

## LEGGE DI COULOMB

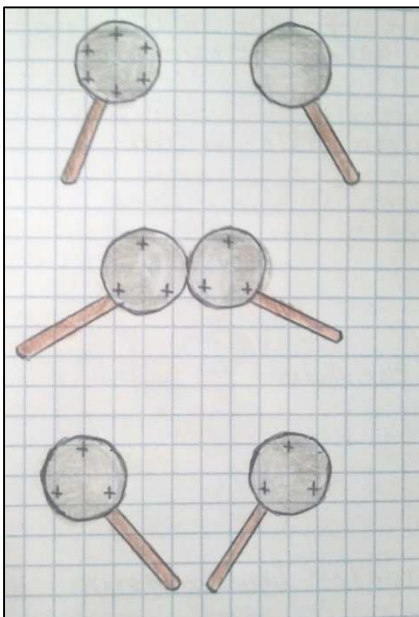
Fu Charles Coulomb, nel 1785, servendosi di una bilancia di torsione, a determinare la legge che esprime la forza elettrica fra due cariche in funzione della distanza e della grandezza delle cariche.

Coulomb operò prima con due sferette di carica determinata e trovò che, ponendole a distanze  $r$  che stavano come 4:2:1, le forze erano nei rapporti 1:4:16, cioè variavano in proporzione inversa al quadrato di  $r$ . Indicando con  $F$  l'intensità della forza si ha dunque:

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

Per trovare poi in che modo la forza di interazione elettrica fra due cariche poste a distanza  $r$  fissata varia con la quantità di carica elettrica, è necessario determinare un criterio di base al quale si possa stabilire quando un corpo ha una carica elettrica pari alla metà, a un terzo, a un quarto della carica elettrica di un altro corpo.

Per questo consideriamo due sferette metalliche uguali A e B munite di manico isolante, delle quali A sia carica e B neutra.



Poiché le due sferette sono dello stesso materiale e di identiche dimensioni, portandole a contatto, la carica posseduta inizialmente da A si ripartisce, per simmetria, in parti uguali tra A e B. Dopo il contatto le due sfere hanno carica uguale. In tal modo, mediante successivi contatti fra sferette di uguale grandezza, partendo da una certa quantità di carica si possono ottenere tutti i suoi sottomultipli.

Si ha così la possibilità di misurare sperimentalmente la forza elettrica che si sviluppa a una fissata distanza fra cariche diverse. Lo stesso Coulomb, con la sua bilancia di torsione, trovò che, a parità di distanza, la forza è direttamente proporzionale a ciascuna delle due cariche e quindi al loro prodotto. Indicando con  $Q_1$  e  $Q_2$  le cariche interagenti, possiamo scrivere:

$$F \propto Q_1 Q_2$$

Sintetizzando le due precedenti relazioni di proporzionalità, otteniamo la seguente equazione:

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

che è l'espressione matematica della legge di Coulomb, che afferma:

***Due cariche fisse e puntiformi si attraggono o si respingono con una forza diretta secondo la loro congiungente, di intensità direttamente proporzionale al loro prodotto e inversamente proporzionale al quadrato della distanza.***

Tale forza è **attrattiva** se le cariche hanno segno opposto, è **repulsiva** se hanno lo stesso segno.

La **costante K** equivale a

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon}$$

dove  $\epsilon$  è la **costante dielettrica assoluta**. A sua volta  $\epsilon$  è uguale a  $\epsilon = \epsilon_0\epsilon_r$  dove:

- $\epsilon_0$  è la **costante dielettrica relativa al vuoto** ed è uguale a  $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$  nel sistema MKS ed è uguale a 1 nel sistema CGS
- $\epsilon_r$  è la **costante dielettrica relativa al mezzo**.

Quindi K è una costante che non varia né con le cariche né con la distanza ma dipende unicamente dal sistema di unità di misura adoperato.

La legge di Coulomb si può scrivere, quindi, anche nel seguente modo:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Q_1Q_2}{d^2}$$

Se consideriamo cariche poste nel vuoto, la legge diventa:

$$F_0 = K_0 \frac{Q_1Q_2}{d^2} \rightarrow F_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1Q_2}{d^2}$$

Da ricordare che  $K_0$  è uguale a  $9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$  nel sistema MKS, invece è uguale a 1 nel sistema CGS. Possiamo ora definire il **coulomb**, unità di misura delle cariche elettriche:

***Il coulomb è la carica elettrica puntiforme che, posta nel vuoto a 1m da un'altra di uguale valore interagisce con quest'ultima con la forza di  $9 \cdot 10^9 \text{ N}$ .***

Sostituendo la formula della forza tra cariche nel vuoto in quella della forza tra cariche nel mezzo, si ottiene:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{\epsilon_r} \cdot \frac{Q_1Q_2}{d^2} \rightarrow F = \frac{F_0}{\epsilon_r}$$

Da ciò si capisce che la forza, oltre che dal sistema di misure, dipende anche dal mezzo: essa è massima nel vuoto e diminuisce quando le cariche si pongono in un mezzo.

La legge di Coulomb, relativa all'interazione elettrostatica, ha la medesima struttura della **legge di gravitazione universale**: entrambe le forze sono direttamente proporzionali al prodotto delle proprietà dei due corpi (la massa nel caso della forza gravitazionale, la carica elettrica nel caso della forza elettrostatica) e inversamente proporzionali al quadrato della loro distanza.

Però la forza di gravitazione universale è:

- solo attrattiva e non repulsiva;
- dipende dalle masse e dal sistema di misura;
- non dipende dal mezzo.