

La legge di Coulomb

Legge di Coulomb

Essa descrive la legge quantitativa della interazione tra due cariche elettriche puntiformi q_1 e q_2 .

Coulomb verificò sperimentalmente (**1785**) che se si hanno nel vuoto due cariche elettriche puntiformi q_1 e q_2 , la forza che si esercita tra di esse è:

- 1) diretta lungo la congiungente le due cariche
- 2) direttamente proporzionale al prodotto delle due cariche
- 3) inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza
- 4) **attrattiva** per cariche di segno opposto (**cariche eteronome**), **repulsiva** per cariche di uguale segno (**cariche omonome**). In simboli abbiamo:

$$F = k_o \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2} \quad \text{legge di Coulomb nel vuoto}$$

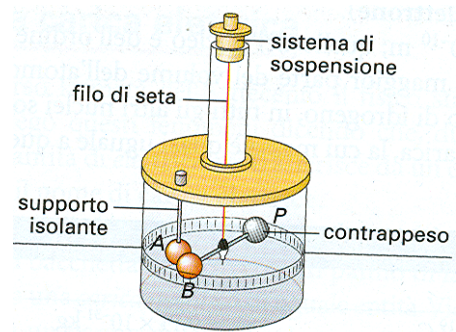
Tale relazione vale anche in segno quando si adotta la convenzione $F > 0$ per la **repulsione**, $F < 0$ per l'**attrazione**.

Nel vuoto si pone: $k_o = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}$ e la legge di Coulomb si scrive: $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_o} \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$ [1]

ϵ_o prende il nome di **costante dielettrica del vuoto** ed è una **costante universale** cioè una costante il cui valore numerico dipende soltanto dalle unità di misura di **F, r, q**.

Bilancia di torsione di Coulomb

Serve per misurare la **forza di attrazione** o di **repulsione** tra due sfere elettrizzate. La sferetta **A** è fissa, la sferetta **B** può ruotare poiché è attaccata ad un manubrio di materiale isolante sospeso ad un filo di seta tenuto in tensione mediante un peso **P**.



In base a verifiche sperimentali risulta: $\epsilon_o = 8,8541 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m} = 8,8541 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$

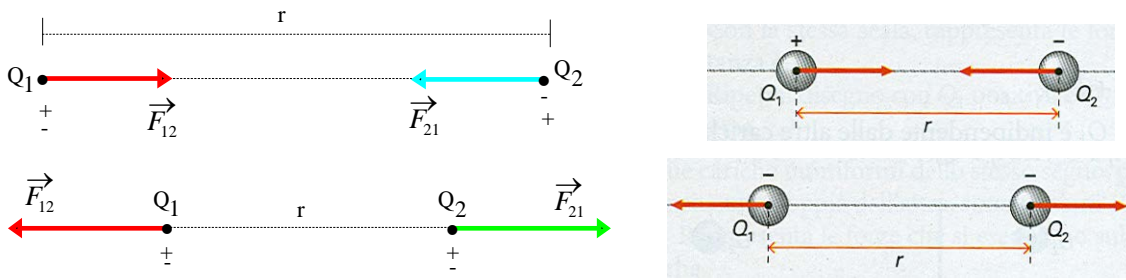
$$\frac{1}{4\pi\epsilon_o} = 8,9922 \cdot 10^9 \frac{m}{F} = 8,9922 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} = \approx 9 \cdot 10^9 \frac{m}{F} = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$$

In base a queste considerazioni possiamo definire il **coulomb** servendoci della legge [1] :

il **coulomb** è la quantità di elettricità che posta nel vuoto , alla distanza di **1 metro** da una carica uguale, la respinge con la forza di $9 \cdot 10^9$ newton .

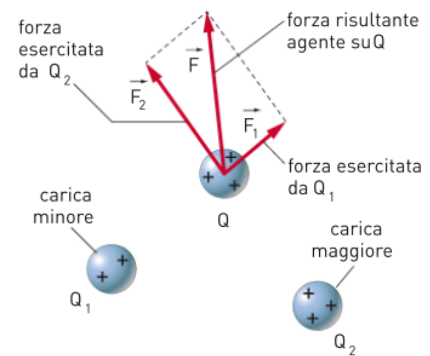
La legge di Coulomb

Infatti ponendo nella [1] $q_1 = q_2 = 1C$, $r = 1m$ otteniamo: $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \text{newton} \approx 9 \cdot 10^9 \text{newton}$



L'esperienza mostra che la forza che si esercita tra una coppia di cariche elettriche è indipendente dalla presenza di altre cariche .vale, cioè, per le cariche elettriche il **principio di sovrapposizione**.

In altre parole, date n cariche puntiformi $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ la forza che si esercita su una di esse (ad esempio q_1) è data dalla somma vettoriale delle forze che ogni singola carica



puntiforme eserciterebbe su di essa in assenza di tutte le altre, cioè:

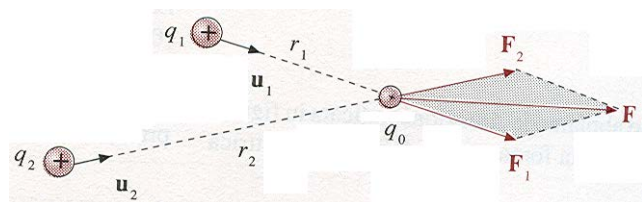
$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_{14} + \dots$$

dove \vec{F}_1 è la forza che si esercita sulla carica q_1 e dovuta alla presenza delle cariche q_2, q_3, \dots, q_n , \vec{F}_{12} è la forza che si esercita sulla carica q_1 proveniente dalla carica q_2 ,

Le **interazioni elettrostatiche sono molto più intense di quelle gravitazionali**.

Principio di indipendenza delle forze simultanee

Le forze elettriche agenti su una carica q_o dovute alle cariche circostanti si sommano come vettori: vige cioè il **principio di**



sovrapposizione, detto anche **principio di indipendenza delle forze simultanee**.

Consideriamo tre cariche puntiformi q_1, q_2, q_o . La carica q_1 esercita separatamente la forza \vec{F}_1 sulla carica q_o e la carica q_2 esercita la forza \vec{F}_2 sulla carica q_o . Quando entrambe le cariche sono presenti, la forza \vec{F} che agisce su q_o è data dalla somma vettoriale di \vec{F}_1 ed \vec{F}_2 .

La legge di Coulomb

La costante dielettrica relativa

Abbiamo visto che le cariche elettriche q_1 e q_2 poste nel vuoto alla distanza r interagiscono fra loro mediante una forza il cui modulo F_o ci viene dato dalla legge di Coulomb:

$$F_o = k_o \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_o} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

dove ϵ_o prende il nome di **costante dielettrica del vuoto**.

In un mezzo materiale isolante omogeneo, isotropo, illimitato il coefficiente k_o assume un valore generalmente diverso che nel vuoto: **a parità di cariche e di distanza la forza F con cui le cariche q_1 e q_2 interagiscono risulta generalmente minore di F_o** . Il valore di F dipende

dal mezzo in cui le cariche q_1 e q_2 sono poste. Si può dimostrare teoricamente e verificare sperimentalmente che il rapporto tra queste due forze $\epsilon_r = \frac{F_o}{F}$ non dipende dai valori delle due

cariche q_1 e q_2 né dalla loro distanza. Esso è un **numero puro** (in quanto rapporto di due grandezze fra loro omogenee) caratteristico del mezzo in cui sono poste le cariche e ci fornisce una misura di come un dielettrico riduce la forza rispetto al vuoto. ϵ_r prende il nome di **costante dielettrica relativa del mezzo considerato**. Il prodotto $\epsilon_o \epsilon_r$ si indica spesso col simbolo ϵ e si chiama **costante dielettrica del mezzo**. $\epsilon = \epsilon_o \epsilon_r$ con $\epsilon_r > 1$

La **legge di Coulomb** in un dielettrico assume la forma:

$$F = \frac{F_o}{\epsilon_r} = \frac{k_o}{\epsilon_r} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_o\epsilon_r} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$