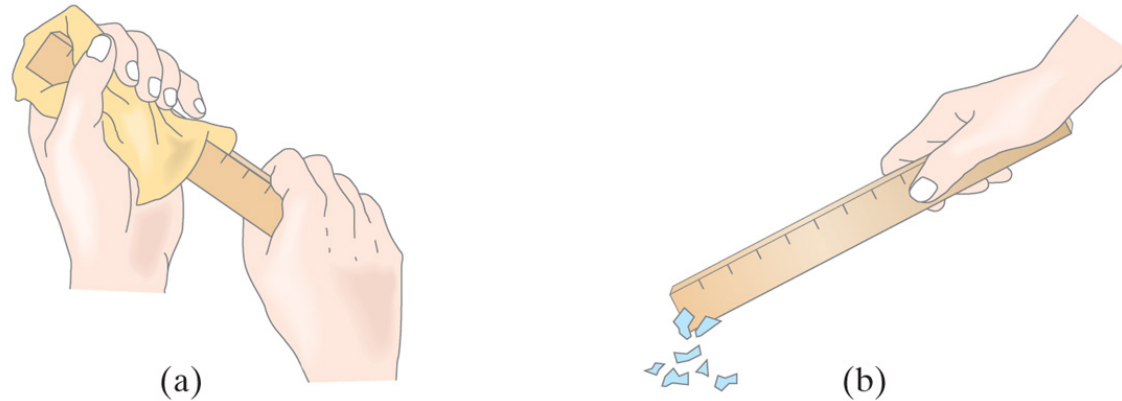


Sommario

- Fenomeni elettrici elementari
 - La carica elettrica e l'atomo
 - Isolanti e conduttori
 - Cariche indotte
 - Legge di Coulomb
 - Campo elettrico e conduttori
-
- Potenziale e differenza di potenziale elettrico
 - Circuiti
 - Resistenze e condensatori

Lezione (5) 19/01/2018
2° ora

Fenomeni elettrici



Strofinando un righello di plastica questo ha la proprietà di attrarre dei pezzettini di carta.

Una nuova forza? Quali proprietà ha questa forza? Differenze con la forza di Newton?

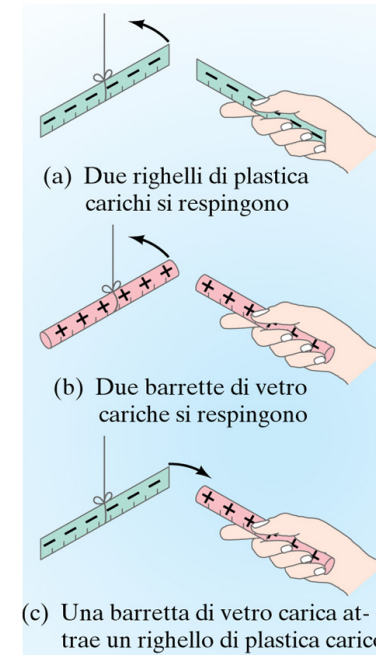
Le proprietà dell'ambra e del vetro erano conosciute dall'antichità.

Forze elettriche

Due righelli di plastica se strofinati si respingono, al contrario della forza di Newton la nuova forza è repulsiva!

Due barrette di vetro si respingono, bene sembra repulsiva.

Una barretta di vetro e una di plastica si attraggono, di nuovo attrazione!



Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana

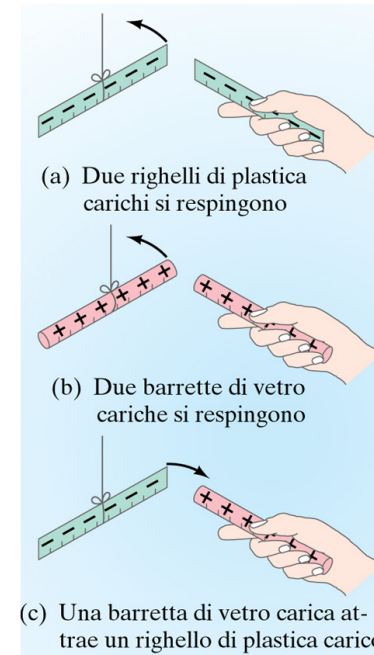
Sembra che esistano due tipi di oggetti, quelli come la plastica e quelli come il vetro. Oggetto uguali si respingono, se diversi si attraggono.

La carica elettrica

Si diede il nome di carica positiva e negativa quella posseduta dagli oggetti vetrosi o plastici.

Lo strofinamento di un oggetto ne provoca il caricamento, anzi entrambi gli oggetti strofinati vengono caricati di cariche uguali ma opposte in segno.

- Una nuova forza, detta elettrica
- associata a cariche negative e positive
- repulsiva o attrattiva
- la somma delle cariche è nulla, conservazione della carica elettrica, possiamo solo dividere cariche, non generarne






Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana

Teoria atomistica:

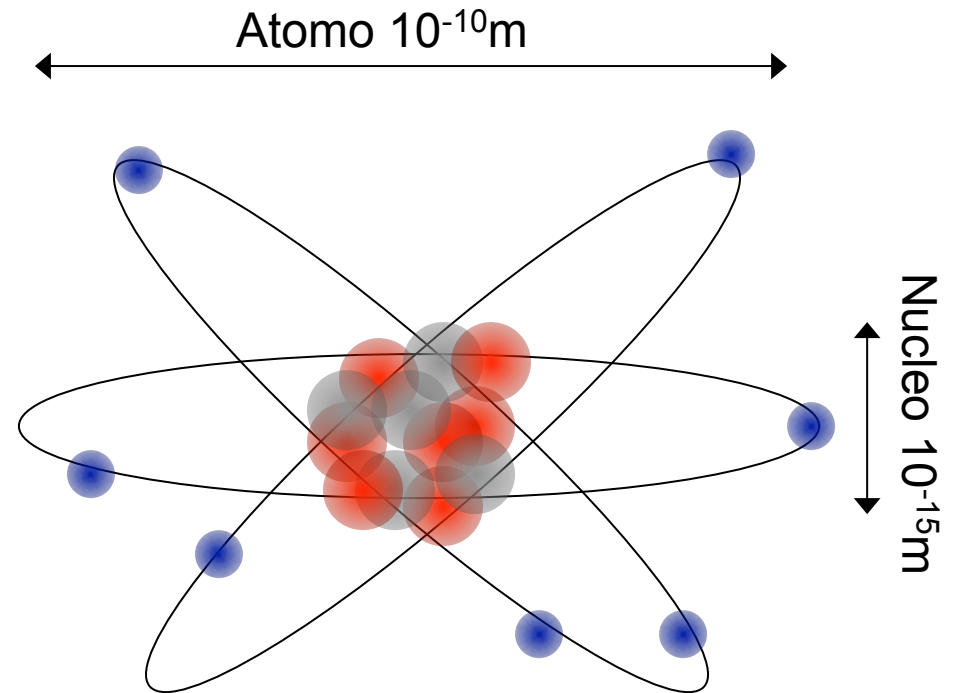
La materia è costituita da atomi, e ciascuno di essi ha un nucleo positivo e cariche negative più esterne

Lo strofinamento provoca il movimento di cariche negative da un corpo a un altro.

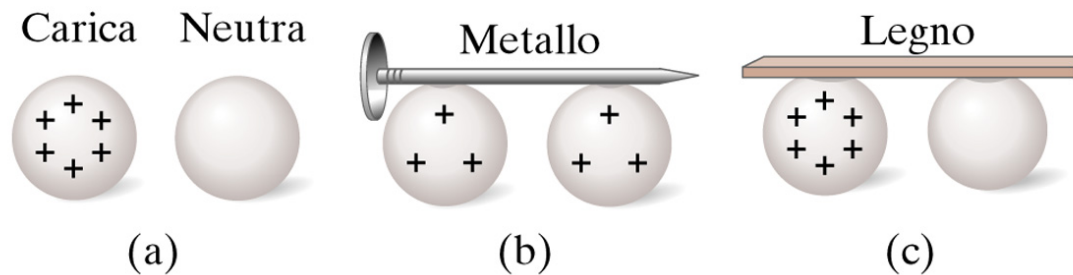
Protone + 
Neutrone 0 
Elettrone - 

La carica elementare è quella del protone e vale $q = e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Coulomb
per l'elettrone $q = -e$

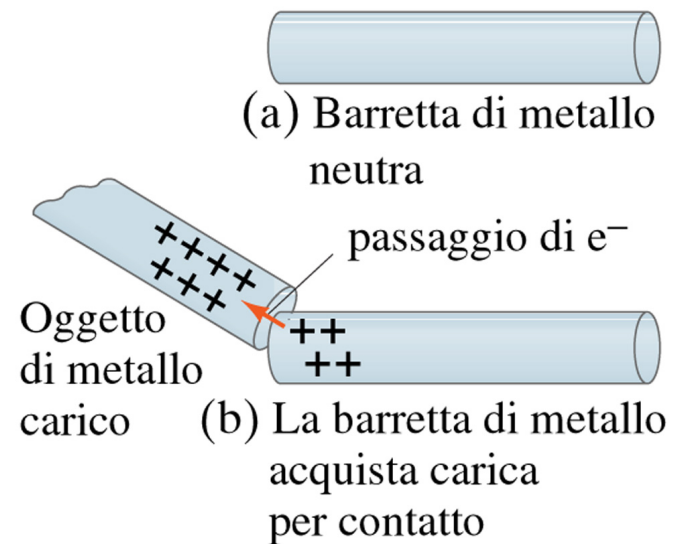
L'atomo



Isolanti e conduttori



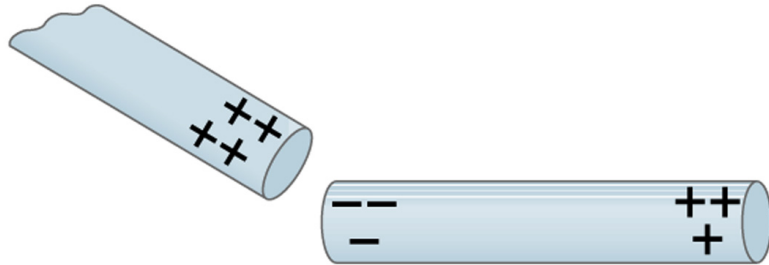
In natura esistono due tipi di materiali con proprietà elettriche diverse. Nei conduttori le cariche sono libere di muoversi, negli isolanti no. Di solito i conduttori si identificano con i metalli, gli isolanti con le plastiche.



Cariche indotte



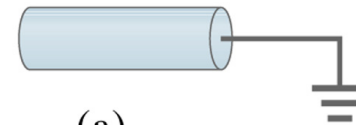
(a) Barretta di metallo neutra



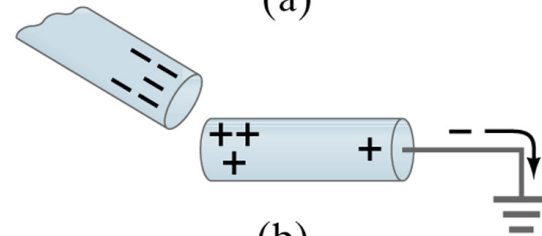
(b) Barretta di metallo ancora neutra, ma con una separazione di carica

Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana

Se avviciniamo un oggetto carico a un conduttore, al suo interno le cariche si ridistribuiscono. È possibile anche caricare un conduttore per induzione mettendolo a terra.



(a)



(b)

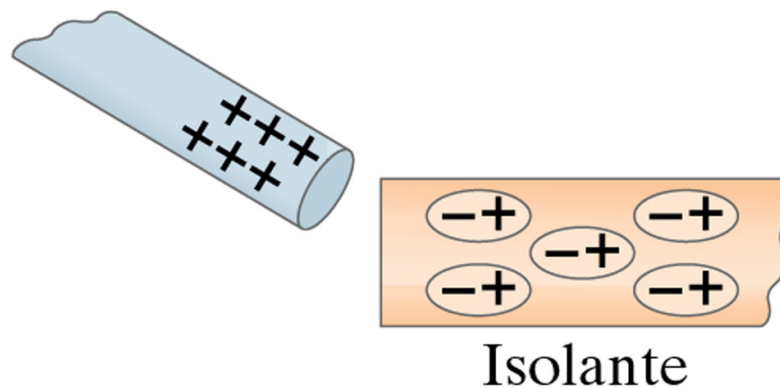


(c)

Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana

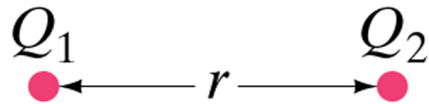
Isolanti e induzione

Anche negli isolanti si ha il fenomeno dell'induzione ma la separazione di carica è solo localizzata. Non si può caricare un isolante per induzione. Gli elettroni non si muovono come nei conduttori! Si ha invece la formazione di dipoli elettrici temporanei.



Legge di Coulomb

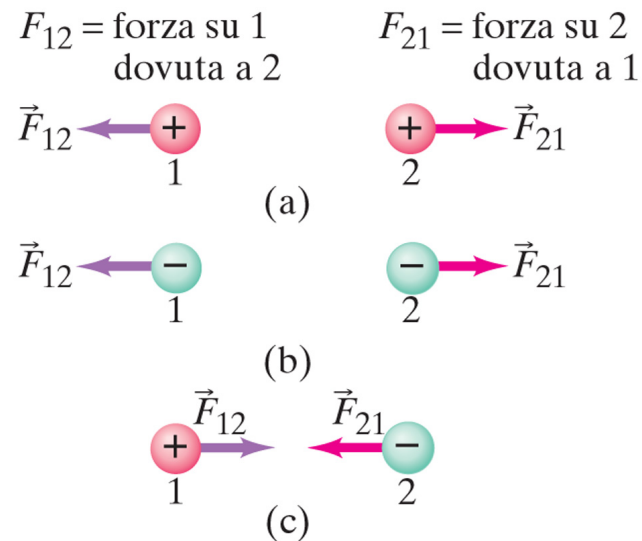
Coulomb per primo quantificò la forza elettrica tra due cariche.



$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana

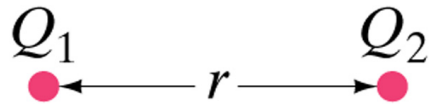
Cariche uguali si respingono mentre cariche diverse si attraggono.



Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana

Legge di Coulomb

La forza dipende dal mezzo in cui sono poste le cariche tramite la costante ϵ detta la costante dielettrica del mezzo. Per il vuoto $\epsilon = \epsilon_0$ e vale $8.86 \cdot 10^{-12}$ coul²/(N*m²):



$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

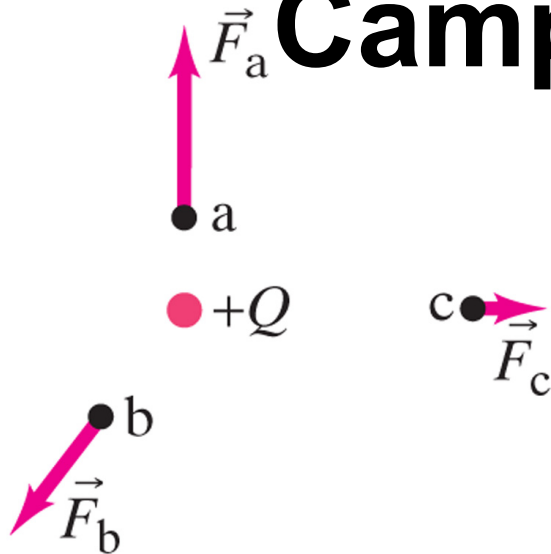
Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana

Di solito si scrive la forza F riferendosi sempre alla costante dielettrica nel vuoto: $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$ dove ϵ_r è detta la costante dielettrica relativa. Nel vuoto è uguale a 1 e nell'acqua ~ 80 :

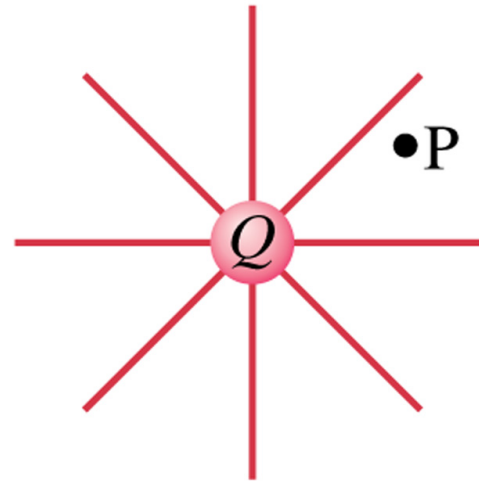
$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

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

Campo elettrico



C'è una forza elettrica tra due cariche ma una sola carica messa in un punto si dice che genera un campo di forze attorno a sé. Se introduciamo una carica di prova nello spazio attorno alla carica Q , questa carica di prova sentirà delle forze dovute alla presenza di Q .



Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana

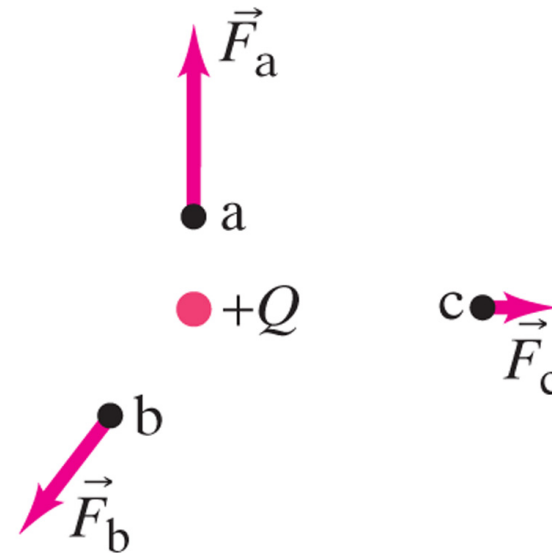
Campo elettrico generato dalla carica Q :

$$E = F/q = kQ/r^2$$

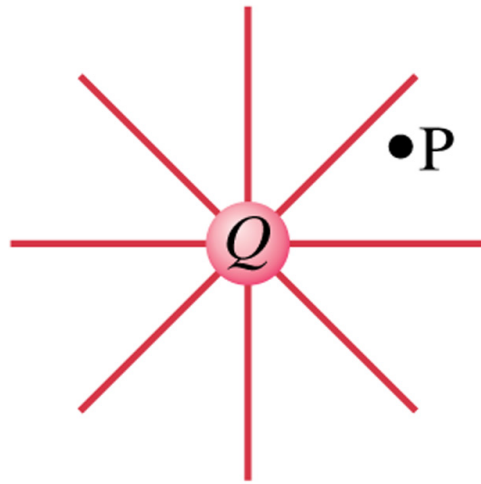
Proprietà

Si introduce per diversi motivi:

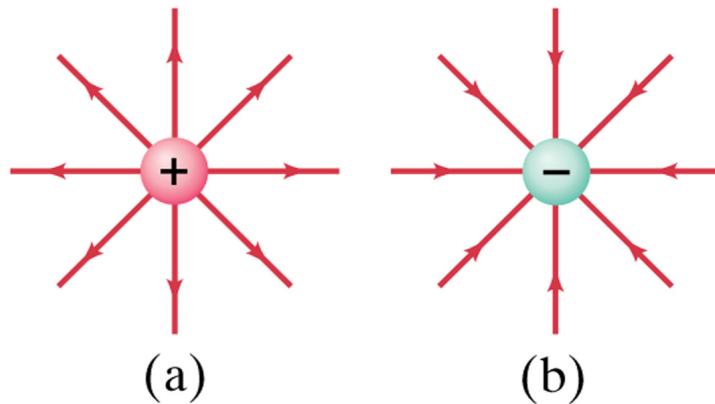
- Astrazione: esiste a prescindere dalla carica di prova
- Separazione: si opera una separazione tra sorgente e carica di prova
- Indipendenza: il campo E agisce anche a distanze rilevanti, quindi il suo esistere, ovvero il suo essere misurato, viene slegato da quello di distribuzione di carica.
- Vedremo che può anche essere generato da campi magnetici



Rappresentazione



Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana



Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana

Il campo elettrico viene rappresentato dalle “linee di forza”: in ogni punto si prende la direzione e il verso della forza agente su una carica di prova assunta come positiva.

- In ogni punto la direzione della forza è tangente alle linee di campo
- Si addensano dove E è maggiore
- Le linee di forza non si incrociano mai, unicità di E
- Il verso: escono da cariche positive ed entrano in quelle negative, perché ci si riferisce sempre a una carica di prova positiva!!!

Esempi

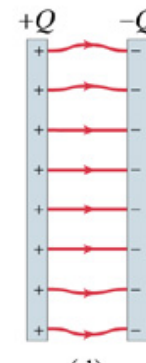
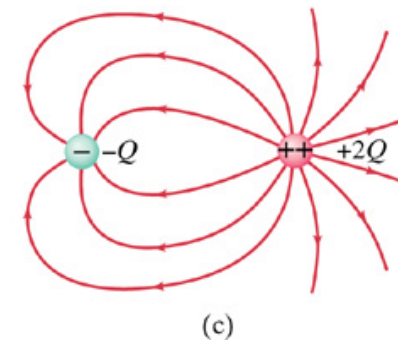
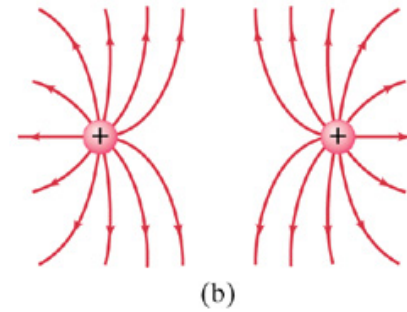
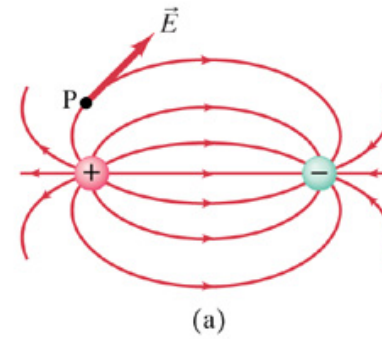
Campo elettrico
generato da due cariche:

- positiva e negativa

- entrambe positive

- $-Q$ e $+2Q$

- distribuite su due piani
(condensatore)



Esempio

$$R=0.53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$Q_1=Q_2=e=1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$K=9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$$

$$F_C=9 \cdot 10^9 \cdot (1.6 \cdot 10^{-19})^2 / (0.53 \cdot 10^{-10})^2$$

$$F_C=9 \cdot 1.6^2 / 0.53^2 \cdot 10^{-29} / 10^{-20} \text{ N}$$

$$F_C=82 \cdot 10^{-9} \text{ N} = 8.2 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

E la forza di Newton?

$$F_N=Gm_em_p/r^2$$

$$m_e=9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$$

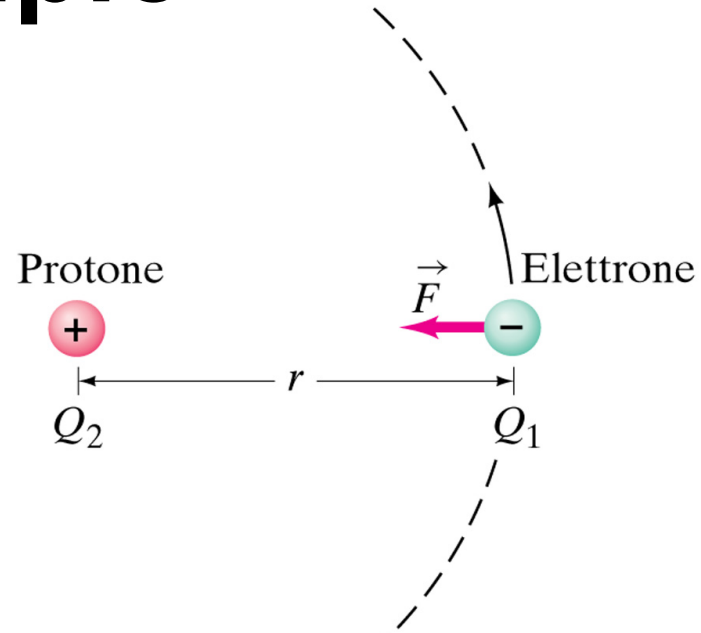
$$m_p=1840 m_e$$

$$G=6.66 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$$

$$F_N=6.66 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2 \cdot 1840 \cdot (9 \cdot 10^{-31})^2 / (0.53 \cdot 10^{-10})^2$$

$$F_N=6.66 \cdot 1.84 \cdot 81 / 0.53^2 \cdot 10^{-11} \cdot 10^3 \cdot 10^{-62} / 10^{-20} \text{ N}$$

$$F_N=3533 \cdot 10^{-50} \text{ N} = 3.5 \cdot 10^{-47}$$



$$F_C/F_N=10^{40}$$

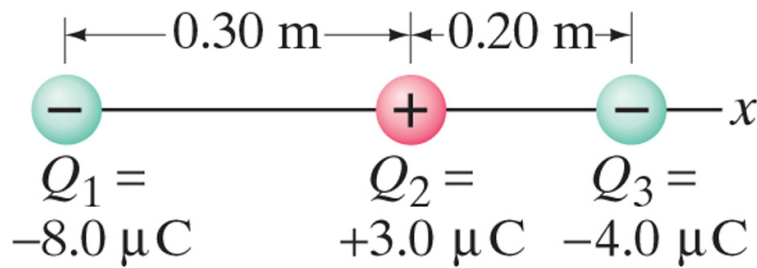
Forza tra due protoni

Due protoni all'interno del nucleo di un atomo di ferro (raggio $4 \cdot 10^{-15} \text{m}$, contenente 26 protoni) sono separati da una distanza di $4 \cdot 10^{-15} \text{m}$. Qual è la forza elettrostatica di repulsione tra i due protoni?

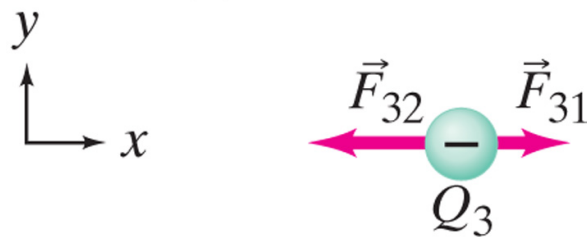
$$\begin{aligned} F &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2} = \\ &= \frac{(9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2)(1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C})^2}{(4.0 \cdot 10^{-15} \text{ m})^2} = 14 \text{ N} \end{aligned}$$

Principio di Sovrapposizione

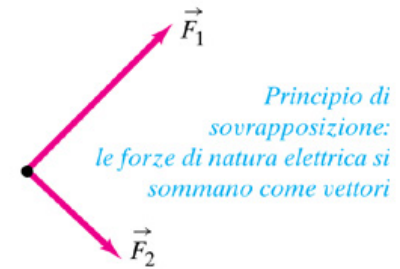
Il campo elettrico è un vettore. In ogni punto dello spazio il campo elettrico totale è dato dalla sovrapposizione dei campi elettrici generati da ciascuna singola carica (distribuzioni di carica).



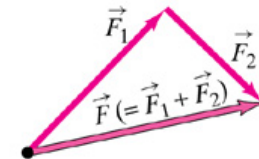
(a)



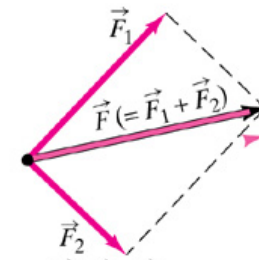
(b)



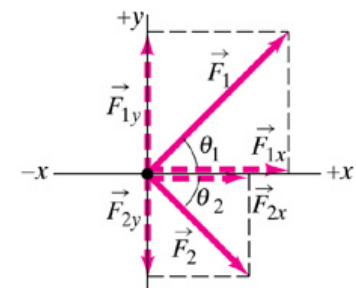
(a) Due forze agenti su un oggetto.



(b) La forza totale, o risultante, è $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, secondo il metodo coda-punta di addizione dei vettori.

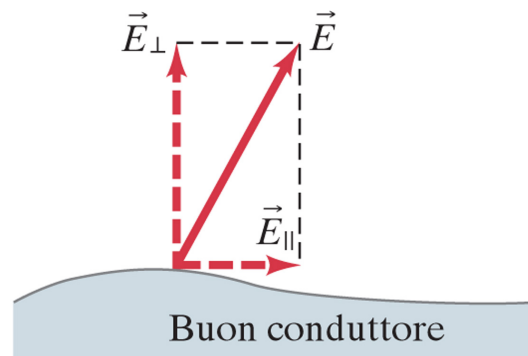


(c) $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, secondo il metodo del parallelogramma.

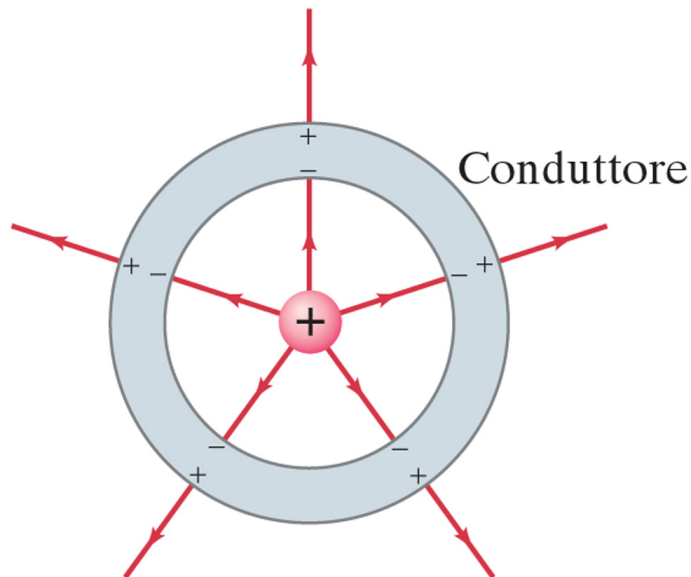


(d) \vec{F}_1 e \vec{F}_2 scomposti nelle loro componenti...

Campo e conduttori



Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana



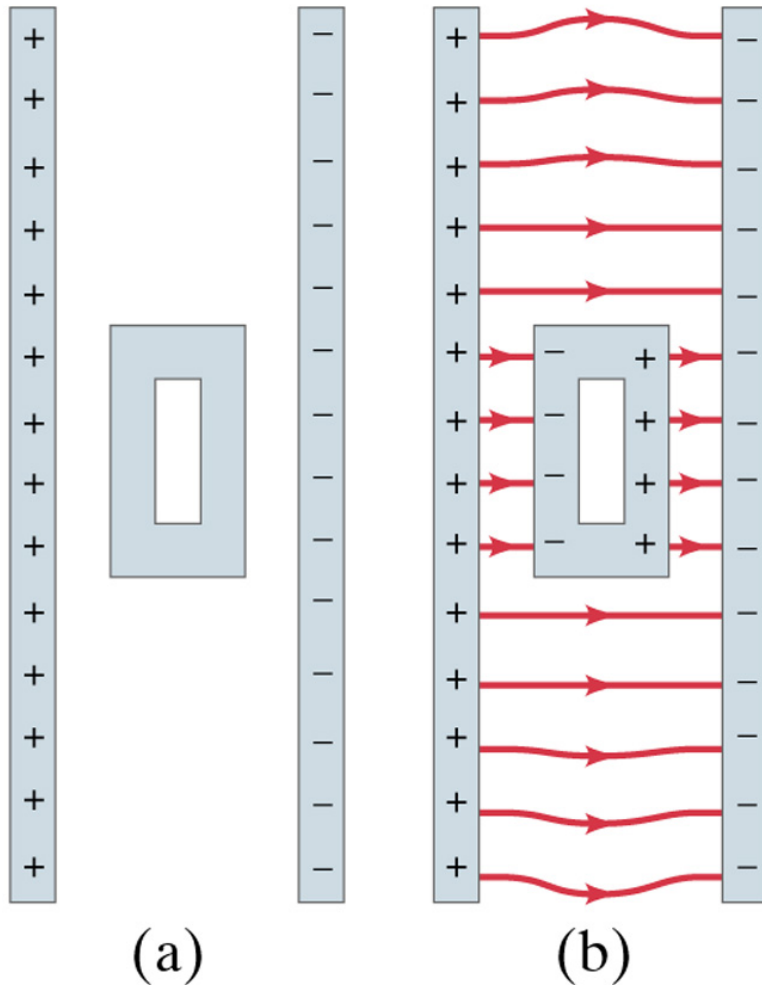
Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana

Nei conduttori in **equilibrio** il campo elettrico interno è nullo, altrimenti si creerebbe una corrente di cariche (che sono libere di muoversi) sino a che queste non trovano una posizione di equilibrio.

Sulla superficie di un conduttore il campo elettrico è perpendicolare alla superficie, sempre per lo stesso motivo, e le cariche sono distribuite sulla sua superficie.

Le cariche in un conduttore si distribuiscono sulle superfici in maniera da annullare il campo elettrico interno!

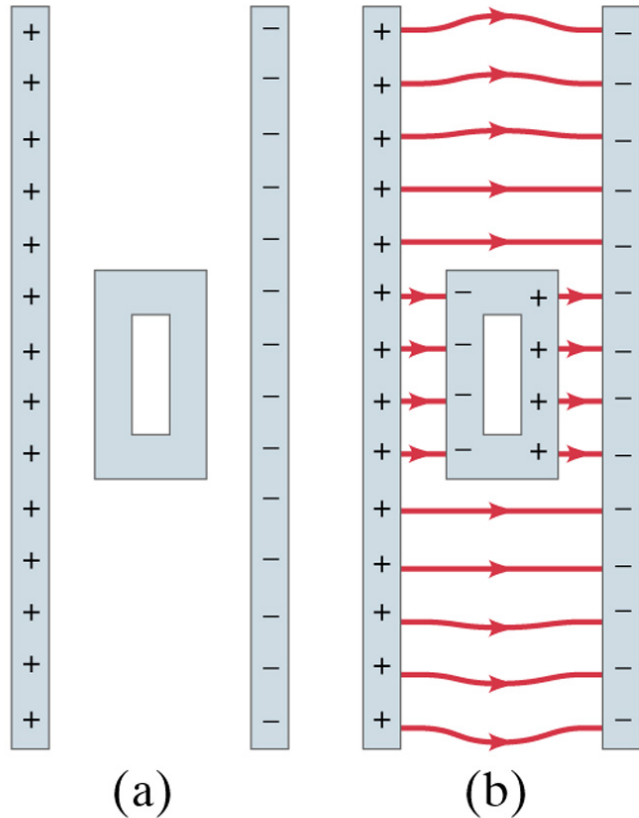
Schermature



Se mettiamo una scatola metallica **piena** in un campo elettrico, le cariche si distribuiscono alla superficie in maniera da annullare il campo elettrico interno.

Poiché tutta l'azione elettrica si esplica solamente alla superficie, anche se la scatola è cava al suo interno il campo elettrico è nullo sia dentro il conduttore che dentro la cavità all'interno del conduttore. (La dimostrazione sarà più chiara applicando il teorema di Gauss!!!)

Gabbia Faraday



Fisica



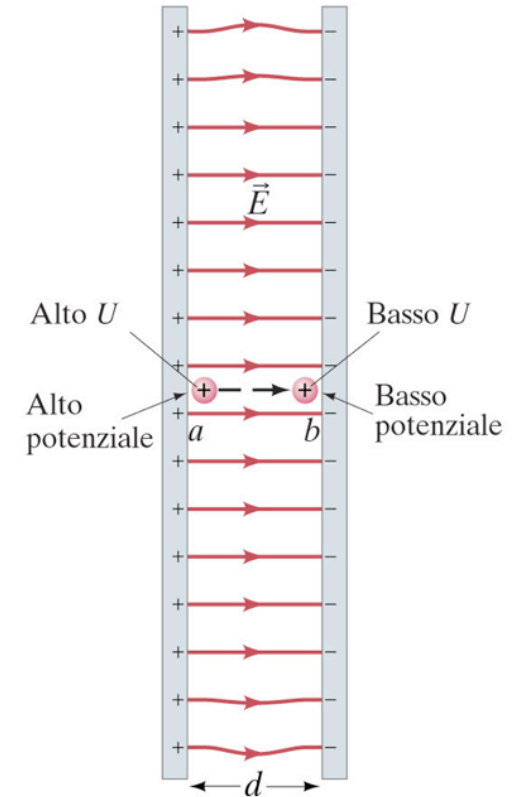
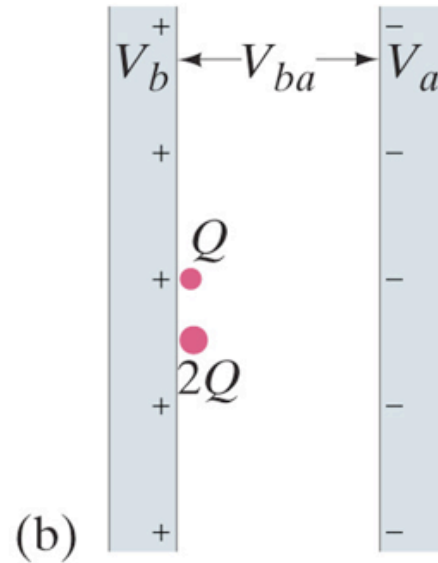
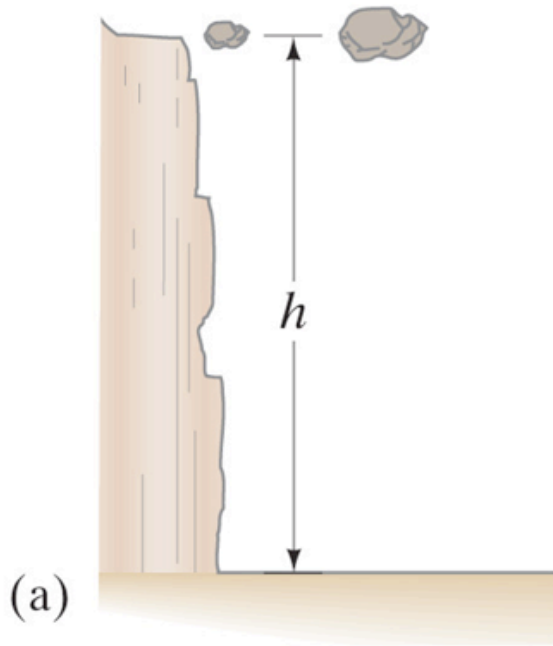
Questo è il principio per la schermatura degli apparecchi elettrici, le azioni esterne a una cavità non agiscono all'interno della cavità, benché le forze siano molto grandi (fulmini e parafulmini).

La Gabbia di Faraday protegge l'interno della scatola da qualsiasi perturbazione elettrica esterna!

La macchina ci protegge dai temporali (anche l'aereo)!

Lezione (6) del 22/01/2018

Potenziale



$$\Delta V_{AB} = V_B - V_A = -\frac{L_{AB}}{q}$$

ATTENZIONE: Energia potenziale = Potenziale*carica

Spontaneità

Spontaneamente una carica (positiva) segue la direzione del campo elettrico, $L_{AB} > 0$ e pertanto $\Delta V < 0$, e quindi la differenza di potenziale su un percorso “spontaneo” è sempre negativa, cioè si muove da regioni a potenziale maggiore verso regioni a potenziale minore:

$$\Delta V_{AB} = V_B - V_A = -\frac{L_{AB}}{q}$$

$$L_{AB} = \vec{F} \cdot \vec{S}$$

$$L_{AB} > 0 \Rightarrow V_B < V_A$$

Potenziale ed energia potenziale

Il **potenziale** si misura nel SI in Joule/Coulomb=**Volt**

Tra due punti esiste una differenza di potenziale di 1 Volt se per ogni Coulomb di carica che si sposta si fa un lavoro di 1 J: Volt=1J/1C

$$\Delta V_{AB} = V_B - V_A = -\frac{L_{AB}}{q}$$

Il potenziale è il lavoro per carica unitaria, se vogliamo trovare l'**energia potenziale** dobbiamo moltiplicare per la carica che si sposta:

$$q(V_B - V_A) = -L_{AB}$$

$$U_B - U_A = -L_{AB}$$

L'**elettronvolt** (eV) è l'**energia potenziale** che un elettrone acquista muovendosi tra due punti la cui differenza di potenziale è di 1 Volt

$$1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot \text{V} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Conservazione energia

Così come trovato per la meccanica anche in elettrostatica possiamo definire un principio di conservazione dell'energia:

$$q(V_B - V_A) = -L_{AB}$$

$$L_{AB} = \Delta K = K_B - K_A$$

$$q(V_B - V_A) = K_A - K_B$$

$$U_B - U_A = K_A - K_B$$

$$U_A + K_A = U_B + K_B$$

Potenziale e campo elettrico

Se consideriamo la differenza di energia potenziale tra due punti, quando ci muoviamo lungo la direzione delle linee di campo

$$q \cdot \Delta V_{AB} = -L_{AB} = -F \cdot \Delta r = -Eq\Delta r$$

La relazione tra E e ΔV risulta essere:

$$E = -\frac{\Delta V}{\Delta r} = -\frac{dV}{dr}$$

Il campo elettrico si misura in Volt/metro.

Avere un campo elettrico (una forza) significa avere il potenziale che varia spostandosi da un punto a un altro. Ovvero avere una differenza di potenziale (lavoro) significa che c'è una forza. Differenza di potenziale o campo elettrico, due concetti equivalenti!! Vedremo che usare l'uno o l'altro è solo un problema di convenienza.

Potenziale e conduttori

In un conduttore in equilibrio il potenziale è COSTANTE!

Se conosco il potenziale in un punto del conduttore A posso calcolare il potenziale in qualsiasi altro punto B calcolando la differenza di potenziale tra quei due punti:

$$V(B)=V(A)+\Delta V_{AB}=V(A)-L_{AB}/q$$

$$L_{AB} = 0$$

Perché in un conduttore in equilibrio il campo elettrico è zero!!!

$$V(B)=V(A)=\text{costante}$$

Capacità di un conduttore

Nella pratica si preferisce utilizzare la nozione di potenziale di un conduttore anziché quella di campo elettrico generato da un conduttore. Anche perché il potenziale di un conduttore è costante all'equilibrio.

Per poter avere un conduttore con un dato potenziale bisogna fornirgli una carica. In fisica si chiama capacità di un conduttore il rapporto tra la carica che gli forniamo e il potenziale a cui arriva:

$$C = \frac{Q}{V}$$

e si misura in Farad. Un conduttore ha la capacità di un Farad se con una carica di 1 Coulomb arriva ad avere un potenziale di 1 Volt

$$1 \text{ Farad} = 1 \text{ C} / 1 \text{ V}$$

Capacità di una sfera

Se abbiamo una sfera uniformemente carica, la sua capacità è:

$$C = \frac{Q}{V} = 4\pi\epsilon_0\epsilon_r r$$

Ovvero la capacità dipende dalla **geometria del sistema**, il raggio della sfera, e dalla **costante dielettrica del mezzo**. Maggiore la costante dielettrica maggiore la capacità, perché a parità di carica il potenziale è più piccolo.

Capacità condensatore

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{Ed} = \frac{S\epsilon_0\epsilon_r}{d}$$

Anche qui abbiamo una dipendenza dalla **geometria del sistema** e dalla **costante dielettrica del mezzo**.

Significato capacità

La capacità di un conduttore esprime la sua “capacità” ad accumulare cariche senza arrivare ad alti potenziali.

$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon_r r$$

Mentre per ottenere alti campi elettrici bisogna considerare sfere di piccolo raggio (potere delle punte), per ottenere alte capacità bisogna considerare oggetti con raggi molto grandi.

Come esercizio calcoliamo la capacità della terra.

$$R = 6378 \text{ km}$$

$$C = 6.378 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 3.14 \cdot 8.86 \cdot 10^{-12} \text{ Farad} = 710 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 0.71 \text{ mF}$$

Nonostante il raggio della terra sia grande la capacità è piccola, il Farad è un'unità molto grande per la capacità.

Movimento cariche

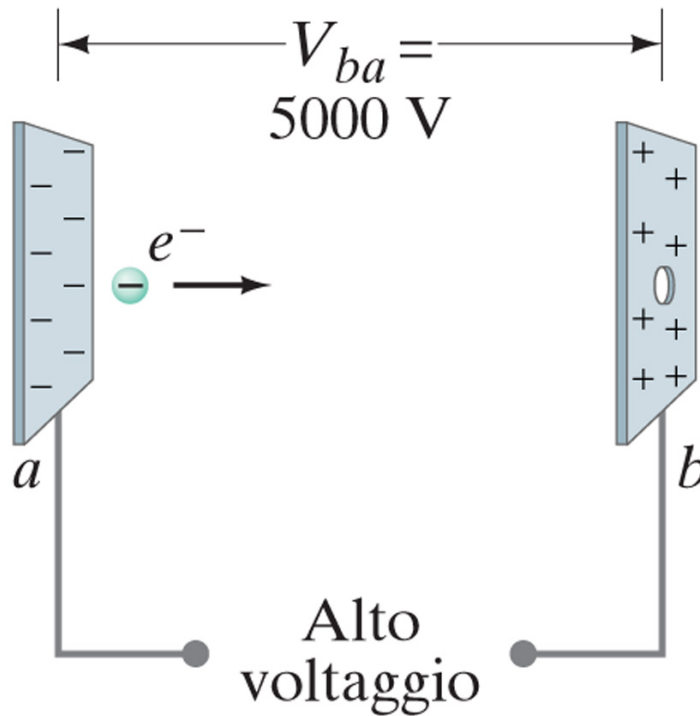
Sarà capitato a tutti di sentire una piccola scossa quando ci si stringe la mano. Cosa è successo? C'è stato un passaggio di cariche.

I campi elettrici fanno muovere le cariche sinché non si stabilisce una situazione di equilibrio. Dopo aver sentito la scossa non accade più nulla dal punto di vista elettrico.

Le cariche si muovono tra conduttori se i conduttori hanno una differenza di potenziale. Le due persone si trovavano a un potenziale diverso e venendo in contatto si è ristabilito un nuovo equilibrio tra due conduttori, con un passaggio **TEMPORANEO** di cariche che ha ristabilito l'equilibrio.

Come si fa ad ottenere un passaggio continuo di cariche? Occorre mantenere i sistemi fuori dall'equilibrio permanentemente, ovvero a potenziale diverso senza che il passaggio di cariche ristabilisca l'equilibrio.

Movimento cariche



Le cariche quindi si muovono da potenziali più alti a potenziali più bassi, così come il sasso che cade da un'altezza h !

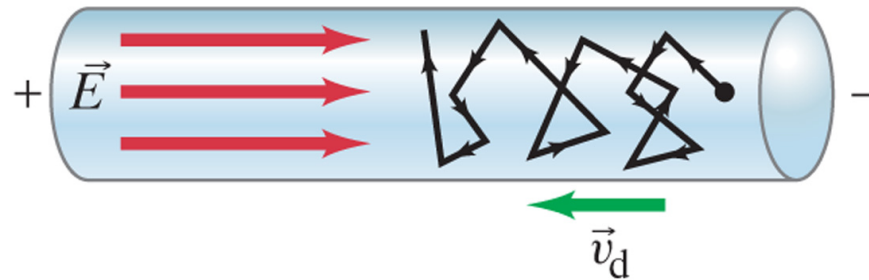
Il movimento di cariche è dovuto a una differenza di potenziale tra due punti, come in figura le placche cariche.

Cosa succede quando una carica libera passa da un potenziale maggiore a uno minore?

Acquista energia cinetica!!!

In figura l'elettrone acquisterà 5000 eV di energia cinetica passando da una piastra all'altra!!!

Movimento cariche

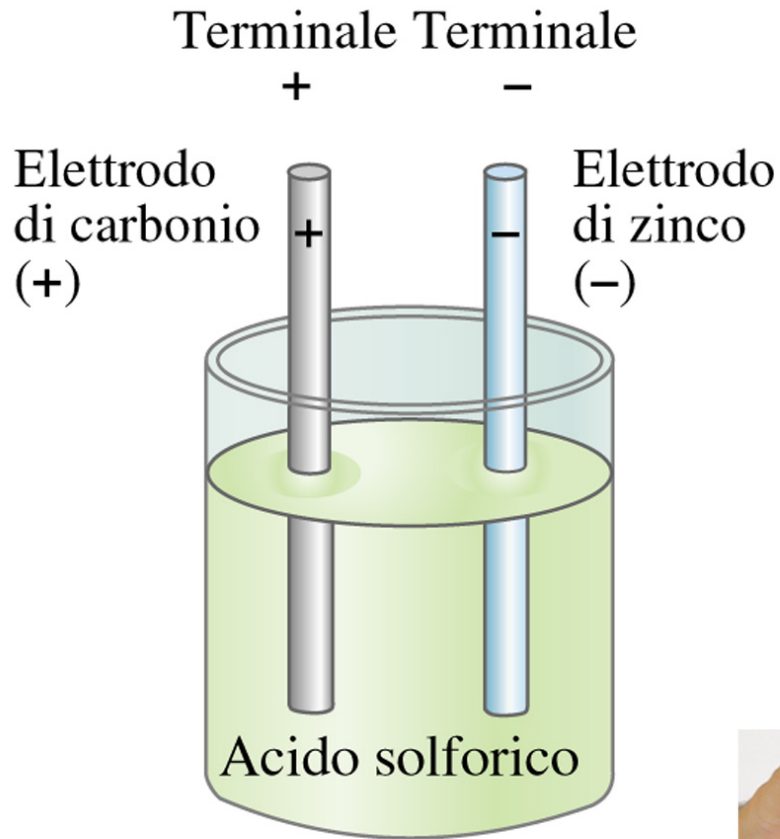


Cosa succede invece alle cariche all'interno dei conduttori sotto l'azione di una differenza di potenziale? Per gli urti con le altre particelle (il reticolo) non possono accelerare. L'energia viene persa per attrito, ovvero si crea calore.

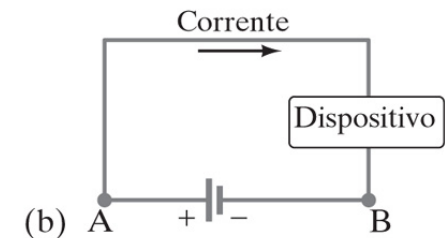
La stessa cosa succede in soluzione, gli ioni si muovono e incontrano la resistenza del fluido. In questo caso però i portatori di carica sono sia positivi che negativi.

Le differenze di potenziale vengono equilibrate dal movimento delle cariche, il movimento è però temporaneo, il tempo di ristabilire l'equilibrio!!!

Correnti



Se costruiamo un elemento che mantiene una differenza di potenziale tra due punti **permanente** (pila) e uniamo questi punti con un materiale conduttore (ricco di elettroni liberi), questi si muovono da un punto a un altro sinché **permane** la differenza di potenziale



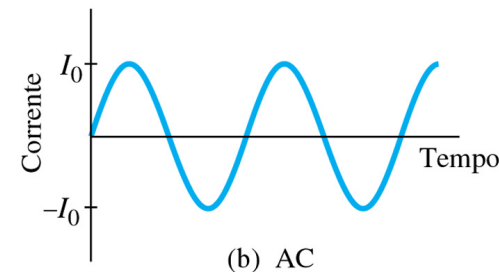
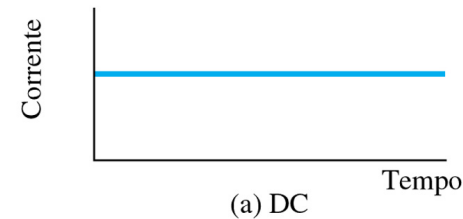
Corrente

L'intensità di corrente elettrica è definita come la carica che passa attraverso un conduttore nell'unità di tempo:

$$I = \Delta Q / \Delta t$$

Unità corrente Ampère = 1C/1s

Se la corrente è costante nel tempo si parla di corrente continua o circuito in **corrente continua** (cc), altrimenti se varia con continuità nel tempo si parla di **corrente alternata** (ca). Nelle case abbiamo correnti alternate, nei piccoli apparecchi elettronici (telefoni, computer) cc.



Fisica

Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana

Flusso

Si può anche parlare di flusso di corrente attraverso una superficie S :

$$J = \frac{i}{S}$$

Sperimentalmente si è verificato che il flusso di corrente dipende dal campo elettrico applicato secondo la seguente legge proporzionale:

$$J = \sigma E$$

Dove σ rappresenta la conducibilità del materiale e dipende dalla sua natura e dalla temperatura.

Da questa relazione si possono ricavare le leggi di Ohm.

Ohm

Si consideri il conduttore in figura di lunghezza l e sezione S . Se ai suoi capi applichiamo una differenza di potenziale $V_A - V_B = El$, dove E rappresenta la forza media applicata, e usiamo la definizione di flusso $j = i/S$ possiamo scrivere:

$$J = \sigma E$$

$$\frac{i}{S} = \sigma \frac{V_A - V_B}{l}$$

$$\Delta V = \frac{1}{\sigma} \frac{l}{S} i = \rho \frac{l}{S} i$$

Dove abbiamo indicato con ρ la resistività del materiale.

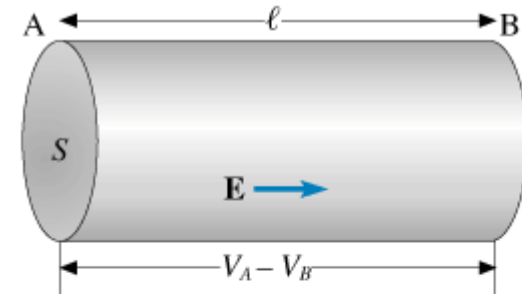


Figura 12.18

Tra le estremità del conduttore è applicata una differenza di potenziale $V_A - V_B$. Nel caso $V_A > V_B$ il campo elettrico, per la definizione di gradiente, è diretto da A verso B e nella stessa direzione si muovono le cariche elettriche *positive*.

Se indichiamo con R la resistenza del conduttore abbiamo:

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{\Delta V}{i}$$

Ohm

$J = \sigma E$ Legge di Ohm generalizzata

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

Legge di Ohm

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

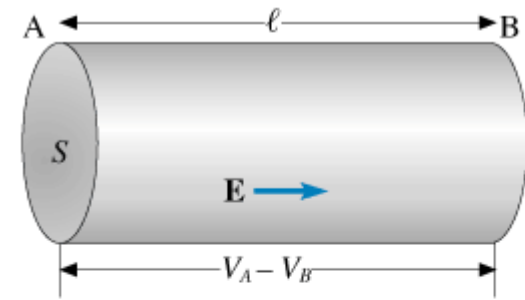
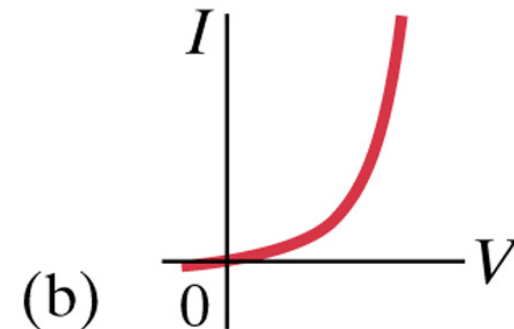
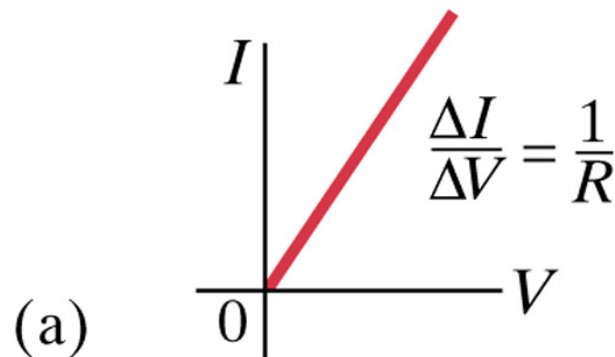


Figura 12.18

Tra le estremità del conduttore è applicata una differenza di potenziale $V_A - V_B$. Nel caso $V_A > V_B$ il campo elettrico, per la definizione di gradiente, è diretto da A verso B e nella stessa direzione si muovono le cariche elettriche *positive*.

I conduttori in cui la resistenza è costante al variare della differenza di potenziale, grafico a sinistra, sono detti conduttori ohmici!



Fem e circuiti in cc

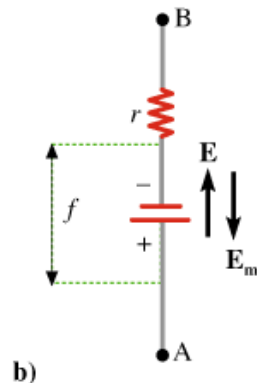
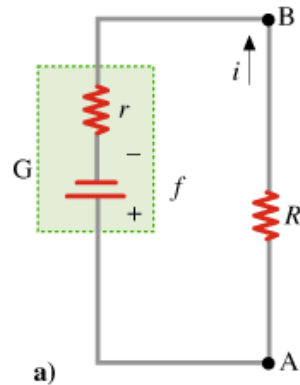


Figura 12.21

(a) Schema di un generatore G . Esso fornisce una forza elettromotrice (f.e.m.) e possiede una propria resistenza interna, indicata con r . (b) A circuito aperto si stabilisce uno stato di equilibrio fra il campo elettrico \mathbf{E} e il campo delle forze \mathbf{E}_m agenti nel generatore, che tendono a mantenere separate le cariche di segno opposto. Il lavoro, per unità di carica, delle forze \mathbf{E}_m nel generatore è uguale alla forza elettromotrice f .

La pila non è altro che un elemento attivo del circuito che attraverso meccanismi chimici mantiene le cariche separate così da avere una differenza di potenziale costante.

Naturalmente anche al suo interno ci sono delle dispersioni per attrito. Quando circola corrente la forza elettromotrice **fem** del circuito sarà diminuita dalla caduta di potenziale dovuta alla resistenza interna r . Detta $V_A - V_B$ la ΔV ai capi di R :

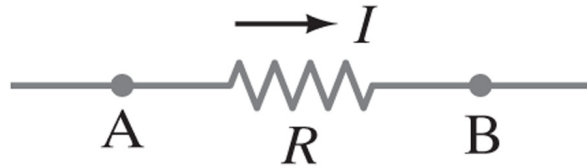
$$V_A - V_B = fem - ri = Ri$$

$$fem = (R + r)i$$

Più la pila è buona e minore è la resistenza interna, ovvero più ΔV è vicina a fem!!

Resistenze

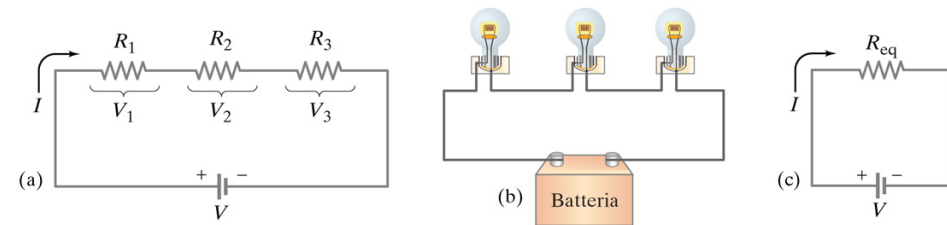
La resistenza al passaggio della corrente di un circuito è definita come il rapporto tra il potenziale applicato e la corrente ottenuta



$$R = \Delta V / I$$

come già definito nei fluidi

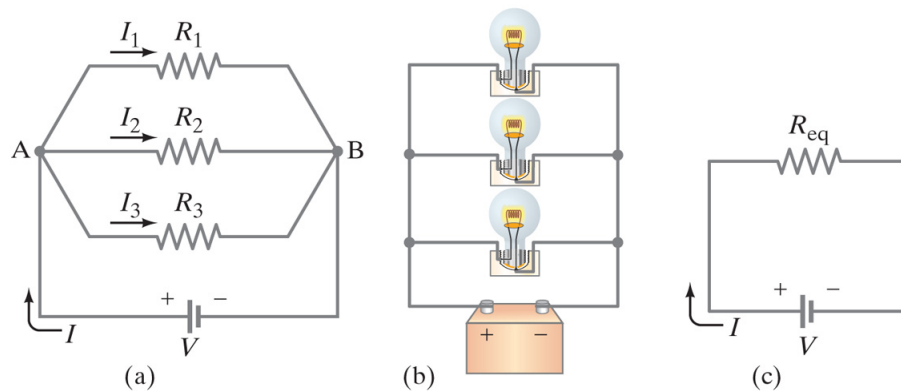
Unità Ohm = 1V/1A



Resistenze in serie

$$R_S = R_1 + R_2 + R_3$$

Corrente i uguale e ddp = somma delle cadute di potenziale

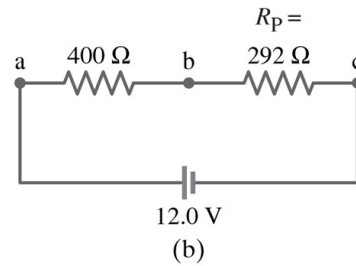
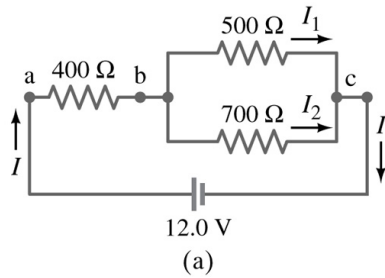


Resistenze in parallelo

$$1/R_P = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

La corrente è la somma delle singole correnti e la caduta di potenziale è uguale

Esempi



$$R_S = 400 + R_P$$

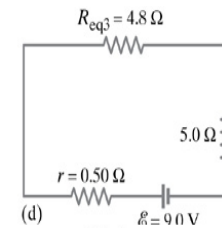
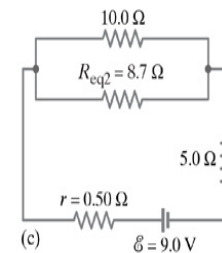
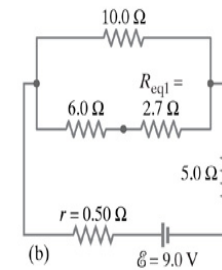
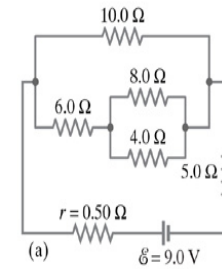
$$1/R_P = 1/500 + 1/700$$

$$R_P = 500 * 700 / (500 + 700) = 292$$

$$R_S = 400 + 292$$

$$R_S = 692 \text{ Ohm}$$

$$I = V/R = 12 \text{ Volt} / 692 \text{ Ohm} = 0.017 \text{ A}$$

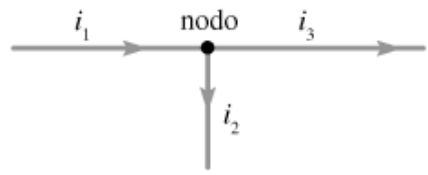


Fisica

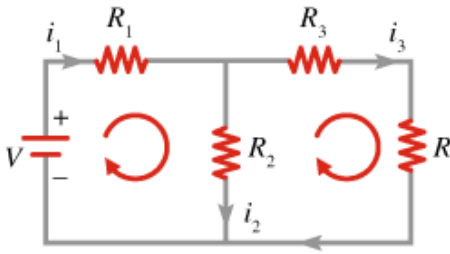
Leggi di Kirchhoff

La soluzione dei circuiti elettrici si ottiene con l'uso dei due principi di Kirchhoff. Il primo è essenzialmente una **legge di conservazione delle cariche**, mentre il secondo esprime la **conservazione dell'energia**.

I Principio di Kirchhoff



II Principio di Kirchhoff



I Principio di Kirchhoff
La somma algebrica delle intensità di corrente in un nodo è uguale a zero:
 $i_1 - i_2 - i_3 = 0$.

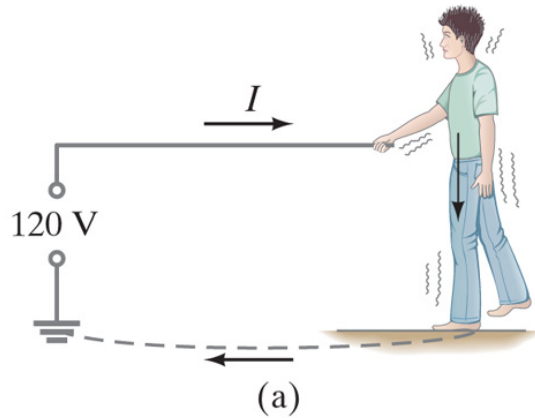
II Principio di Kirchhoff
In ciascuna maglia la somma algebrica delle cadute di potenziale nelle resistenze è uguale alla d.d.p. del generatore, se è presente, oppure a zero se nella maglia non vi è generatore:

$$\begin{cases} i_1 R_1 + i_2 R_2 = V \\ i_3 R_3 + i_4 R_4 - i_2 R_2 = 0 \end{cases}$$

(fissato un verso convenzionale di circolazione della corrente e ricordando che la d.d.p. dell'eventuale generatore è da intendersi positiva se la corrente ha verso dal polo negativo al polo positivo).

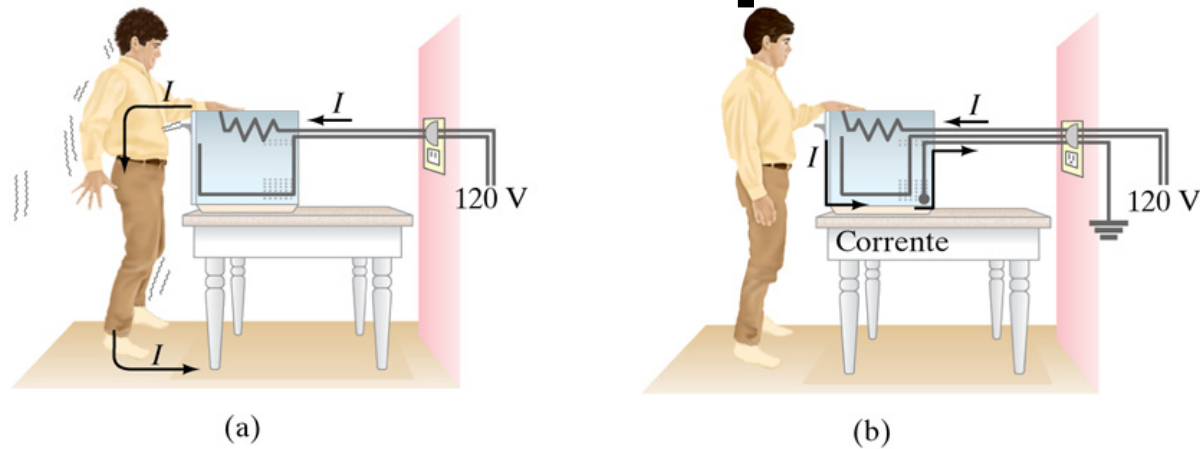
Esempi

La terra è un conduttore, ha una carica elettrica negativa e quindi genera un campo elettrico e avrà un potenziale. Di solito gli apparecchi elettrici hanno un potenziale maggiore rispetto alla terra. Anche noi siamo dei buoni conduttori.



Se siamo a piedi nudi (e bagnati) e tocchiamo un generatore, possiamo creare con la terra un circuito ed essere attraversati da correnti che se grandi provocano gravi danni o la morte (corto circuito del cuore, che è una pompa elettrica). Esistono delle scarpe apposite (anti-infortunistiche) che nel caso della figura (a) non permettono il passaggio della corrente, ovvero ci isolano dal terreno.

Esempi



Perché negli apparecchi elettrici abbiamo tre cavi? Uno è quello che porta la tensione, il secondo è detto neutro e rappresenta il potenziale zero (una specie di messa a terra, che però va al contatore Enel), il terzo è una connessione diretta a terra, senza bisogno di passare per il contatore. In caso di malfunzionamento di un apparecchio questo cavo porta le correnti a terra senza passare attraverso la persona che sta usando l'elettrodomestico! Circuito alternativo che va a terra! Nel contatore esiste anche un meccanismo di salvavita: se la corrente cambia repentinamente (resistenza bassa), perché l'apparecchio scarica su di noi la corrente, il contatore smette di funzionare.

Effetto termico corrente

Poiché le cariche all'interno dei conduttori e sotto l'effetto di una differenza di potenziale non accelerano, perdono la loro energia potenziale sotto forma di calore. Il lavoro perso da una carica q vale:

$$L = q\Delta V = i\Delta V\Delta t$$

ovvero la potenza dissipata vale

$$W = \frac{L}{\Delta t} = i\Delta V$$

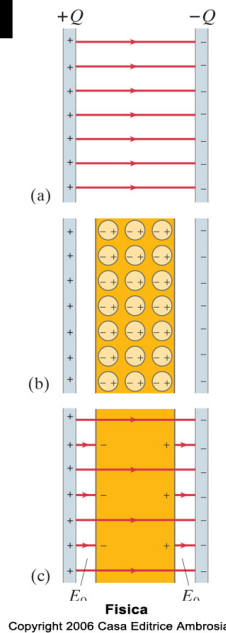
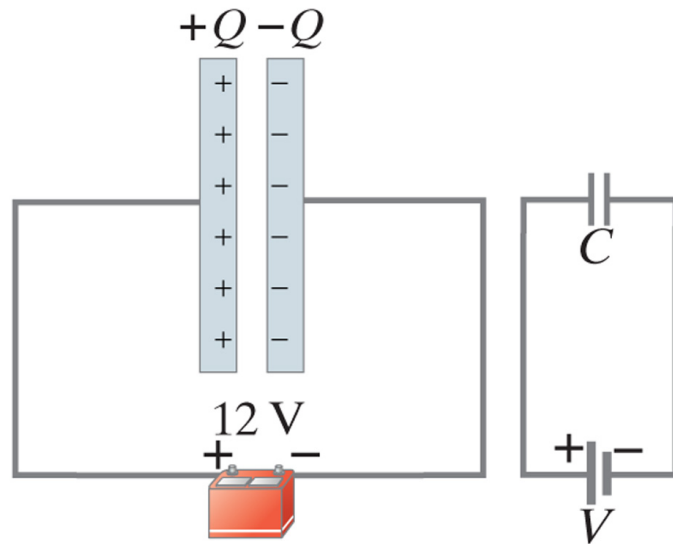
$$W = \frac{\Delta V^2}{R} = i^2 R$$

Il calore prodotto da un circuito vale quindi:

$$Q(j) = W\Delta t = \frac{\Delta V^2}{R}\Delta t = i^2 R\Delta t = i\Delta V\Delta t$$

$$Q(cal) = \frac{W\Delta t}{4.18}$$

Condensatori



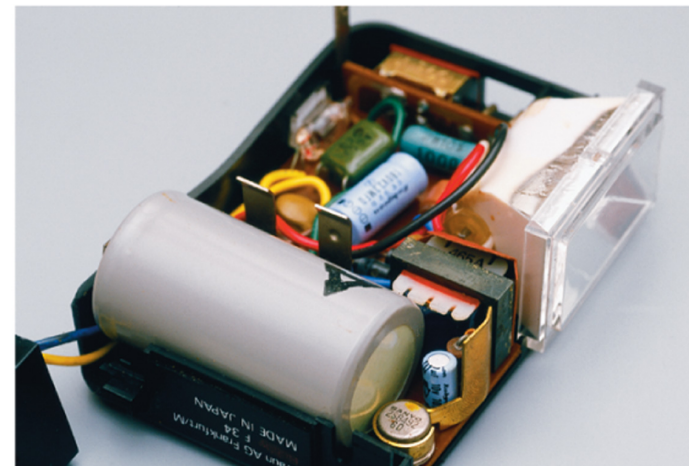
I condensatori sono delle placche metalliche collegate a un generatore. Le cariche che si depositano per il passaggio di corrente rimangono sulle placche perché l'aria che separa le placche non permette alle cariche di spostarsi da una parte all'altra (aria isolante. È sempre vero?). Sono da intendersi come dei serbatoi di cariche in un circuito. Se però la carica aumenta molto, il potenziale aumenta e le cariche sfuggono generando una corrente molto intensa tra una placca e l'altra (cortocircuito). Quali apparati funzionano con questo principio?

Condensatori

Nel flash delle macchine fotografiche la corrente di cortocircuito genera una luce molto intensa. Nel defibrillatore la corrente di cortocircuito dovrebbe rimettere in moto il cuore attraverso uno shock elettrico, nel pacemaker alimenta il cuore.



Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana



Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana