

LICEO SCIENTIFICO “L. Da Vinci”

REGGIO CALABRIA

L' ELETTRICITA'



RICERCA DI FISICA

A cura di: **Francesco Spanò V H**

ANNO SCOLASTICO 2004/2005

L'ELETTROSTATICA E I VARI TIPI DI ELETTRIZZAZIONE

- L'**elettrostatica** è la parte della fisica che studia il comportamento di corpi carichi o di cariche in quiete.
- La parola **elettricità** deriva dal greco *elektron* che vuol dire ambra
- Ci sono tre tipi di elettrizzazione:
 1. **contatto**
 2. **strofinio**
 3. **induzione**, che può essere completa o parziale

L'**elettizzazione per strofinio** viene prodotta su corpi inizialmente neutri i quali si caricano elettricamente, a causa del trasferimento di cariche che avviene con un altro corpo durante lo strofinio.

L'**elettizzazione per contatto** viene prodotta dal contatto tra un corpo elettrizzato e uno elettricamente neutro, a causa di un passaggio di elettroni tra i due corpi.

L'**elettizzazione per induzione** viene prodotta dall'avvicinamento di un corpo elettrizzato a un corpo non elettrizzato, a causa di una separazione di cariche elettriche all'interno del corpo neutro.

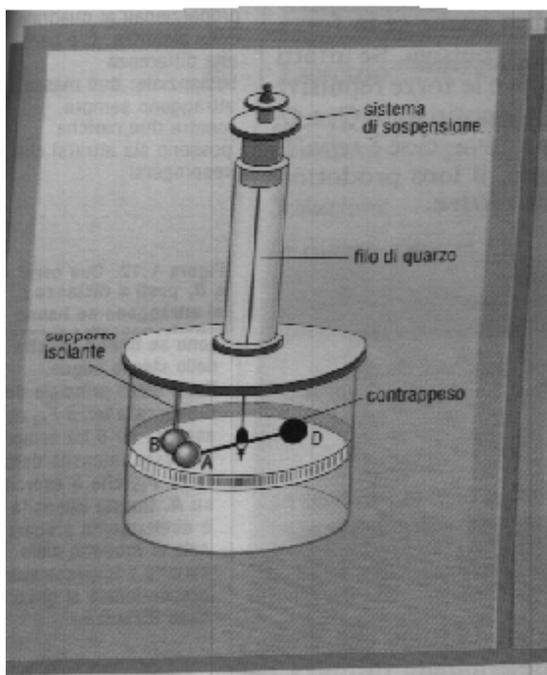
RIASSUNTO:

TIPO DI ELETTRIZZAZIONE	AVVIENE IN SEGUITO A ...	L'ELETTRIZZAZIONE ...
Per strofinio	Strofinio di due corpi inizialmente neutri	Permane dopo lo strofinio
Per contatto	Semplice contatto tra un corpo elettrizzato e uno neutro	Permane dopo il contatto
Per induzione	Avvicinamento, senza contatto, di un corpo elettrizzato a uno neutro	Scompare se i due corpi vengono allontanati

LA LEGGE DI COULOMB (premessa)

E' una legge di tipo sperimentale che **spiega le interazioni tra corpi carichi**. Per ricavarla è stato utilizzato lo stesso strumento usato da **CAVENDISH** per ricavare la legge di gravitazione. Lo strumento è il **pendolo di torsione**.

IL PENDOLO DI TORSIONE



- Il pendolo di torsione è uno strumento con cui si **misura la forza tra due sfere A e B cariche dello stesso segno**. La sfera B è fissa e isolata elettricamente. La sfera A può invece ruotare. Essa è sospesa mediante un manubrio a un filo isolante ed è tenuta in equilibrio dalla sfera scarica D che fa da contrappeso.
- Misurando l'angolo di rotazione del manubrio sulla scala graduata, si può risalire all'**intensità della forza tra le due sfere cilindriche**

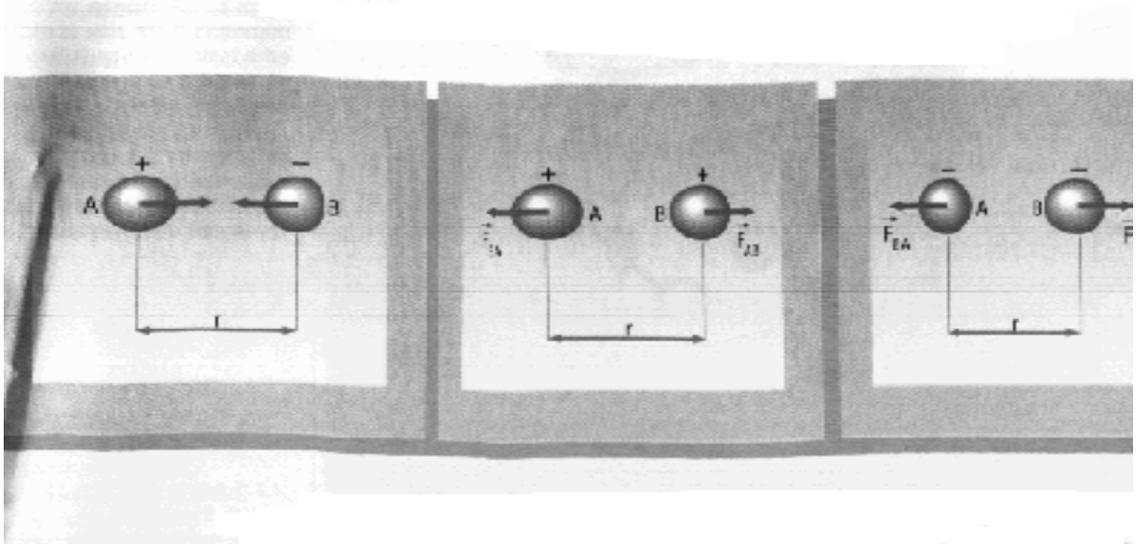
LA LEGGE DI COULOMB

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

- F = intensità della forza attrattiva o repulsiva che ciascun dei due corpi esercita sull'altro
- Q_1 e Q_2 = cariche elettriche dei corpi
- r = distanza tra i due corpi
- k = coefficiente di proporzionalità

OSSERVAZIONI

1) E' una **legge attrattiva o repulsiva**; dipende dal segno delle due cariche



- 2) Le due forze non si annullano perché sono applicate su due corpi diversi (**vale il principio di azione-reazione**)
- 3) E' una forza che agisce lungo la **retta centrale**, che cioè unisce i due centri
- 4) Essendo la forza inversamente proporzionale al quadrato della distanza, **più diminuisce la distanza e maggiore è la forza**

IL COEFFICIENTE DI PROPORZIONALITA'

$$K_0 = \frac{F \cdot r^2}{Q_1 \cdot Q_2}$$

$$K_0 = 8.6 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

Questo valore si è ricavato prendendo due cariche nel vuoto; ogni carica dal valore di 1C per una. Le due cariche erano alla distanza di 1 m. Si è così misurata la forza che le legava:

$$8.6 \cdot 10^9 = K_0 \cdot 1$$

- **K** è importante perché a seconda del **materiale** con cui si ha a che fare si ha una certa interazione.
- Nell'aria e nell'acqua le forze sono minori perché ci sono delle particelle (positive, negative o neutre) che interagiscono.

CONDUTTORI E ISOLANTI

1. I **conduttori** permettono alle cariche elettriche di fluire attraverso essi.
2. Gli **isolanti** non lasciano sfuggire le cariche elettriche
3. I **semiconduttori** hanno proprietà intermedie tra i conduttori e gli isolanti

Questa distinzione vale per i **solidi, i liquidi e i gas**.

Il diverso comportamento dei conduttori e degli isolanti ha origine dalla loro **diversa struttura microscopica**.

CORRENTE ELETTRICA

La **corrente elettrica** si può considerare un flusso di elettroni che si stabilisce in un conduttore sotto l'azione di una differenza di potenziale elettrico.

Per convenzione si assume che la corrente elettrica percorra un conduttore da punti a potenziale maggiore ai punti a potenziale minore; cioè da polo positivo al polo negativo.

Perché la corrente possa scorrere con continuità, è necessario disporre di un **circuito elettrico**. Esso è costituito da:

- 1 generatore di corrente (es. ENEL, corrente alternata; pila, corrente continua);
- 1 conduttore (fili di oro; argento; rame, il più utilizzato);
- 1 interruttore (aperto - spento, chiuso - acceso)
- 1 utilizzatore (lampadina, elettrodomestici).

CAMPO ELETTRICO, POTENZIALE E DIFFERENZA DI POTENZIALE

Il **campo elettrico** è quella regione di spazio nel quale si esercitano, da parte di una o più cariche elettriche, forze di attrazione o repulsione.

L'**intensità di un campo elettrostatico** (E) in un dato punto è il rapporto tra la forza (F_e) agente su una carica puntiforme positiva posta in quel punto e il valore (q) della carica stessa.

Nel S.I. si misura in **N/C** (newton/coulomb).

In formula, si ha:

$$E = \frac{F_e}{q} \quad \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

Ponendo una carica elettrica puntiforme (q) in un campo elettrico creato dalla carica (Q), l'intensità del campo è direttamente proporzionale alla carica (Q) generatrice del campo e inversamente proporzionale al quadrato della distanza.

In formula, si ha:

$$E = \frac{K \cdot Q}{d^2}$$

In un campo elettrico sono presenti linee di forza; esse sono le traiettorie che descriverebbero le particelle materiali cariche di elettricità che fossero libere di obbedire alla forza presente. In relazione all'orientamento delle linee di forza si osserva che se il campo è prodotto da una carica +Q, le linee di forza sono raggi uscenti da essi e una carica negativa tende a sfuggire dal campo, se il campo è prodotta da una carica -Q sono raggi orientati verso l'interno, e una carica positiva viene attratto dal campo. Se il campo è prodotta da due o più cariche le linee di forza sono curve e la forma delle stesse varia secondo la distribuzione delle cariche elettriche nel campo e il loro segno (per convenzione il loro verso va da un corpo con carica positiva a un corpo con carica negativa).

Il **potenziale elettrico di un campo** in un punto è il lavoro necessario per trasportare la carica +1 da quel punto all'infinito.

La **differenza di potenziale elettrico** da due punti A e B è il lavoro necessario per trasportare una carica positiva da un punto a potenziale maggiore a un punto a potenziale minore.

In formula si ha:

$$L = Q \cdot \Delta V$$

L'unità di potenziale elettrico è il V (volt).

In un punto di un campo elettrico si ha il potenziale di 1 V quando per trasportare la carica di 1 C di quel punto al limite del campo (o viceversa) si compie il lavoro di un J.

INTENSITA' DI CORRENTE

L'**intensità di corrente elettrica** (I) è la quantità di carica elettrica (elettroni) che attraversa una sezione (s) del conduttore nell'unità di tempo.

In formula si ha:

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

Nel S.I. le cariche elettriche(Q) si misurano in coulomb (C) e il tempo in secondi; di conseguenza si ha che l'intensità di corrente elettrica si misura in C/sec. A questa unità si dà il nome di **ampere** (A).

LEGGI DI OHM, RESISTENZA E RESISTIVITA'

La **prima legge di Ohm** afferma che l'intensità di corrente (I) che percorre un conduttore è direttamente proporzionale alla tensione (ΔV) applicata ai suoi estremi.

La **resistenza elettrica** di un conduttore, o di un circuito, rappresenta il rapporto tra la tensione applicata e l'intensità della corrente elettrica che percorre un conduttore, o un circuito.

In formula si ha:

$$R = \frac{\Delta V}{I}$$

Nel S.I. la tensione si misura in volt (V) e l'intensità in ampere(A); di conseguenza la resistenza si misura in V/A. A questa unità si dà il nome di **ohm** (Ω).

GRANDEZZA	INDICA ...	UNITÀ DI MISURA
Differenza di potenziale (V)	Il lavoro occorrente per spostare una carica elettrica unitaria fra gli estremi di un conduttore.	Volt (V)
Intensità di corrente (I)	La quantità di carica che passa attraverso una sezione di un circuito nell'unità di tempo.	Ampere (A)
Resistenza elettrica (R)	L'opposizione esercitata dal circuito al passaggio della corrente.	Ohm (Ω)

La **seconda legge di Ohm** afferma che la resistenza di un conduttore (R) è direttamente proporzionale alla sua lunghezza (l) e inversamente proporzionale all'area (S) della sua sezione.

In formula, si ha:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

Il simbolo ρ è una lettera dell'alfabeto greco; si legge RO. In questa formula, rappresenta la costante di proporzionalità tra la resistenza di un conduttore, la sua lunghezza e la sua sezione. Questo valore viene denominato **resistività** e dipende dal materiale di cui esso è composto. Nel

S.I. viene misurata in ohm · metro ($\Omega \cdot m$), come si può dimostrare utilizzando la formula inversa:

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l} \quad \frac{\Omega \cdot m^2}{m}$$

Resistività (a 20°C)

MATERIALE	UNITÀ DI MISURA	MATERIALE	UNITÀ DI MISURA
Conduttori		Isolanti	
Argento	$1.6 \cdot 10^{-8}$	Carta	10^5
Rame	$1.7 \cdot 10^{-8}$	Vetro	10^{12}
Alluminio	$2.8 \cdot 10^{-8}$	Gomma	10^{14}
Tungsteno	$5.5 \cdot 10^{-8}$		
Ferro	$6.5 \cdot 10^{-8}$		

ENERGIA ELETTRICA E POTENZA ELETTRICA

L'**energia elettrica** erogata da un generatore è uguale al prodotto tra l'intensità (I), la variazione di tempo (Δt) e la differenza di potenziale (ΔV).

In formula si ha:

$$E = I \cdot \Delta t \cdot \Delta V$$

Se dividiamo questa energia per l'intervallo di tempo Δt otteniamo quanta energia si trasforma nell'unità di tempo, ovvero la **potenza elettrica** (P).

In formula si ha:

$$P = I \cdot \Delta V$$

Quindi la potenza elettrica sviluppata in un conduttore sottoposto alla tensione ΔV e percorso dalla corrente di intensità I, è data dal prodotto di queste due grandezze.

Se, in questa formula, si sostituisce al posto di ΔV il prodotto $R \cdot I$, dato dalla prima legge di Ohm, si ottiene:

$P = I^2 \cdot R$ Quindi, l'energia elettrica che in ogni secondo si trasforma in calore in un conduttore è direttamente proporzionale alla resistenza del conduttore e al quadrato dell'intensità di corrente che lo percorre.

Ricavando l'energia dalla definizione di potenza si ha:

$$E = P \cdot \Delta t$$

Poiché il valore espresso in J supera spesso il valore di un milione il problema è stato risolto utilizzando una unità di misura che non appartiene al S.I.: il **chilowattora** (simbolo kWh).

Un kWh rappresenta l'energia fornita, durante un'ora, da un generatore elettrico a un circuito che assorbe la potenza di un chilowatt.

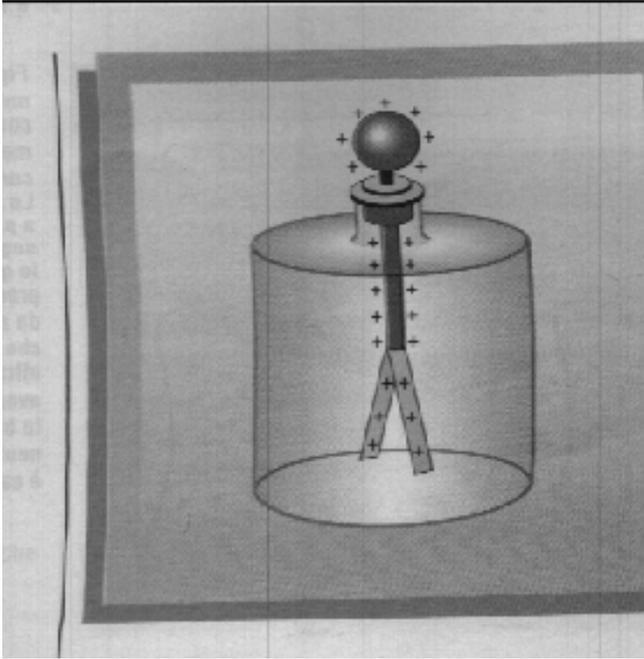
Poiché $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$ e $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$, si ha

$$E = P \cdot t = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3600000 \text{ J}$$

Quindi $1 \text{ kWh} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$

STRUMENTI PER RILEVARE SE UN CORPO E' CARICO

- 1) Il **pendolino elettrostatico** si può utilizzare per capire se ci sono le cariche, ma non dice quante cariche ci sono
- 2) L'**elettroscopio a foglie**



L'elettroscopio a foglie è uno strumento che serve per rilevare la carica elettrica.

Toccando il pomello in alto con un corpo carico le due foglie metalliche in basso si allontanano.

La carica acquisita per contatto dall'elettroscopio è arrivata in parte sulle foglie, che si caricano così dello stesso segno e quindi si respingono

L'elettroscopio consente anche di determinare se un corpo è un buon conduttore o un buon isolante. Dopo aver caricato l'elettroscopio, mettiamo a contatto della sua sfera

metallica uno dopo l'altro i diversi corpi scarichi. Se dopo il contatto le foglie continuano a restare divaricate il corpo è isolante. Se si chiudono il corpo è conduttore.

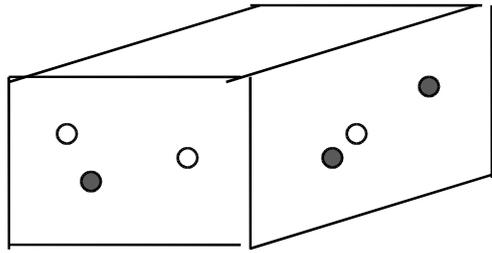
Gli elettroni annullano le cariche positive della pallina. Nell'elettroscopio rimangono le cariche positive e le foglioline si allontanano.

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLA CARICA ELETTRICA

1) Vale il **principio di conservazione della carica**



la carica di un sistema isolato rimane costante



- atomo negativo
- atomo positivo

Se la scatola rimane completamente isolata dall'ambiente esterno la carica totale è 0. Può anche arrivare un fotone ("particella" di luce senza massa che divide un atomo), ma da questo si formano tante particelle positive, quanto negative ($Q_{TOT} = 0$)

2) quantizzazione della carica



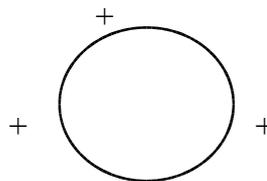
attraverso l'esperienza di Millikan si è dimostrato che **qualsunque corpo carico ha un valore della carica che è sempre multiplo della carica dell'elettrone**

$$1 e = 1.6 \cdot 10^{-19} C$$

C = Coulomb, cioè l'unità di misura della carica elettrica

DISTRIBUZIONE DELLE CARICHE

1) all'interno di un singolo corpo



+

Ogni punto della superficie si trova nella stessa situazione. Le cariche si dispongono in modo tale da essere simmetriche. Questo succede perché esse si respingono e si mettono alla massima distanza possibile, che è uguale per tutte.

Se la superficie di un conduttore non presenta irregolarità (sfera) la distribuzione di cariche è uniforme; le cariche si dispongono in modo simmetrico.

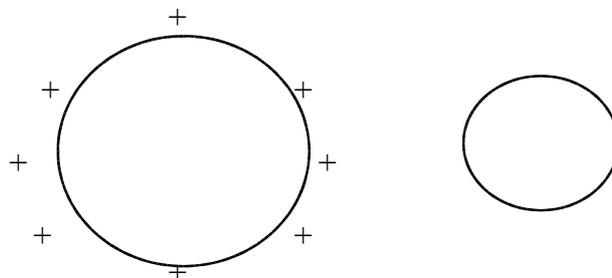
Questo succede quando il conduttore è in **equilibrio termico**, cioè quando le cariche sono ferme.

2) sfere uguali



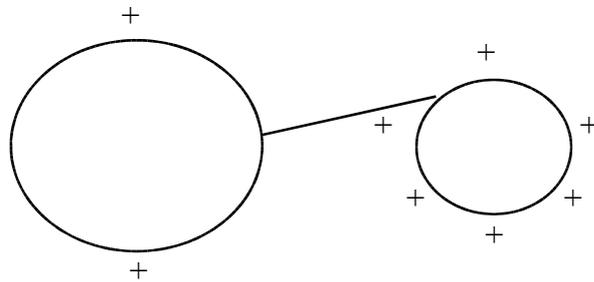
Se le sfere sono uguali le cariche si distribuiscono in modo uniforme

3) sfere non uguali



}

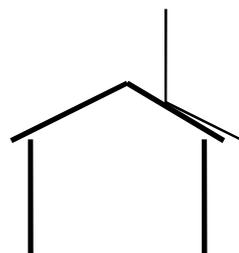
Se le sfere non sono uguali, la carica non si ripartisce in modo uguale:
le cariche vanno nel corpo più piccolo



4) effetto punta

- In un corpo irregolare formato da tante piccole sfere che hanno una parte di circonferenza coincidente con la circonferenza del corpo le cariche si distribuiscono in modo non uniforme e vanno a concentrarsi nelle sferette più piccole; quindi si avrà una concentrazione di cariche nelle curve più piccole (“punte”).

IL PARAFULMINE



Il parafulmine si basa sull'effetto punta. Ecco come funziona:

- le nuvole si caricano per strofinio
- il parafulmine viene elettrizzato per induzione
- dalla terra arrivano gli elettroni
- le cariche si mettono sulla punta del parafulmine
- le cariche sono uguali e quindi si respingono
- le cariche sono a contatto con l'aria e quindi si crea un venticello elettronico
- c'è un passaggio di cariche che vengono scaricate a terra

