positivement, l'Ebonite négativement.

II. Loi de Coulomb dans le vide

Soient deux charge ponctuelles q et q' séparées par une distance r . Coulomb, par analogie avec la loi d'attraction universelle, a proposé:

$$\vec{F}_{q'q} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq'}{r^2} \vec{u} = K \frac{qq'}{r^2} \vec{u}$$

$$\text{avec } K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ NmC}^{-2}$$



On peut en tirer désormais une définition du coulomb:

C'est la charge d'un point électrisé qui, placé à un mètre d'une charge identique, subit de sa part une force de $9 \cdot 10^9$.

⇒ Nécessité d'utiliser des sous multiples du coulomb

micro C ($1\mu\text{C} = 10^{-6}\text{C}$); nano C ($1\text{nC} = 10^{-9}\text{C}$); pico C ($1\text{pC} = 10^{-12}\text{C}$)

III. Ordres de Grandeur des forces électrostatiques

Au niveau microscopique

- Envisageons le cas d'un proton et d'un électron qui dans un atome d'Hydrogène s'attirent selon une force coulombienne:

$$Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, r = 5 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 0,5 \text{ \AA} \quad \text{alors } F = 10^{-7} \text{ N}$$

- Comparons avec la force d'attraction gravitationnelle qui s'exerce entre ces deux particules

$$F = k \frac{m_e M_p}{r^2}, k = 6,67 \cdot 10^{-11}, m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}, M_p = 1850 m_e \quad \text{alors } F = 4 \cdot 10^{-47} \text{ N}$$

- Considérons enfin le poids de ces particules (c. a. d. la force de gravitation que la terre exerce sur elles

$$\text{Electron: } m_e \cdot g = 9 \cdot 10^{-30} \text{ N}; \text{ Proton : } M_p \cdot g = 1,6 \cdot 10^{-26} \text{ N}$$

De ces exemples, on peut immédiatement conclure que dans les problèmes d'interaction entre particules, on pourra systématiquement négliger leur poids et leur interaction gravitationnelle, ceci au moins en première approximation.