

LA FORZA ELETTROSTATICA



La carica elettrica: proprietà

Un pò di storia: la capacità di alcuni materiali come **l'ambra** (resina naturale), o **il vetro**, quando strofinati sulla lana, di attrarre piccoli pezzi di carta era nota sin dall'antichità.

Platone, nel 4° secolo a.C. considerava l'origine di tali effetti simile a quella dei fenomeni magnetici.

Plutarco, nel 1° secolo d.C., osservò che la natura di questi effetti doveva essere dissimile da quella dei fenomeni magnetici poiché, mentre la magnetite sembrava attraesse solo il ferro, l'ambra strofinata attrae differenti oggetti purché leggeri.



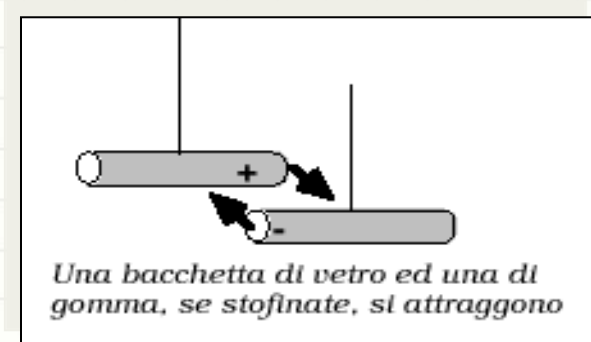
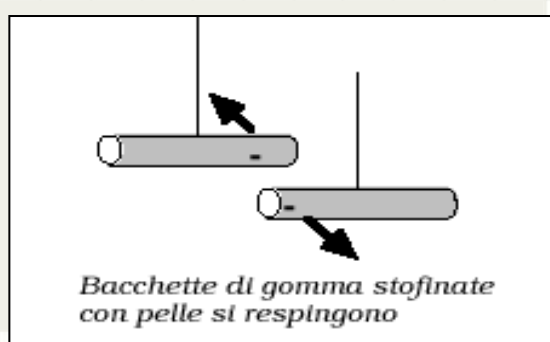
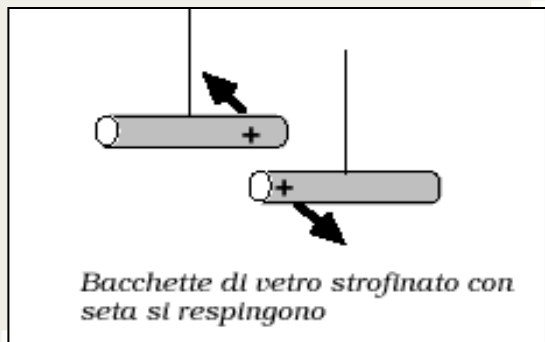
William Gilbert

Nel 16° sec, W. Gilbert scoprì che altre sostanze se strofinate acquistano le stesse proprietà, mentre altre no. Introdusse l'aggettivo **elettrico** per indicare questa classe di fenomeni, dal nome greco dell'ambra, $\eta\lambda\epsilon\ \chi\tau\rho\omicron\nu$. Egli formulò una teoria che giustificava questo fenomeno, detto di **elettrizzazione per strofinio**, ipotizzando che, per effetto del riscaldamento dei corpi a causa dello strofinio, veniva emesso dal corpo un fluido che aveva la capacità di attrarre gli oggetti leggeri posti nelle vicinanze.

La carica elettrica: proprietà

Nella prima metà del 18° sec, lo scienziato francese **C. Du Fay** iniziò una metodica attività di ricerca intorno alla fenomenologia elettrica. Utilizzando il dispositivo in figura, verificò che:

1. tutti i materiali, eccetto i metalli, potevano essere elettrizzati per strofinio deducendo che l'elettricità è una **proprietà della materia**;
2. gli oggetti strofinati non sempre attraevano piccoli corpi ma, in certi casi li **respingevano**
3. dovevano esistere due tipi di elettricità che denominò **elettricità resinosa ed elettricità vitrea** e propose una teoria secondo la quale i corpi non elettrizzati hanno i due tipi di elettricità in uguale misura.

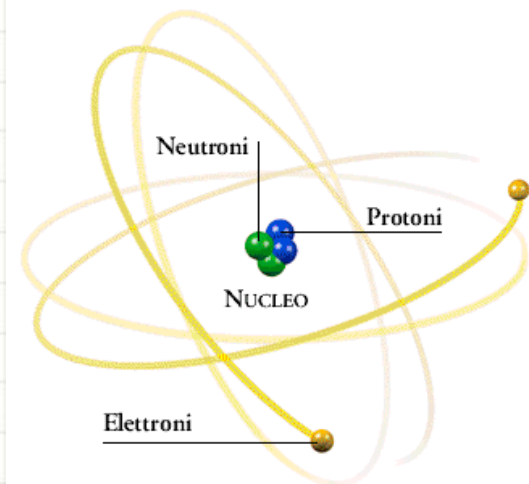


La carica elettrica: proprietà

Nel 1887, **J. Thomson** scopre **l'elettrone** ed identifica l'atomo come il componente fondamentale della materia.

Fu quindi possibile fornire una spiegazione della fenomenologia **dell'elettrizzazione per strofinio**: lo stato di equilibrio elettrico degli atomi dei corpi strofinati è stato variato, poiché l'energia sviluppata nell'operazione di strofinio ha letteralmente "**strappato**" alcuni elettroni.

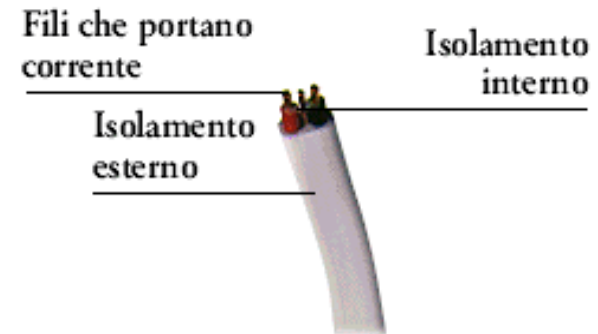
In corrispondenza dello strofinio della bacchetta di vetro con un panno di lana, alcuni elettroni della bacchetta sono strappati dall'azione abrasiva e vengono trasferiti al panno. Pertanto la bacchetta di vetro acquisisce una carica netta diversa da zero: **si elettrizza**.



Isolanti e conduttori

Furono detti **isolanti**, i corpi che si caricano per strofinio, che non trasportano facilmente le cariche (ad es. la gomma nel rivestimento dei fili elettrici)

Furono detti **conduttori**, i *metalli* o il *corpo umano* stesso, i materiali in cui le cariche elettriche si muovono liberamente.



Strofinando pertanto, una barretta metallica la carica, che si determina sul corpo, fluisce rapidamente verso la terra attraverso la mano dell'operatore. Interponendo, però, un apposito sostegno isolante tra il metallo e la mano, viene impedito questo flusso, consentendo la conservazione della carica anche sul corpo metallico.

Semiconduttori: sono sostanze che hanno comportamento intermedio tra conduttori e isolanti (il silicio e germanio impiegati nei circuiti integrati dei calcolatori)

Superconduttori: sono sostanze perfettamente conduttrici, che permettono alle cariche di muoversi al loro interno senza ostacolo alcuno.

Induzione elettrostatica

Un procedimento alternativo all'elettrizzazione per strofinio, prende il nome di **elettrizzazione per induzione**.

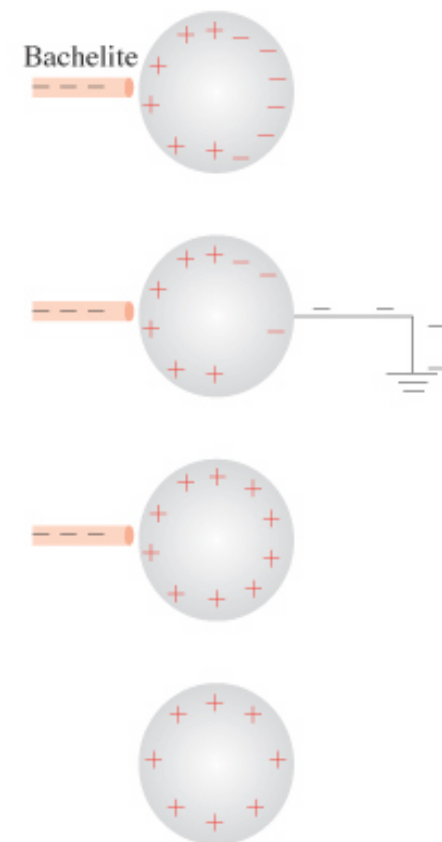
Avvicinando un corpo carico, ad una sfera *conduttrice isolata neutra*, la regione della sfera più prossima al corpo carico si carica di segno opposto mentre quella più lontana si carica dello stesso segno (di fatto gli elettroni della sfera neutra si spostano lasciando scoperta la carica positiva).

Se la sfera, anziché essere isolata, è connessa a terra, alcuni elettroni fluiscono verso terra (la sfera e la terra costituiscono un unico conduttore, gli elettroni si allontanano).

Interrompendo la connessione la sfera resta carica positivamente.

Allontanando successivamente il corpo carico, la carica della sfera si distribuisce uniformemente per effetto della mutua repulsione delle cariche uguali.

Anche in questo caso, continua a valere *il principio di conservazione della carica*.



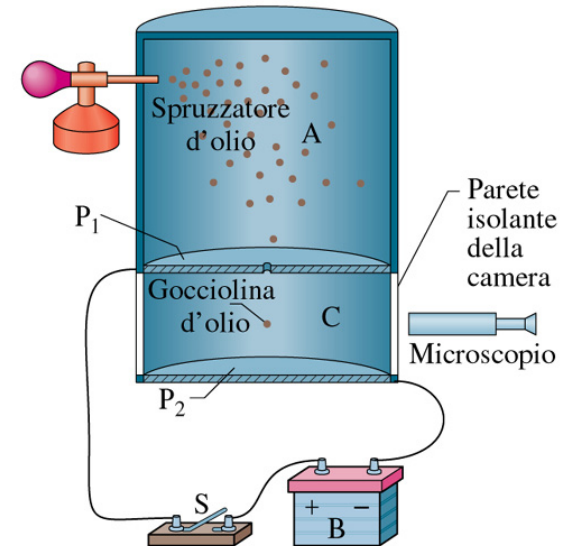
Quantizzazione della carica elettrica



Nel 1909, il fisico **R. Millikan** verificò sperimentalmente che la carica elettrica si presenta sempre in multipli interi di un'unità fondamentale di carica, la carica dell'elettrone “ e ”. La carica che è quindi quantizzata: ossia la carica q di un corpo si può sempre esprimere come

$$q = \pm Ne, \text{ dove } N \text{ è un numero intero.}$$

- un elettrone ha carica $-e$ (il segno è per convenzione)
- un protone ha carica $+e$;
- un atomo neutro contiene lo stesso numero di elettroni e di protoni.



Chi fosse interessato l'esperimento di Millikan è trattato sul libro di testo.



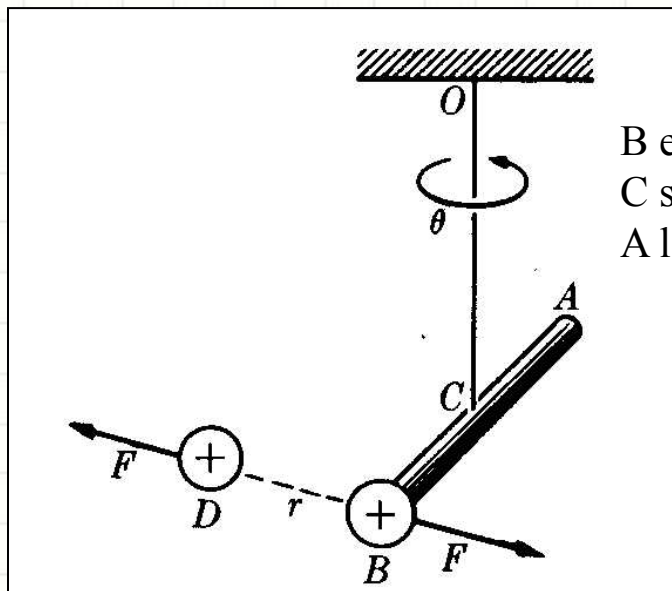
Riassumendo

- ✓ Esistono **2 tipi di carica elettrica**, chiamati per convenzione:
 - + *CARICA POSITIVA* (ad es. vetro strofinata su seta)
 - *CARICA NEGATIVA* (ad es. gomma strofinata su pelle)
- ✓ Due cariche dello stesso segno si respingono mentre cariche di specie differente si attraggono.
- ✓ La carica è quantizzata
- ✓ La carica elettrica si conserva
- quanto vale la forza tra due cariche???

Nel SI si definisce l'unità di misura della carica il Coulomb (C): pari alla carica trasportata da un corrente di 1A in 1 s

La legge di Coulomb

Nel 1788 **C. Coulomb**, un ingegnere francese, servendosi di una bilancia a torsione, da lui realizzata circa nove anni prima, dimostrò che: *“la forza di attrazione o di repulsione che si esercita tra due particelle puntiformi elettricamente cariche poste nel vuoto è proporzionale al **prodotto delle loro cariche** ed inversamente proporzionale al **quadrato della distanza tra esse** ed è diretta lungo la congiungente le due cariche.”*



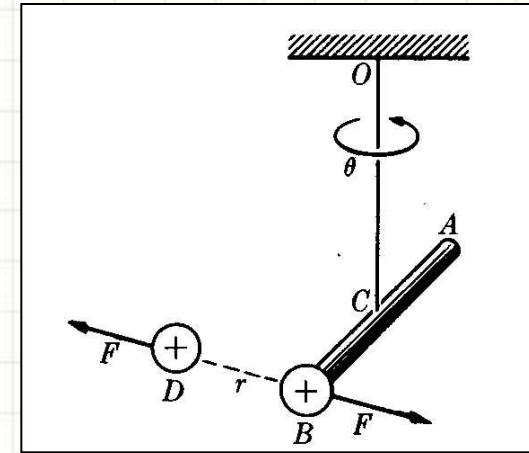
B e D sfere conduttrici cariche
C sottile filo di quarzo
A leggera sbarretta isolante



Bilancia a torsione per la
verifica della legge di
Coulomb

La legge di Coulomb

$$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1} = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{u}_r$$



\vec{u}_r è il versore con direzione congiungente le due cariche

k_e è **la costante elettrostatica** e dipende unicamente dalle unità di misura e dal mezzo in cui le cariche sono immerse

$$k = 8.9875 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Costante dielettrica del vuoto

G. Pugliese

$$\vec{F}_{1,2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{u}_r$$

Curiosità

La carica elettrica elementare espressa in C:

$$e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

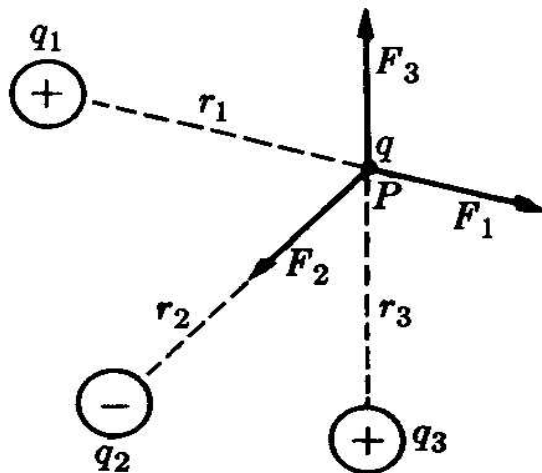
Negli esperimenti di elettrizzazione per strofinio la carica della bacchetta può essere dell'ordine di 10^{-7} C , cui equivale uno spostamento di circa $6 \cdot 10^{11}$ elettroni.

Due cariche di 10^{-7} C poste a 1 cm di distanza interagiscono con una forza di: $F = 0.9 \text{ N}$

In effetti, in elettrostatica la carica di 1C è oltre le possibilità sperimentali. Gli eccessi di carica su isolanti o conduttori sono dell'ordine dei $10^{-6} \text{ C} = \mu\text{C}$ o del $10^{-12} \text{ C} = \text{pC}$. La repulsione fra le cariche dello stesso segno, impedisce l'accumulo di cariche oltre un certo limite.

Principio di sovrapposizione

Se ci sono più cariche, la forza tra una coppia di cariche può essere ricavata dalla legge di Coulomb e la risultante è quindi la somma vettoriale delle forze dovute alle singole cariche; cioè le forze elettriche obbediscono al *principio di sovrapposizione*.



$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$