

Chapitre I

LA LOI DE COULOMB**I. PHENOMENE D'ELECTRISATION**

Tous le monde sait que lorsqu'on frotte un stylo ou un peigne aux cheveux il attire des petits morceaux de papier.

Lorsqu'on frotte deux bâtons de verre avec un morceau de soie et qu'on les place l'un à coté de l'autre, ils se repoussent. On dit qu'on à électriifié le verre.

Si maintenant on frotte deux bâtons de résine (ou de plastique) avec un morceau de fourrure. On remarque que ces bâtons se repoussent aussi.

A présent, si on rapproche la résine du verre, on remarque qu'ils s'attirent . La force dite d'interaction *électrique* est donc repulsive pour des matériaux de meme type et attractive pour les matériaux différents ceci suggere l'existence de deux types d'électricité (invisible et mystérieuse) qu'on vas caractériser par une grandeur appelée charge électrique et qui est définit de la manière suivante :

- La charge électrique est une grandeur *conservative*. il ne peut y avoir ni création ni destruction de charges. Il y a le principe de conservation de la charge.
- Deux corps porteurs de charges électrique de même type se repoussent
- Deux corps porteurs de charges électrique de type opposé s'attire
- Les corps électrisés qui se comportent comme le verre portent des charge positive (+).
- Les corps électrisés qui se comportent comme la résine portent des charges négatives (-)

On considère que la charge électrique est ponctuelle si les dimensions du corps qui la porte sont négligeables devant les distances considérées.

II. LOI DE COULOMB

En 1785, Coulomb s'intéresser à l'étude quantitative du phénomène d'électrification, En utilisant ses travaux sur le pendule de torsion (fig 1) il arrive à mesurer la force (très faible) qui s'exerce sur deux petites boules chargées. Il utilise pour cela la balance de torsion qu'il a inventé. Il trouve que les deux boules chargées électriquement Q_1 et Q_2 placées , à la distance r l'une de l'autre, s'attirent ou se repoussent mutuellement avec une force d'intensité :

- ✓ Proportionnelle à chacune des deux charges
- ✓ Inversement proportionnelle au carré de la distance
- ✓ dirigée suivant la droite qui joint les 2 charges

il déduit alors l'expression dite : loi de Coulomb :

$$F = K \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{d^2}$$

Qui exprime aussi bien l'intensité de la force \vec{F}_{12} , exercée par Q_1 sur Q_2 que celle de la force \vec{F}_{21} , exercée par Q_2 sur la charge Q_1 puisque, conformément au principe de l'action et de la réaction, ces deux forces sont opposée . Coulomb détermine expérimentalement la constante de proportionnalité :

$$K = 9,0 \times 10^9 \text{ N.m}^2 \text{ C}^{-2}$$

qui tient compte des différentes unités du système international MKSA (F en newton, Q en coulomb, et d en m) .

On peut exprime Mathématiquement les caractéristique de cette force par la relation vectorielle :

$$\vec{F} = K \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2} \vec{u}$$

Ou $r = OM$ la distance entre les deux charge

$$\vec{u} = \frac{\overrightarrow{OM}}{OM} \text{ le vecteur unitaire dans la direction et sens de } \overrightarrow{OM}$$

III. ENERGIE POTENTIELLE ELECTRIQUE

1. Cas de deux charge ponctuelles

La force de coulomb est l'une des 4 force d'interaction universelle dont la force de gravitation et les forces nucléaires. Toutes ces forces sont conservative c'est-à-dire le travail ce laforce lors d'un déplqement d'un point A à un point B ne dépend pas du chemin suivie. Ce travail est une fonction qui ne dépend que des position initiale et finale . cette fonction est appelé énergie potentielle E_p

$$E_p(A) - E_p(B) = W_{A \rightarrow B} = \int_A^B \vec{F} \cdot \vec{dl}$$

Evidement, cette foncion $E_p(x,y,z)$ est définie à une constante près car c'est sa variation entre deux point qui a un sens physique et non la fonction en elle-même

$$\Delta E_p = E_p(B) - E_p(A) = -W_{A \rightarrow B} = - \int_A^B \vec{F} \cdot \vec{dl}$$

Ceci peut s'écrire autrement :

$$E_p(M) = - \int_A^M \vec{F} \cdot \vec{dl} + E_p(A)$$

Pour le cas (qui nous interesse) de la force de coulomb, qui varie en $1/r^2$. le calcule est très simple en utilisant un repere en coordonnées sphérique dont l'origine est l'une des deux charges. (la coordonné r étant la distance entre les deux charge)

$$E_p(M) = - \int_A^M K \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2} \vec{u}_r \cdot \vec{dl} + E_p(A) = -K \cdot Q \cdot q \int_A^M \frac{1}{r^2} dr + E_p(A)$$

On a convenus de choisir la constant $E_p(A)=0$ lorsque A est à l'infini d'une part pour avoir l'expression la plus simple de la fonction $E_p(r)$ et d'autre part parce qu'on peut considérer logiquement que si la distance est infini, la force est nulle et donc il n'y plus d'energie d'interaction entre les deux charges.

On obtient alors

$$E_p(M) = E_p(r) = K \frac{q \cdot q'}{r}$$

Donc, la présence de deux charges séparé par une distance d implique l'existence d'une énergie potentielle électrique (électrostatique) positive ou négative. Elle est définie comme l'énergie qu'il faut fournir pour ramener une des deux charges de l'infini et la placer à la distance r de l'autre charge. Cette energie ne se trouve pas dans l'une des charges mais dans le système constituer des deux charge en interaction.

2. Cas de système de plusieurs charges

...(l'étudiant est invité à refaire le meme raisonnement avec plusieurs charges en choisissant une des charges comme origine du repère et en calculant le travail nécessaire pour ramener successivement, de l'infini, les autres charges (utiliser la formule i ci-dessus)

(envoyer votre calcul ainsi que vos questions à : azedber@gmail.com) vous recevoir l'explication ainsi que la suite du cours)

Important :

La majorité des étudiants de 1ere année qui arrivent du lycée sont confronter à deux difficulté :

- 1) Changement de la langue d'étude. Il faut donc faire un grand effort de terminologie
- 2) En physique, on utilise des connaissances mathématiques qu'ils n'ont pas étudié (ou pas assez) au lycée. Pour remédier à ce gros problème, je met à la disposition des étudiants quelques rappels de mathématiques nécessaire pour suivre un cours de physique de 1ere année.

Si vous avez tous compris essayer de résoudre les exercices simple de la serie de TD n°1 ci jointe. envoyez moi votre solution et recevez la correction)

Bon travail