

Elettrostatica

- Inquadramento storico
- Origine dell'elettrizzazione dei corpi;
- Conduttori e isolanti;
- Legge di Coulomb;
- Campo elettrico.

Inquadramento storico

- Già nel VI secolo a.C. il filosofo greco Talete di Mileto aveva notato che un pezzetto di ambra (in greco *élektron*, da cui deriva il termine elettricità) strofinato con un panno di lana acquista la capacità di attrarre corpi leggeri (per esempio, piccole pagliuzze).
- Nel 1897, il fisico inglese John Joseph Thomson scoprì l'elettrone, una particella di massa molto piccola (10^{-30} kg) che ha carica negativa.
- In seguito si comprese che tutti gli atomi contengono due tipi di particelle cariche:
 - gli elettroni, con carica negativa;
 - i protoni, con carica positiva.

Esperimenti Elettrostatici



Origine dell'elettrizzazione dei corpi

- Un atomo è elettricamente neutro perché il numero dei protoni, particelle con carica positiva, è uguale al numero di elettroni, particelle con carica negativa;
- L'elettrizzazione di un corpo si può ottenere anche con tre metodi differenti:

- per strofinio;
- per contatto;
- per induzione.

Elettrizzazione per strofinio

1/2

- Se strofiniamo due bacchette di vetro con un panno di lana e le avviciniamo tra loro, tenderanno a respingersi;
- Se invece strofiniamo una bacchetta di vetro e una di plastica, queste tenderanno ad attrarsi;
- Esistono quindi due tipi di elettrizzazione o di carica elettrica, che furono chiamati positiva e negativa dallo scienziato americano Benjamin Franklin (1706-1790).

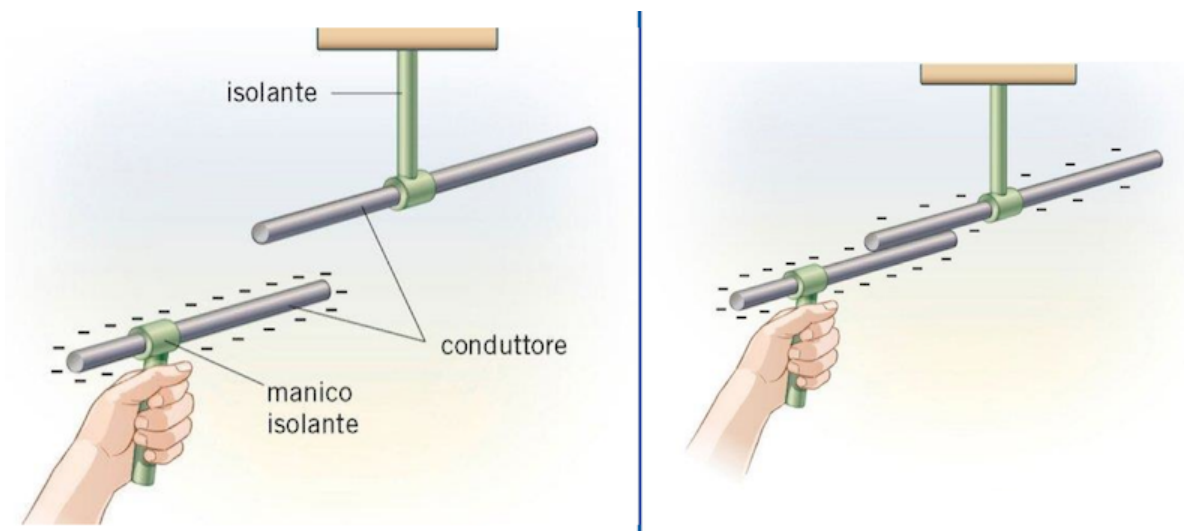
Elettrizzazione per strofinio

2/2

- L'elettricità non si crea con lo strofinio;
- L'elettricità rappresenta qualche cosa che un corpo cede all'altro, in modo tale che la quantità complessiva rimanga sempre la stessa;
- I metalli in genere, se strofinati non risultano elettrizzati a meno che non si usi l'accorgimento di isolarli;
- Il comportamento dei metalli è molto diverso da quello di altre sostanze.

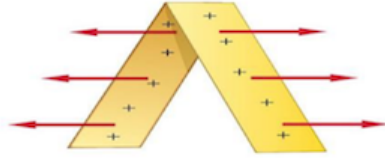
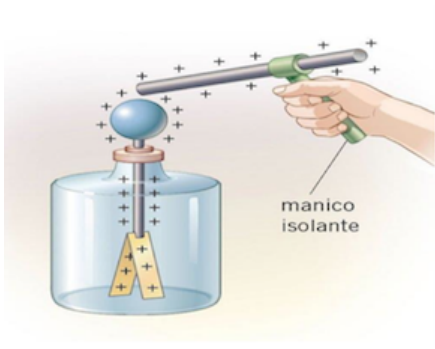
Elettrizzazione per contatto

- Abbiamo un primo conduttore, carico, che impugniamo con un manico isolante, e un secondo conduttore neutro.
- Mettendo in contatto i due conduttori, parte della carica del primo passa sul secondo. Ora anch'esso è carico.



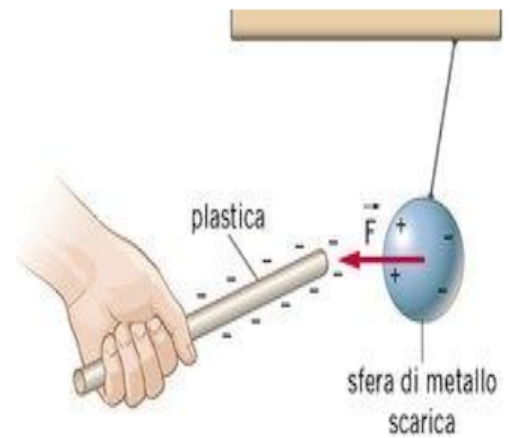
Elettroscopio

- Se si tocca la sferetta con un oggetto elettrizzato, parte della carica passa all'asta e, così, si distribuisce in tutto il dispositivo fino alle foglioline.
- Le foglioline risultano cariche dello stesso segno e si respingono. Così, la loro divaricazione attesta che l'oggetto in esame è elettricamente carico.
- Un oggetto è carico se, messo a contatto con l'elettroscopio, fa divaricare le sue foglie.



Eletttrizzazione per induzione

- La bacchetta di plastica, carica negativamente, respinge gli elettroni che sono liberi di muoversi dentro la sfera conduttrice;
- La superficie della sfera vicina alla bacchetta diventa positiva (mancano elettroni), mentre la superficie lontana diventa negativa (ci sono più elettroni).



- Per la legge di Coulomb, l'attrazione tra cariche vicine è maggiore della repulsione tra cariche lontane: quindi la sfera è attratta verso la bacchetta.

I conduttori e gli isolanti 1/3

- Le sostanze come la plastica, che si caricano sempre quando sono strofinate, si chiamano isolanti elettrici.
- Le sostanze come i metalli o il nostro corpo, che si comportano in modo diverso, si dicono conduttori elettrici.
- Questa distinzione non è assoluta: tutte le sostanze possono essere ordinate secondo la capacità di trattenere, o di lasciare fluire, le cariche elettriche.

I conduttori e gli isolanti 2/3

- Gli esperimenti di strofinio possono essere spiegati facendo queste ipotesi:
 - Negli isolanti tutte le cariche occupano delle posizioni fisse e non possono spostarsi;
 - Nei conduttori vi sono cariche elettriche che si muovono liberamente.

I conduttori e gli isolanti 3/3

- Nei conduttori metallici vi sono degli elettroni liberi, che si spostano con facilità da un atomo all'altro.
- In un isolante, invece, gli elettroni sono molto legati ai protoni dell'atomo e difficilmente se ne allontanano.
- Nei cavi che trasportano l'energia elettrica, gli elettroni si muovono lungo il filo di metallo e non si scaricano a terra attraverso il traliccio, perchè tra i fili e il traliccio ci sono gli isolatori, costituiti da materiale isolante.

Il coulomb

- Nel Sistema Internazionale l'unità di misura della carica elettrica è il coulomb (simbolo C)
- Tutti gli elettroni dell'Universo hanno la stessa carica (negativa) $-e$, il cui valore numerico è $-1,6022 \times 10^{-19}$ C.
- Finora non è mai stata osservata una carica più piccola di quella dell'elettrone e tutte le particelle elementari conosciute hanno una carica che è un multiplo (positivo o negativo) della carica elettrica elementare e .

Legge di Coulomb 1/2

- Consideriamo due corpi puntiformi e indichiamo con Q_1 e con Q_2 le cariche elettriche che si trovano su di essi.
- La forza elettrica che si esercita tra di esse è descritta dalla legge di Coulomb, secondo cui il valore della forza elettrica tra due cariche puntiformi è:
 - Direttamente proporzionale a ciascuna carica;
 - Inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza.

Legge di Coulomb 2/2

- La legge di Coulomb è riassunta dalla formula:

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

- Se le cariche sono nel vuoto, la costante di proporzionalità k_0 vale:

$$k_0 = 8,99 * 10^9 \frac{N * m^2}{C^2}$$

Direzione e verso della forza

- La direzione della forza elettrica è quella della retta che congiunge le due cariche puntiformi;
- Il verso è repulsivo (verso l'esterno) se le due cariche hanno lo stesso segno e attrattivo (verso l'interno) se le cariche hanno segni diversi.
- Ciò è espresso anche dalla legge di Coulomb: se Q_1 e Q_2 hanno lo stesso segno, F risulta positiva (forza repulsiva); invece, se Q_1 e Q_2 hanno segni diversi, F risulta negativa (forza attrattiva).

La costante dielettrica

- È abituale scrivere la costante k_0 della legge di Coulomb come:

$$K_0 = \frac{1}{4 * \pi * \epsilon_0}$$

- dove ϵ_0 è detta costante dielettrica assoluta del vuoto (o, più semplicemente, costante dielettrica del vuoto).
- Il suo valore numerico, ottenuto ricavando ϵ_0 da k_0 , è: $\epsilon_0 = 8,854 * 10^{-12} C^2 N * m^2$

$$F_0 = \frac{1}{4 * \pi * \epsilon_0} * \frac{Q_1 * Q_2}{r^2}$$

La forza di coulomb nella materia

- In un mezzo materiale isolante (per esempio, nell'acqua o dentro il vetro), a parità di cariche e di distanza misuriamo una forza di Coulomb minore della forza F_0 che agisce nel vuoto.

$$F_m = \frac{1}{4 * \pi * \epsilon_0 * \epsilon_r} * \frac{Q_1 * Q_2}{r^2}$$

Il vettore campo elettrico 1/2

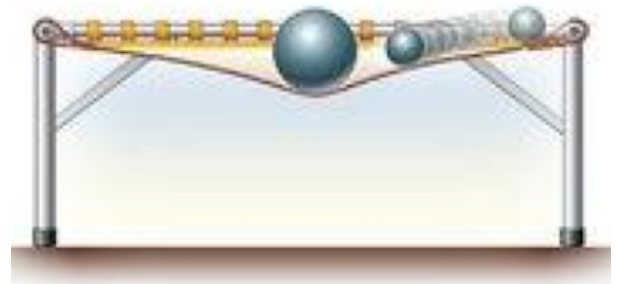
- La forza che si esercita tra due corpi carichi è una forza a distanza, come quella gravitazionale che si esercita tra due masse.
- In entrambi i casi, non è chiaro come sia possibile che un corpo che si trova in un punto A possa avvertire un effetto elettrico (o gravitazionale) dovuto a un secondo corpo situato in un punto B
- Per risolvere questa difficoltà si interpretano i dati sperimentali introducendo il concetto di campo.

Il vettore campo elettrico 2/2

- Il concetto di campo elettrico è costruito a partire da due idee:
 - la presenza di una carica elettrica Q_1 modifica le caratteristiche dello spazio che la circonda;
 - la carica Q_2 avverte una forza elettrica, che è dovuta alle nuove proprietà della zona di spazio in cui essa si trova.

Metafora del telo elastico

- Per chiarire il concetto si può utilizzare la metafora del telo;
- La carica Q_1 è rappresentata in questo modello da una prima sfera che, appoggiata sul telo, ne cambia la forma;
- La carica Q_2 si muove verso la prima come se fosse attirata da essa;
- In realtà la seconda sfera segue soltanto l'inclinazione della zona di telo in cui si trova;
- L'interazione non avviene direttamente tra la prima sfera e la seconda, ma è "comunicata" a distanza grazie alle proprietà dello spazio in cui le due sfere sono immerse.



Definizione del vettore campo elettrico 1/3

- Consideriamo il campo elettrico generato da un sistema di n cariche puntiformi;
- Vogliamo caratterizzare in modo quantitativo le proprietà di tale campo in un punto P in cui non si trova alcuna carica.
- Inseriamo una carica di prova q^+ nel punto P scelto

Definizione del vettore campo elettrico 2/3

- Una carica di prova è una carica elettrica puntiforme, abbastanza piccola da non modificare, a causa delle forze che essa esercita, il sistema fisico che si intende studiare.
- La forza \vec{F} che agisce sulla carica di prova dipende:
 - dalle cariche che generano il campo (quantità e posizione);
 - dal punto P (in un altro punto la forza sarebbe differente);
 - dal valore della carica di prova (se la carica di prova fosse più grande, anche la forza sarebbe maggiore).

Definizione del vettore campo elettrico 3/3

- Vogliamo definire una grandezza che descriva l'interazione elettrica in ogni punto dello spazio, ma che non dipenda dalla particolare carica di prova che usiamo.
- Conviene quindi introdurre una grandezza unitaria, che si ottiene dividendo la forza \vec{F} per la carica di prova q^+ .
- Questa nuova grandezza si chiama vettore campo elettrico:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q^+}$$

Il calcolo della forza

- Se conosciamo il campo elettrico, siamo in grado di calcolare la forza che agisce su qualsiasi carica.
- Moltiplicando per q i due membri della definizione di \vec{E} , isolando l'incognita \vec{F} , si ottiene:

$$\vec{F} = q * \vec{E}$$

Direzione del campo elettrico

- Supponiamo di avere un campo elettrico generato da una carica positiva.
- Se la carica q è positiva, il campo elettrico e la forza hanno la stessa direzione e lo stesso verso.
- Se la carica q è negativa, il campo elettrico e la forza hanno la stessa direzione e versi opposti

