

FISICA

ElettroMagnetismo

LA CARICA ELETTRICA
E LA LEGGE DI COULOMB

Autore: prof. *Pappalardo Vincenzo*

docente di **Matematica e Fisica**



CORPI ELETTRIZZATI E LORO INTERAZIONI

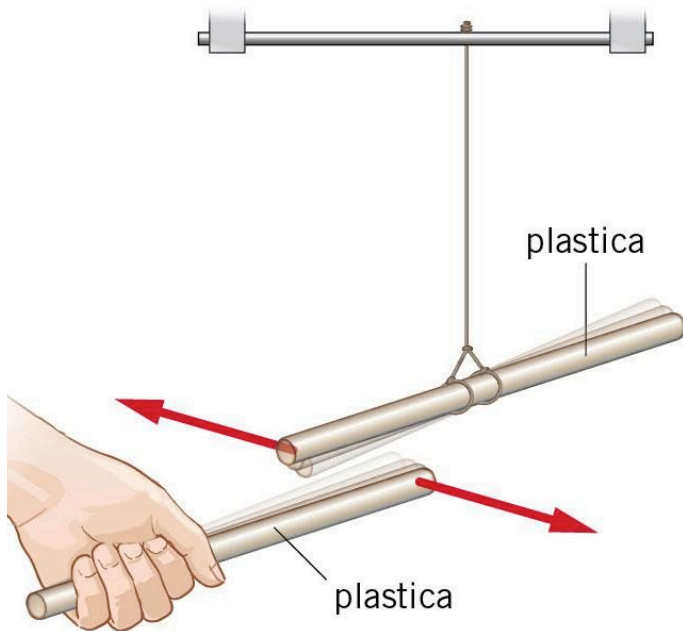
Talvolta, in una giornata secca, pettinandoci i capelli asciutti oppure sfilandoci un golf di lana, avvertiamo un leggero crepitio; oppure la leggera scossa che a volte, dopo aver fermato l'automobile e messo i piedi a terra, sentiamo toccando con una mano la maniglia esterna della portiera, sono una conseguenza dell'elettrizzazione che si produce nei corpi durante lo strofinio.

Un corpo che ha acquisito la capacità di attirare oggetti leggeri è detto **elettrizzato**

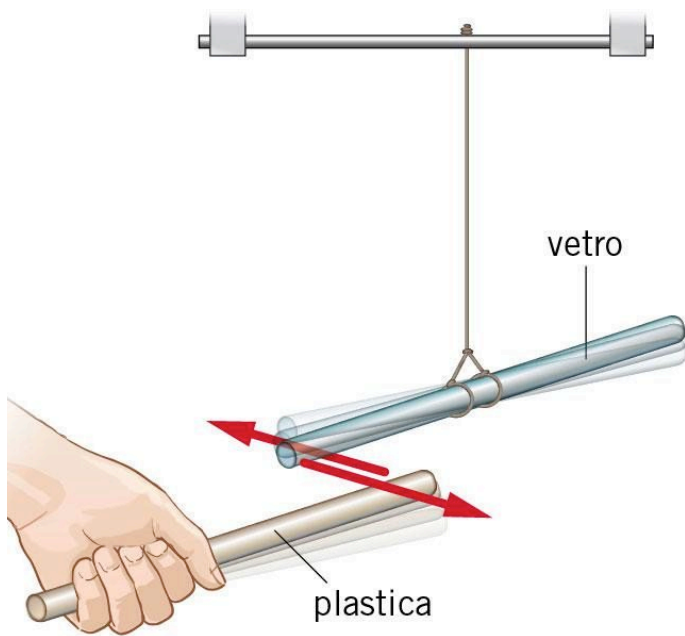


L'elettrizzazione per strofinio avviene in diversi tipi di oggetti, come l'ambra (elettricità deriva dal greco elektron che significa "ambra"), il vetro, l'ebanite, il polietilene, il plexiglas, ecc.

Analizziamo, adesso, il comportamento di corpi elettrizzati per strofinio.



Due bacchette di
plastica elettrizzate per
strofinio si respingono
reciprocamente.



Due bacchette, una di vetro
e l'altra di plastica,
elettrizzate per strofinio si
attraggono reciprocamente.

In generale: Due oggetti elettrizzati possono attrarsi o respingersi. Ci sono materiali che si comportano come la plastica e altri come il vetro.

Questi corpi che *si elettrizzano per strofinio*, li
descriviamo attribuendo al loro stato una carica elettrica.

In particolare, l'esperimento descritto dimostra che *esistono due tipi diversi di elettricità*: quella acquistata dal vetro strofinato e dagli altri corpi che si comportano come il vetro, e quella acquistata dalla plastica e dagli altri corpi che si comportano come la plastica.

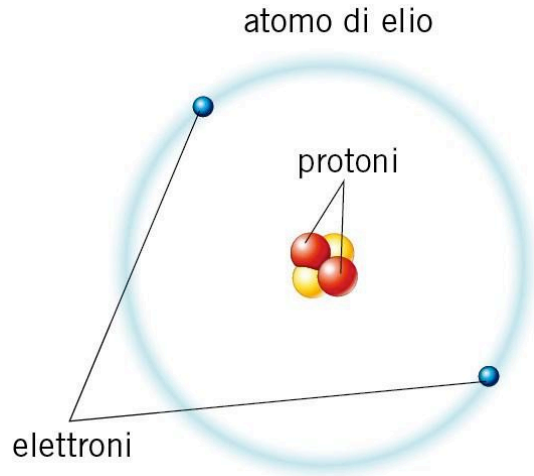
I primi possiedono una carica elettrica *positiva* e i secondi una carica elettrica *negativa* (convenzione dovuta a **Franklin 1706-1790**)

Possiamo allora affermare:

Ipotesi di Franklin

Due cariche elettriche dello stesso segno, siano esse positive o negative, si respingono, mentre due cariche elettriche di segno opposto si attraggono.

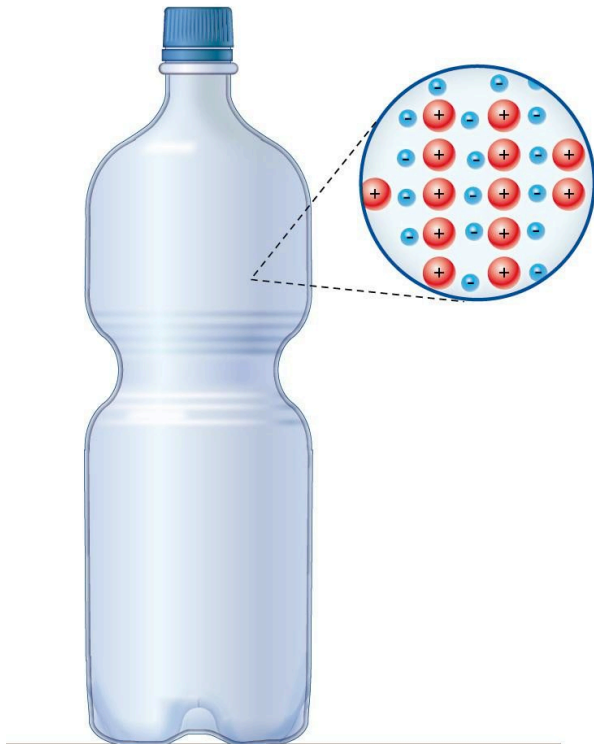
Spiegazione dell'elettrizzazione



Con la scoperta dell'elettrone nel 1897 da parte di Thomson, si comprese che l'atomo contiene due tipi di particelle cariche: gli **elettroni** (carichi negativamente) e i **protoni** (carichi positivamente).

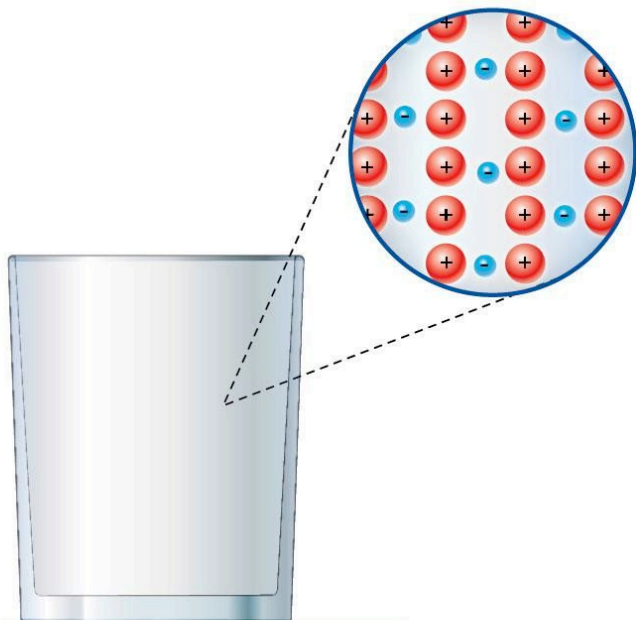
Ogni atomo, avendo lo stesso numero di elettroni e protoni, è neutro (carica elettrica totale nulla).

Qualsiasi fenomeno di elettrizzazione va interpretato come un'alterazione dell'equilibrio fra il numero delle cariche positive e quello delle cariche negative.



Quando si elettrizza per strofinio la bacchetta di plastica con un panno di lana, un certo numero di elettroni vengono strappati dal panno e passano nella plastica. La quantità di carica (negativa) acquistata dalla bacchetta è uguale e opposta in segno alla quantità di carica (positiva) prodotta sul panno.

Un corpo è negativo quando ha più elettroni
che protoni



Quando si elettrizza la bacchetta di vetro con un panno di seta, alcuni elettroni vengono strappati al vetro dalla seta. Sul vetro rimane un eccesso di carica positiva, mentre sulla seta si forma un uguale eccesso di carica negativa.

Un corpo è positivo quando ha meno elettroni
che protoni

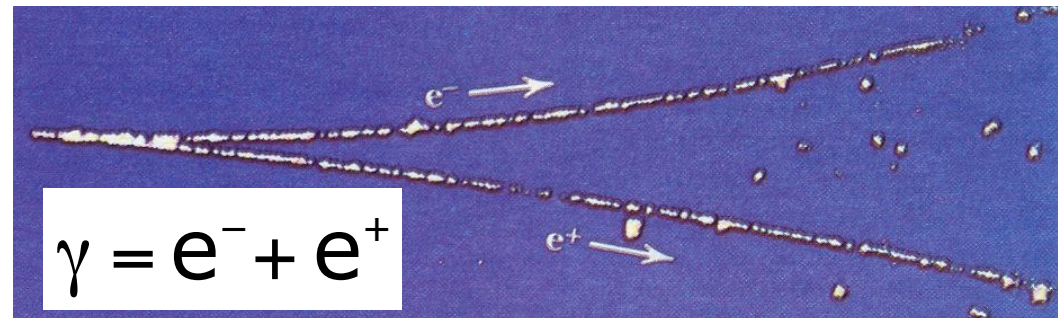
Durante i processi di elettrizzazione che abbiamo descritto, il cambiamento totale della quantità di carica risulta nullo (principio di conservazione di carattere generale, enunciato da Franklin nel 1750, che rappresenta una legge fondamentale della fisica):

Principio di conservazione della carica elettrica

La carica elettrica di un sistema chiuso, somma algebrica delle cariche positive e delle cariche negative, si mantiene costante nel tempo.

ESEMPIO

Un raggio gamma (neutro) si trasforma in un elettrone e in un positrone (elettrone positivo).



Gli esperimenti mostrano che la carica elettrica è discreta, ossia assume valori multipli di una certa carica elementare. Quindi una qualunque carica q che possa essere osservata e misurata direttamente può essere scritta nel seguente modo:

$$q = ne \quad n = \pm 1, \pm 2, \dots$$

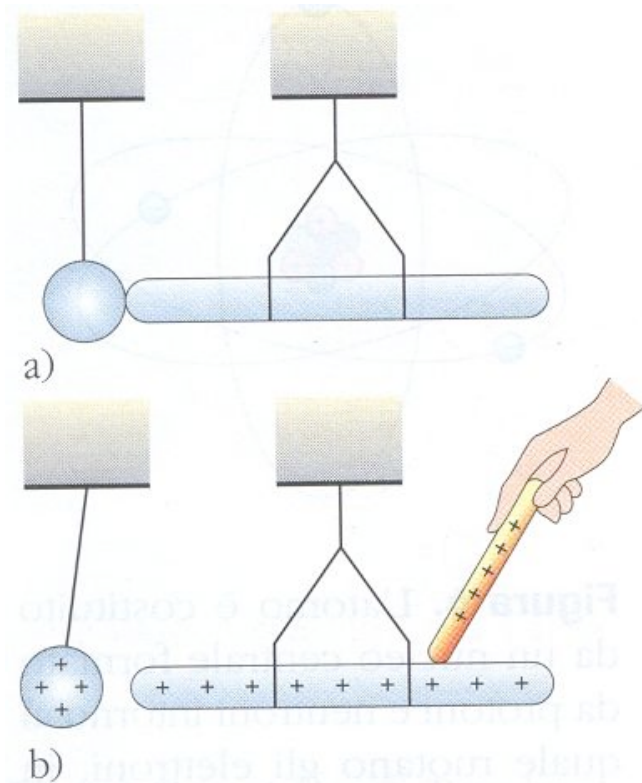
$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ carica elementare

La carica elementare è una delle costanti fondamentali della natura. L'elettrone e il protone hanno la stessa carica elementare anche se di segno opposto.

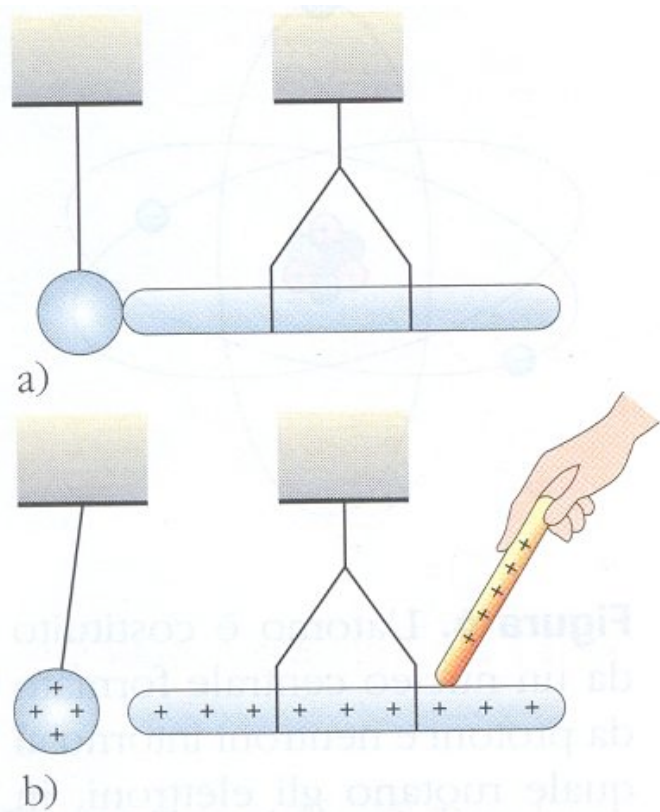
Quando una grandezza fisica, come la carica, assume solo valori discreti anziché variabili con continuità, si dice che la grandezza è **quantizzata**.

CONDUTTORI E ISOLANTI

I diversi materiali sono comunemente classificati, dal punto di vista del comportamento elettrico, come **conduttori** o **isolanti**.



Per mettere in evidenza le loro diverse proprietà serviamoci di un *pendolino elettrico*, formato da una pallina di materiale leggero (polistirolo espanso), rivestita con un foglio di stagnola e sospesa a un filo di cotone. Consideriamo una bacchetta metallica sospesa posta a contatto con la pallina (fig. a).



Portando a contatto della bacchetta metallica un secondo corpo metallico elettrizzato, si osserva che la pallina del pendolino viene respinta (fig. b). Durante il contatto la carica elettrica del corpo elettrizzato è in parte trasmessa alla bacchetta metallica e si propaga attraverso essa fino alla pallina del pendolino. Questa viene poi respinta dalla forza repulsiva esercitata dalla bacchetta.

Ripetendo l'esperimento con una bacchetta di plastica la pallina del pendolino resta ferma.

I metalli e la plastica hanno dunque un comportamento diverso: un eccesso di carica elettrica generato in un punto di un corpo metallico si propaga su tutto il corpo, mentre nella plastica l'elettrizzazione rimane e si localizzata nel punto in cui è prodotta.

Tutti i corpi che si comportano come i metalli sono detti **conduttori**, mentre quelli che si comportano come la plastica sono chiamati **isolanti o dielettrici**.

SPIEGAZIONE - Il diverso comportamento degli isolanti e dei conduttori si interpreta dal punto di vista microscopico con il fatto che negli isolanti gli elettroni sono legati ai nuclei degli atomi, mentre nei conduttori alcuni di essi hanno una certa libertà di movimento, nel senso che, soggetti a una forza elettrica, si spostano da un atomo all'altro attraverso il volume del conduttore. Questi elettroni sono chiamati *elettroni di conduzione*.



In realtà c'è una terza categoria di materiali, i [semiconduttori](#), che hanno proprietà intermedie. L'uso dei semiconduttori (silicio) è fondamentale in elettronica e informatica nella costruzione di transistor, hard disk, memorie, ecc.



Perché un cucchiaino di metallo non si elettrizza quando lo impugniamo con le mani nude?

In base alla spiegazione precedente, durante lo strofinio gli elettroni passano dal panno al cucchiaino, e quindi, arrivano a terra attraverso il nostro corpo che è un conduttore.

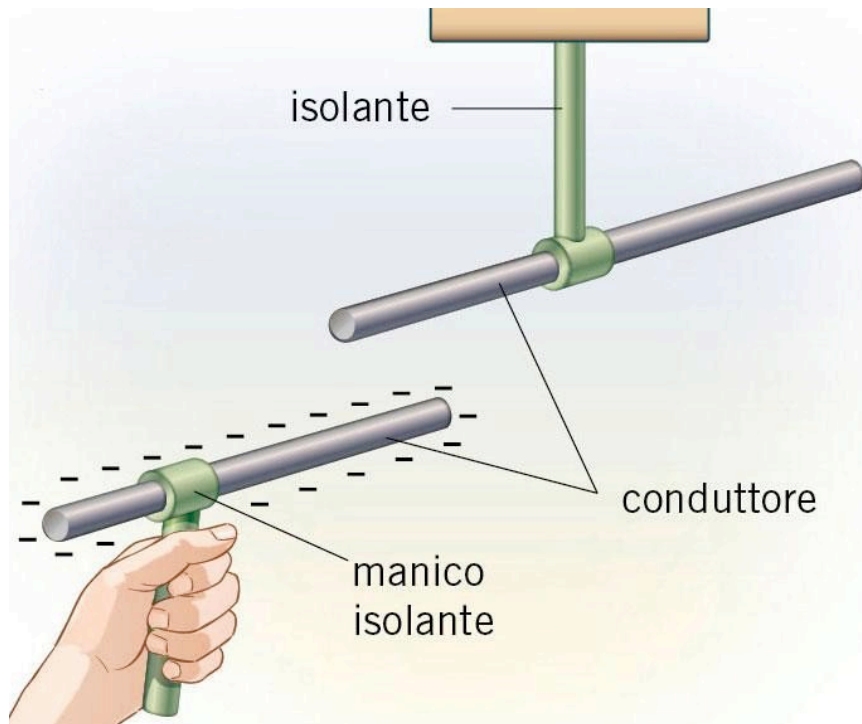
Usando guanti di plastica, gli elettroni si fermano nel cucchiaino perché sono bloccati dalla plastica che è un materiale isolante.



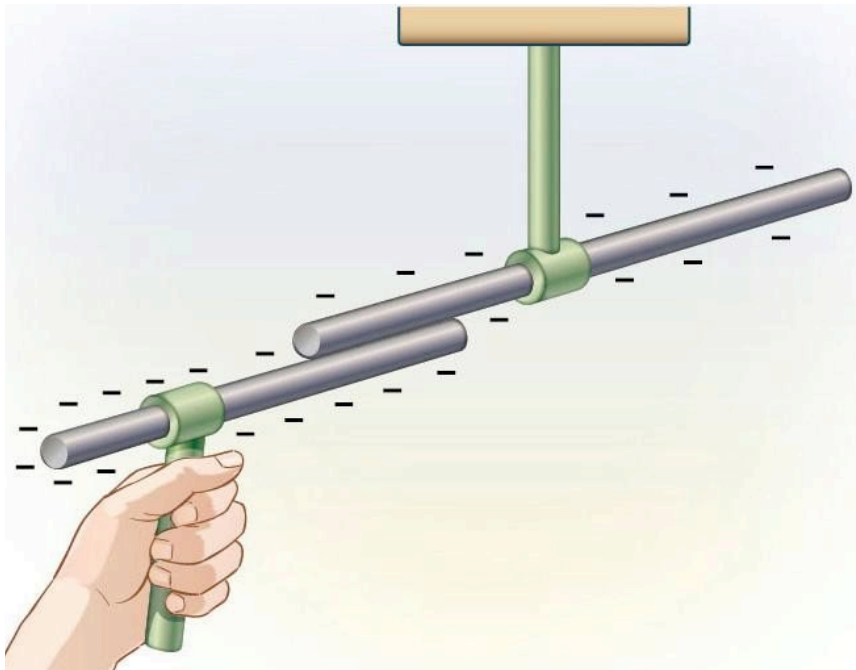
Nei cavi che trasportano l'energia elettrica, gli elettroni si muovono lungo il filo di metallo e non si scaricano a terra attraverso il traliccio grazie alla presenza degli [isolatori](#).

ELETTTRIZZAZIONE PER CONTATTO

Per scoprire le proprietà dei materiali conduttori ed isolanti nel paragrafo precedente, abbiamo utilizzato l'elettrizzazione per contatto. Ossia:



Cosa succede se mettiamo a contatto il conduttore carico (negativamente) e quello neutro?



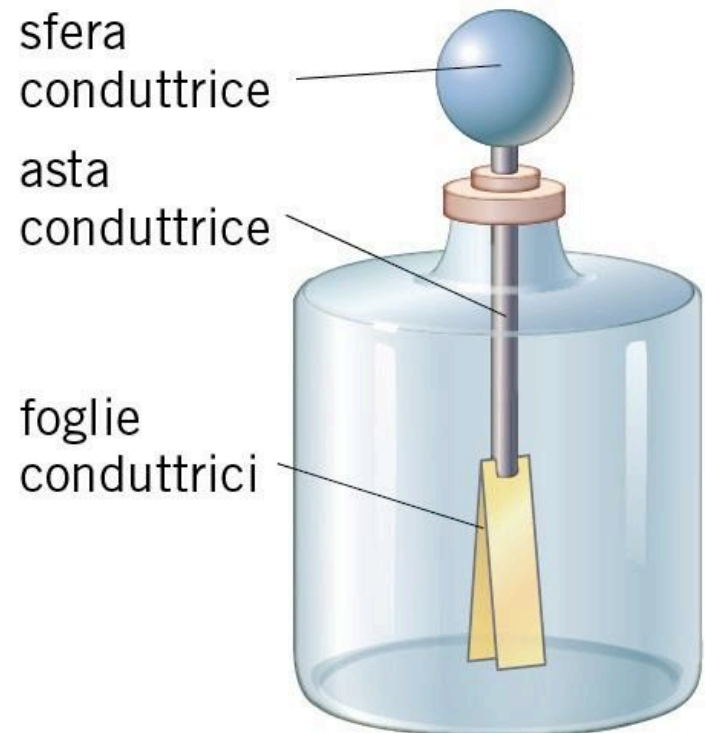
Parte della carica (elettroni)
del primo passa sul secondo.
Adesso, anche il secondo
conduttore è carico

I conduttori possono essere
elettrizzati per contatto.

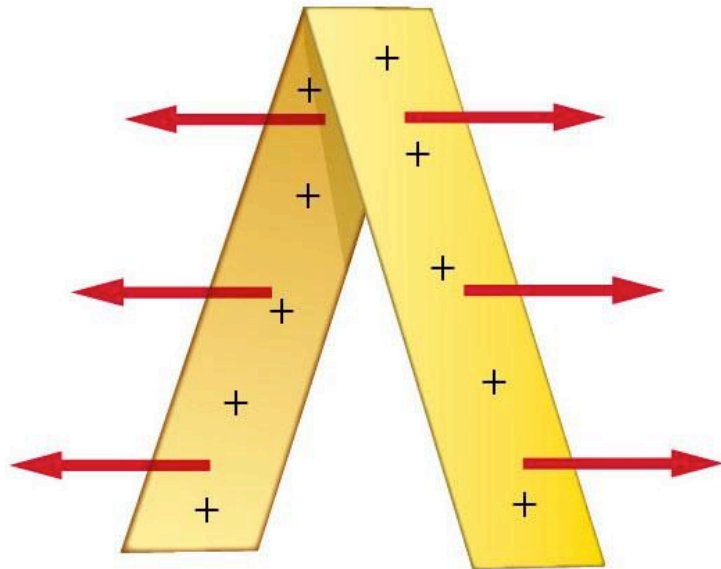
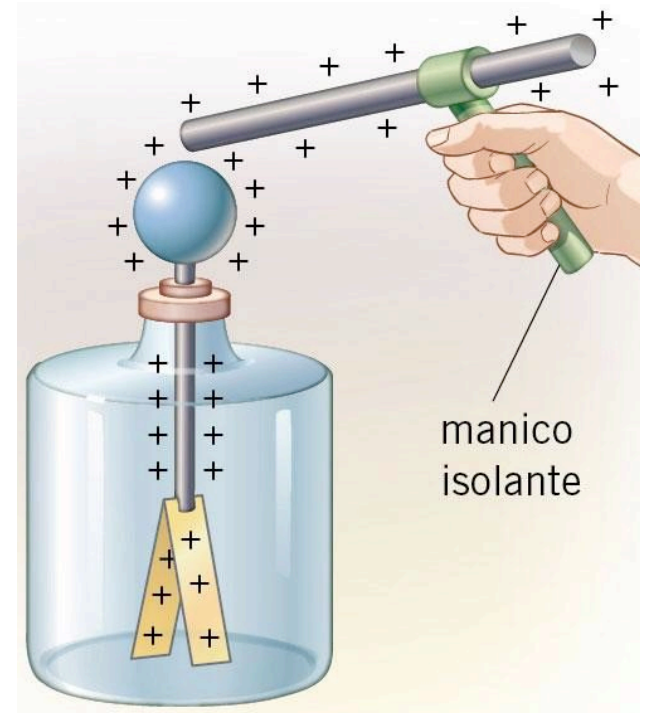
DEFINIZIONE OPERATIVA DELLA CARICA ELETTRICA

La proprietà dei conduttori di trasmettere la carica elettrica da un'estremità all'altra trova applicazione *nell'elettroscopio*, un dispositivo per mezzo del quale è possibile rivelare la carica elettrica di un corpo.

E' costituito da una bacchetta metallica terminante a un'estremità con una sferetta e all'altra con due foglioline metalliche molto leggere, generalmente d'oro; il tutto è racchiuso in una custodia di vetro.

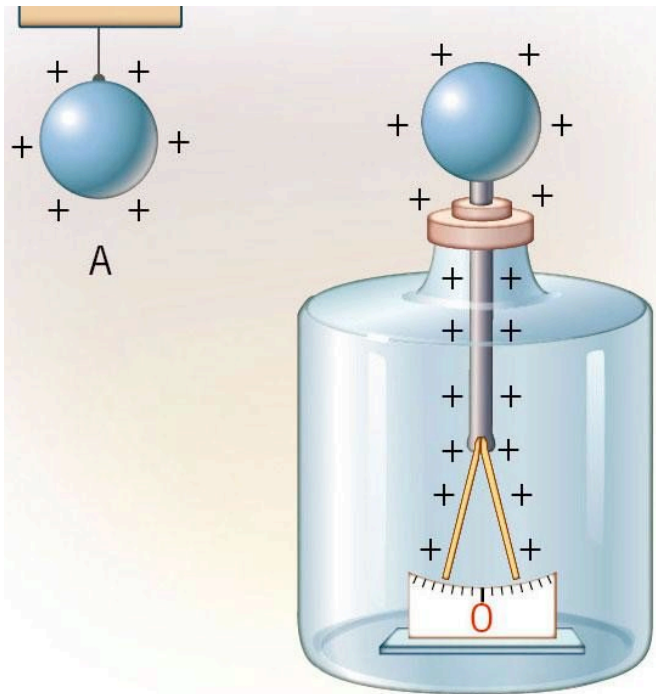
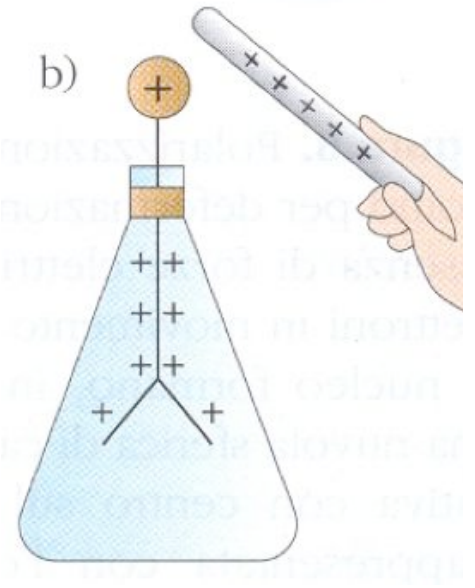


Portando a contatto della sferetta dell'elettroscopio un corpo conduttore elettrizzato, la carica elettrica, tramite la bacchetta metallica, si trasmette alle foglioline d'oro.



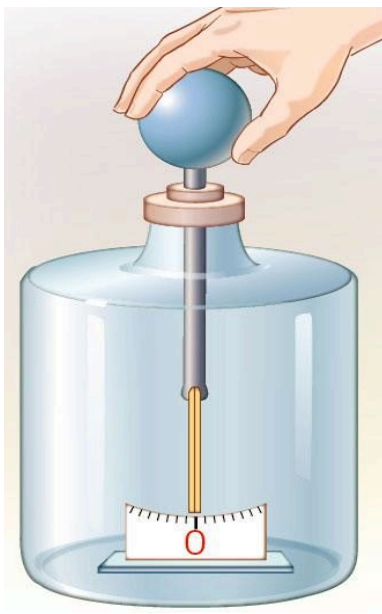
Acquistando una carica dello stesso segno, le foglioline divergono in quanto esercitano l'una sull'altra una forza repulsiva.

Anche quando il conduttore elettrizzato è allontanato dall'elettroscopio, le foglioline rimangono aperte, il che dimostra che su di esse è rimasta una parte della carica iniziale del corpo conduttore.



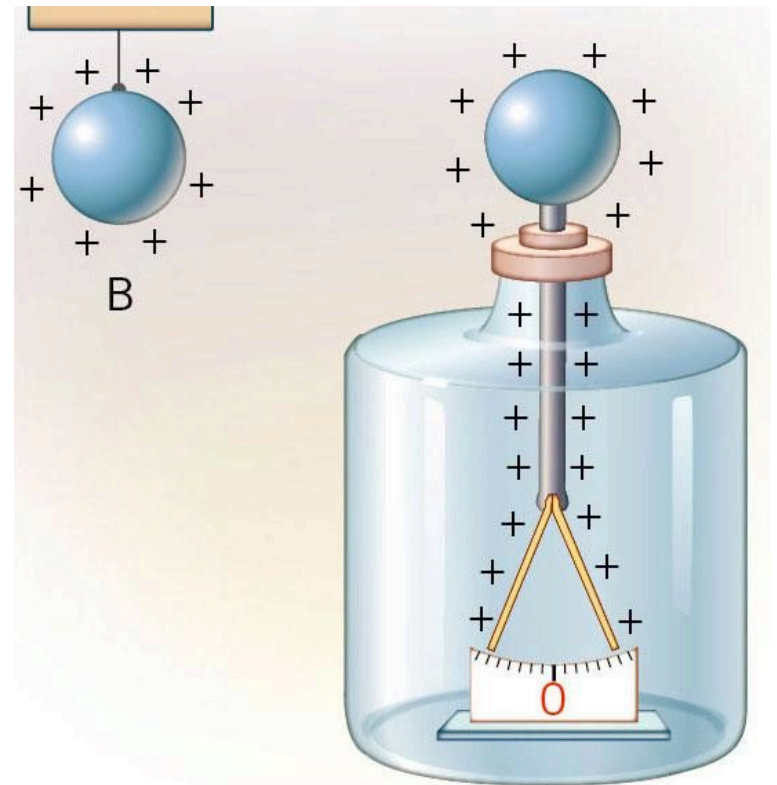
L'elettroscopio permette di confrontare in modo operativo due cariche elettriche, per sapere quale delle due è più grande.

Mettiamo a contatto la sfera carica A con l'elettroscopio e osserviamo l'angolo di divaricazione delle foglioline.



Scarichiamo l'elettroscopio (per esempio toccandolo) in modo da riportarlo nella sua condizione iniziale. Adesso le foglioline, essendo scariche, non sono divaricate.

Ora, mettiamo a contatto la sfera carica B con l'elettroscopio e osserviamo il nuovo angolo di divaricazione delle foglioline.



Se gli angoli di divaricazione delle foglioline cariche sono uguali, significa che sulle due sfere A e B c'è la stessa quantità di carica elettrica. Altrimenti, la sfera che provoca la divaricazione maggiore sarà anche quella con carica elettrica maggiore.

Nel Sistema Internazionale, **l'unità di misura della carica elettrica è il coulomb (C)**. A quanto corrisponde 1 C?

Per ottenere 1 C, occorrono:

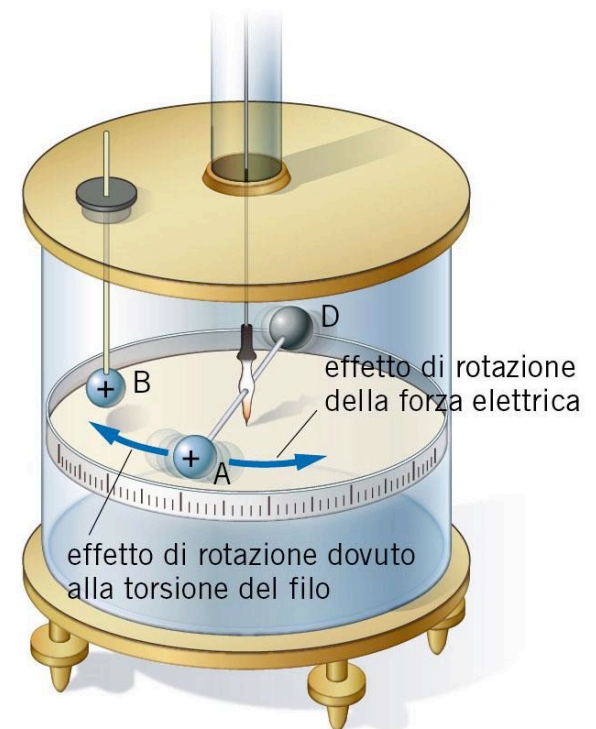
$$e = -1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C} \Rightarrow \frac{1}{1,6022 \cdot 10^{-19}} = 6,2414 \cdot 10^{18} \text{ elettroni}$$

LA LEGGE DI COULOMB

Con gli esperimenti descritti abbiamo visto in modo qualitativo che cariche elettriche dello stesso segno si respingono e cariche elettriche di segno opposto si attraggono.

Qual è l'intensità della forza di interazione elettrica?

Fu **Coulomb**, nel 1785, servendosi di una bilancia di torsione, a determinare la legge che esprime la forza elettrica fra due cariche.

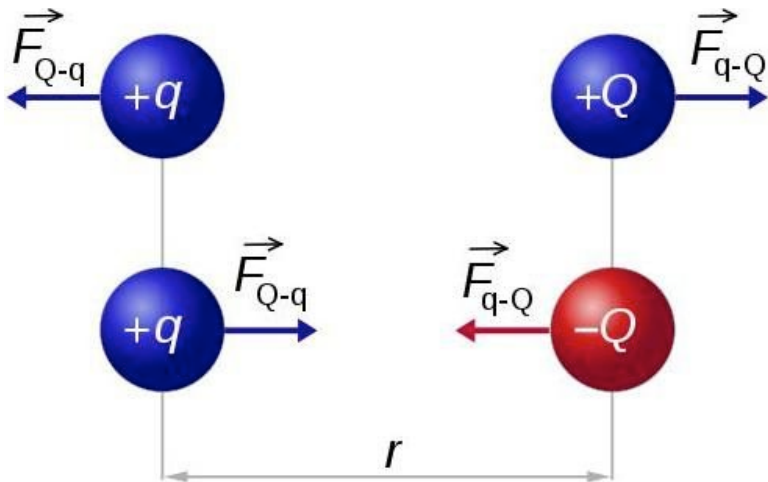


LEGGE DI COULOMB

La forza (attrattiva o repulsiva) fra due cariche elettriche puntiformi Q e q ha modulo F direttamente proporzionale al prodotto delle cariche e inversamente proporzionale al quadrato della distanza r che le separa:

$$F = k_0 \frac{Q \cdot q}{r^2}$$

$k_0 = 8,99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ (cariche poste nel vuoto)



F agisce lungo la direzione della congiungente fra le due cariche: le due forze rappresentano un'azione e una reazione (3° principio della dinamica).

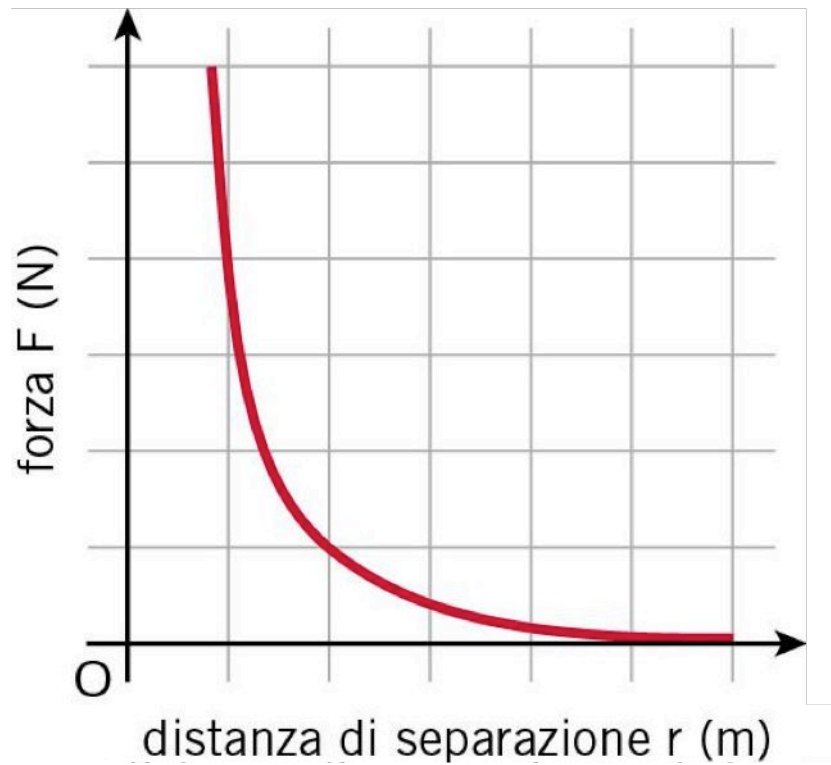
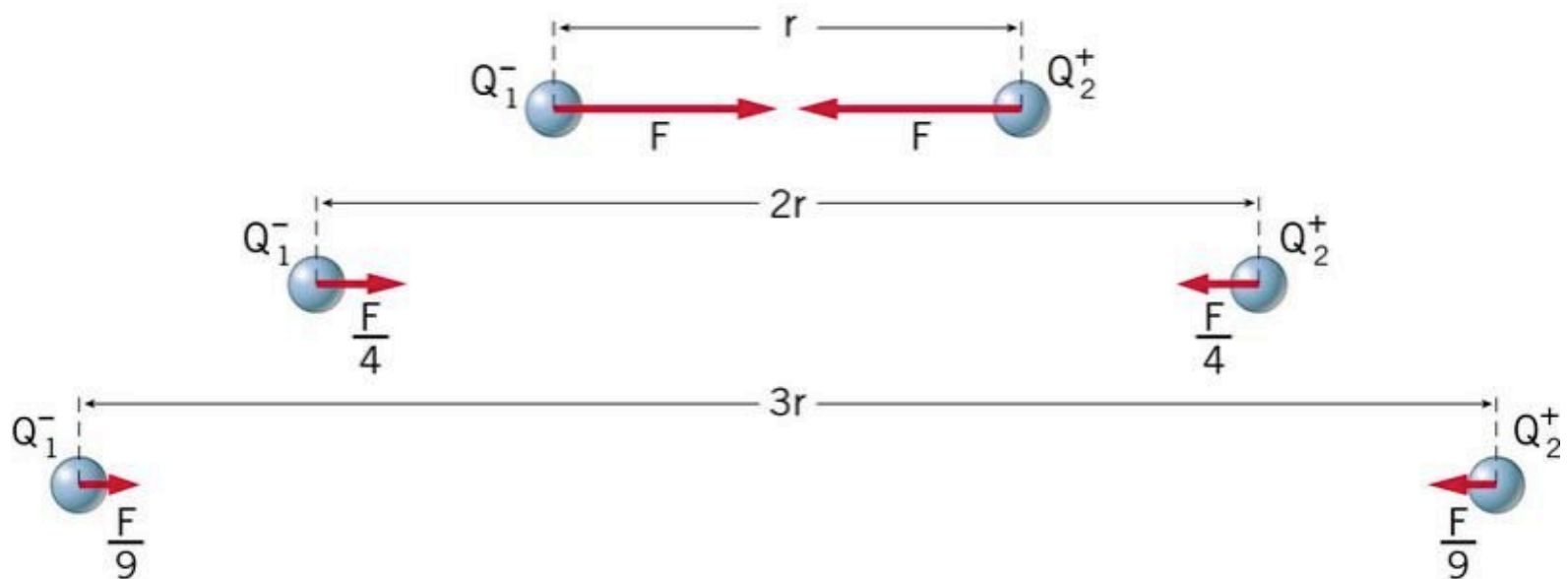


Grafico (e variazione) del
modulo della forza di
Coulomb in funzione della
distanza tra le cariche.



Confronto tra forza elettrica e forza gravitazionale

$$F_e = k_0 \frac{Q \cdot q}{r^2} \quad F = G \frac{M \cdot m}{r^2}$$

	Forza elettrica	Forza gravitazionale
Tipo di forza	A distanza	A distanza
Dipendenza dalla distanza	Inverso del quadrato	Inverso del quadrato
Direttamente proporzionale a	Prodotto delle cariche	Prodotto delle masse
Valori delle grandezze caratteristiche	Cariche positive e negative	Masse positive
Verso della forza	Attrattivo e repulsivo	Attrattivo

Nel Sistema Internazionale la costante di proporzionalità risulta:

$$k_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-2} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2$$

costante dielettrica
del vuoto

Finora abbiamo considerato cariche elettriche interagenti nel vuoto. Come si modifica la forza di interazione fra due cariche elettriche *quando si trovano in un mezzo isolante (dielettrico)?*

A parità di distanza, due cariche q_1 e q_2 immerse in un mezzo isolante (aria, acqua, ecc.), risentono di una forza F minore della forza F_0 agente sulle stesse cariche nel vuoto.

Gli esperimenti mostrano che il rapporto:

$$\epsilon_r = \frac{F_0}{F}$$

non dipende né dal valore delle cariche interagenti né dalla loro distanza, ma esprime una proprietà caratteristica del mezzo considerato, nel senso che cambia solo da un dielettrico all'altro.

Questa costante, chiamata **costante dielettrica relativa**, misura di quanto l'intensità della forza elettrica è ridotta, rispetto al vuoto, dalla presenza del mezzo.

La legge di Coulomb in un dielettrico assume la forma:

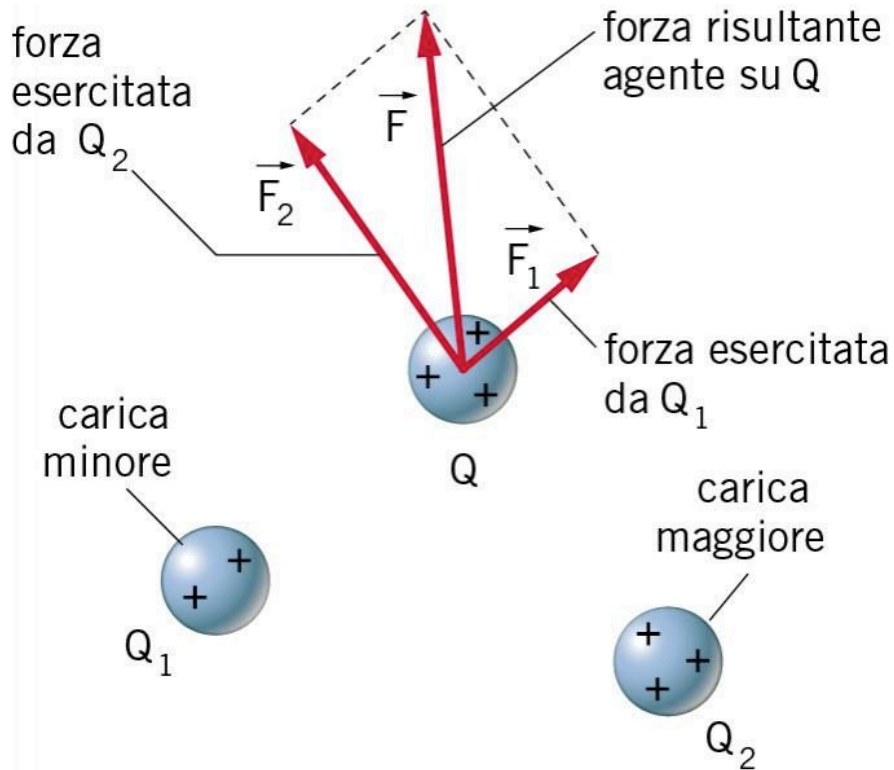
$$F = \frac{F_0}{\epsilon_r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$

costante
dielettrica
assoluta

Tabella: costante dielettrica relativa
di alcuni isolanti

Mezzo	Costante dielettrica relativa ϵ_r
aria (1 atm)	1,00059
idrogeno (1 atm)	1,00026
alcool	25
acqua	≈ 80
petrolio	2,1
glicerina	42,5
bachelite	5,50
mica	8
ebanite	2
vetro	5-10
plexiglas	3,40
paraffina	2,1



IL PRINCIPIO DI SOVRAPPOSIZIONE

Una carica puntiforme Q può risentire contemporaneamente delle forze elettriche generate da altre cariche presenti nel suo spazio di azione.

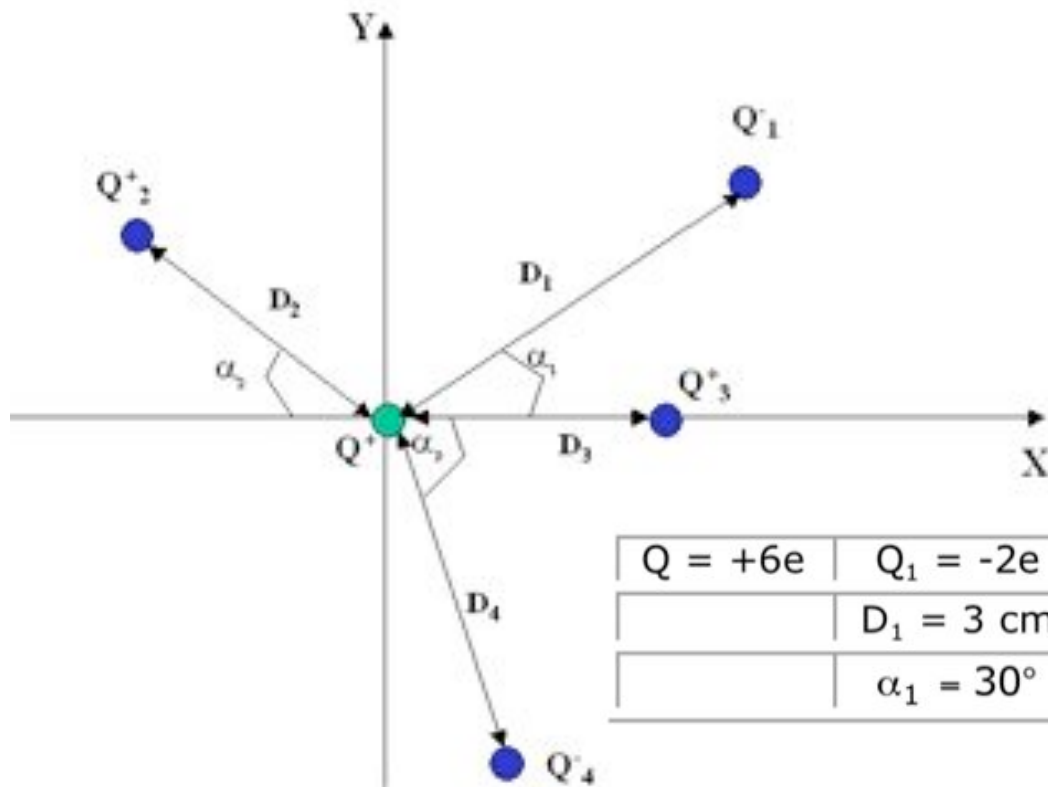
PRINCIPIO DI SOVRAPPOSIZIONE

La forza totale esercitata su una carica è la somma vettoriale delle singole forze elettriche che agirebbero su di essa se ciascuna delle altre cariche fosse presente da sola (azione a coppia):

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

ESEMPIO

Data la distribuzione di carica rappresentata in figura, calcolare la forza totale che agisce sulla carica Q posta nell'origine degli assi cartesiani.



$Q = +6e$	$Q_1 = -2e$	$Q_2 = +4e$	$Q_3 = +5e$	$Q_4 = -e$
	$D_1 = 3 \text{ cm}$	$D_2 = 2 \text{ cm}$	$D_3 = 2 \text{ cm}$	$D_4 = 3 \text{ cm}$
	$\alpha_1 = 30^\circ$	$\alpha_2 = 45^\circ$	$\alpha_3 = 0^\circ$	$\alpha_4 = 80^\circ$

Applicando la legge di Coulomb, determiniamo il valore delle singole forze che agiscono sulla carica Q per effetto dell'interazione con la distribuzione di cariche:

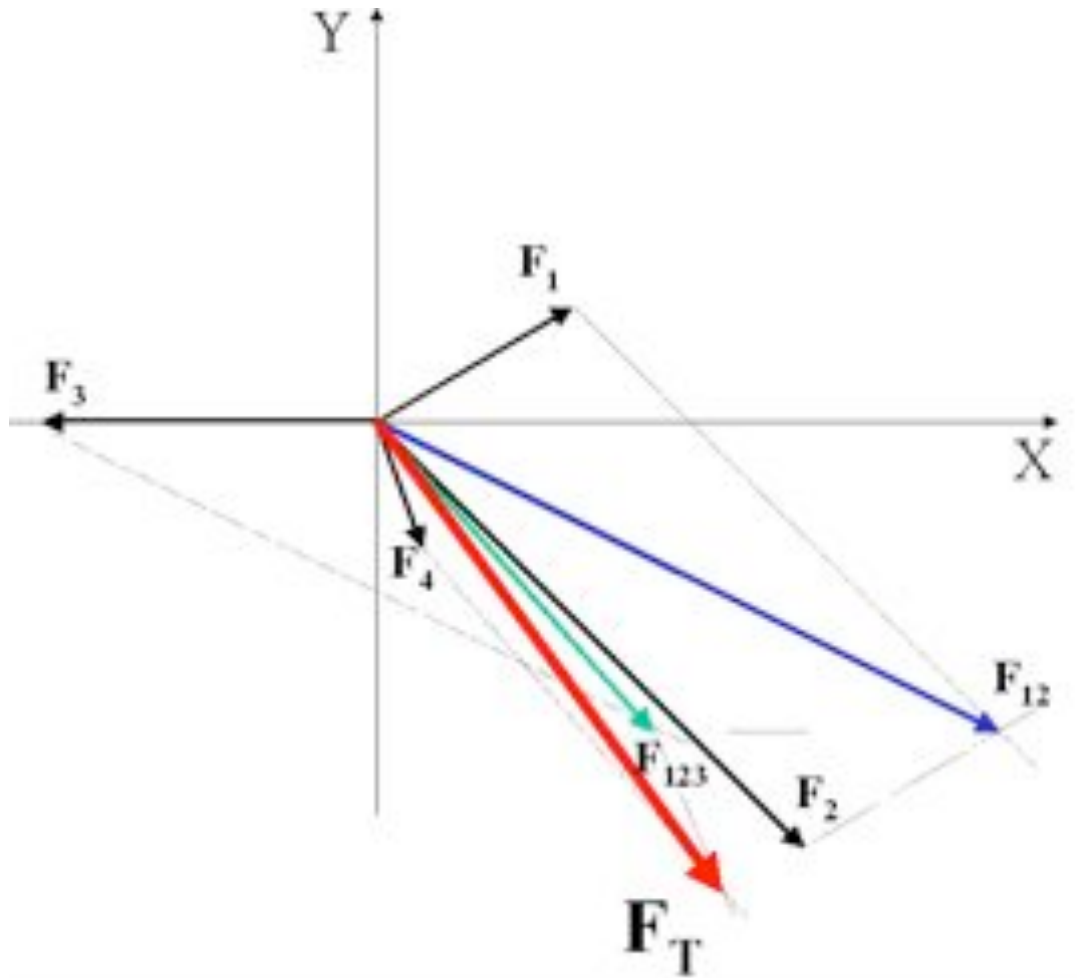
$$F_1 = K \cdot \frac{Q \cdot Q_1}{D_1^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{6e \cdot 2e}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 12e^2}{9 \cdot 10^{-4}} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 12 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^2}{9 \cdot 10^{-4}} =$$
$$\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 12 \cdot 2,6 \cdot 10^{-38}}{9 \cdot 10^{-4}} = 31,2 \cdot 10^{-25} \text{ N}$$

$$F_2 = K \cdot \frac{Q \cdot Q_2}{D_2^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{24e^2}{(2 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 24 \cdot 2,6 \cdot 10^{-38}}{4 \cdot 10^{-4}} = 140,4 \cdot 10^{-25} \text{ N}$$

$$F_3 = K \cdot \frac{Q \cdot Q_3}{D_3^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{30e^2}{(2 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 30 \cdot 2,6 \cdot 10^{-38}}{4 \cdot 10^{-4}} = 67,5 \cdot 10^{-25} \text{ N}$$

$$F_4 = K \cdot \frac{Q \cdot Q_4}{D_4^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{6e^2}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 6 \cdot 2,6 \cdot 10^{-38}}{9 \cdot 10^{-4}} = 6 \cdot 10^{-25} \text{ N}$$

Rappresentiamo graficamente queste forze, riportandole in scala sul sistema di assi cartesiani, e con l'aiuto del metodo del parallelogramma, determiniamo la forza risultante che agisce sulla carica Q:



Dai calcoli ci aspettiamo una forza elettrica totale che agisca come quella ricavata graficamente.

A questo punto determiniamo il modulo e l'argomento della forza risultante che agisce su Q , facendo uso delle seguenti nozioni sui vettori:

Componenti del vettore F	Modulo del vettore F	Argomento del vettore F
$F_X = F \cdot \cos \alpha$ $F_Y = F \cdot \sin \alpha$	$F = \sqrt{F_X^2 + F_Y^2}$	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_Y}{F_X} \quad \alpha = \operatorname{arctg} \alpha$

Componenti di F_1	Componenti di F_2
$F_1 \cdot \cos \alpha_1 = 31,2 \cdot 10^{-25} \cdot \cos 30^\circ = 27 \cdot 10^{-25} \text{ N}$ $F_1 \cdot \sin \alpha_1 = 31,2 \cdot 10^{-25} \cdot \sin 30^\circ = 15,6 \cdot 10^{-25} \text{ N}$	$F_{2X} = F_2 \cdot \cos \alpha_2 = 140,4 \cdot 10^{-25} \cdot \cos 45^\circ = 99,3 \cdot 10^{-25} \text{ N}$ $F_{2Y} = F_2 \cdot \sin \alpha_2 = 140,4 \cdot 10^{-25} \cdot \sin 45^\circ = 99,3 \cdot 10^{-25} \text{ N}$
Componenti di F_3	Componenti di F_4
$F_{3X} = F_3 = 67,5 \cdot 10^{-25} \text{ N}$ $F_{3Y} = 0$	$F_{4X} = F_4 \cdot \cos \alpha_4 = 6 \cdot 10^{-25} \cdot \cos 80^\circ = 1,04 \cdot 10^{-25} \text{ N}$ $F_{4Y} = F_4 \cdot \sin \alpha_4 = 6 \cdot 10^{-25} \cdot \sin 80^\circ = 5,9 \cdot 10^{-25} \text{ N}$

Le componenti della forza risultante sono date dalla somma algebrica delle componenti delle singole forze:

$$F_{XT} = \sum F_X = F_{1X} + F_{2X} - F_{3X} + F_{4X} = 27 \cdot 10^{-25} + 99,3 \cdot 10^{-25} - 67,5 \cdot 10^{-25} + 1,04 \cdot 10^{-25} = 59,8 \cdot 10^{-25} \text{ N}$$

$$F_{YT} = \sum F_Y = F_{1Y} - F_{2Y} - F_{4Y} = 15,6 \cdot 10^{-25} - 99 \cdot 10^{-25} - 5,9 \cdot 10^{-25} = -89,3 \cdot 10^{-25} \text{ N}$$

In definitiva, il modulo e l'argomento della forza risultante sono dati da:

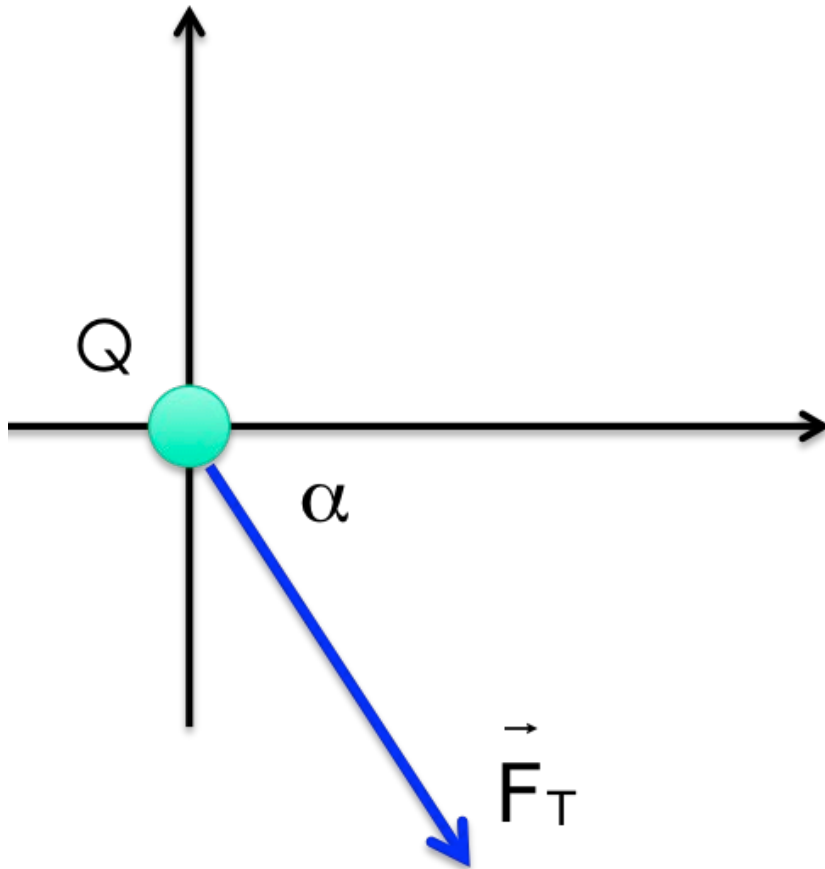
$$F_T = \sqrt{F_{XT}^2 + F_{YT}^2} = \sqrt{(59,8 \cdot 10^{-25})^2 + (89,3 \cdot 10^{-25})^2} = \sqrt{3576 \cdot 10^{-50} + 7974 \cdot 10^{-50}} = \sqrt{11550 \cdot 10^{-50}} = 107,4 \cdot 10^{-25} \text{ N}$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{F_{YT}}{F_{XT}} = \frac{-89,3 \cdot 10^{-25}}{59,8 \cdot 10^{-25}} = -1,49$$

$$\alpha = \arctg \alpha = -56,2$$

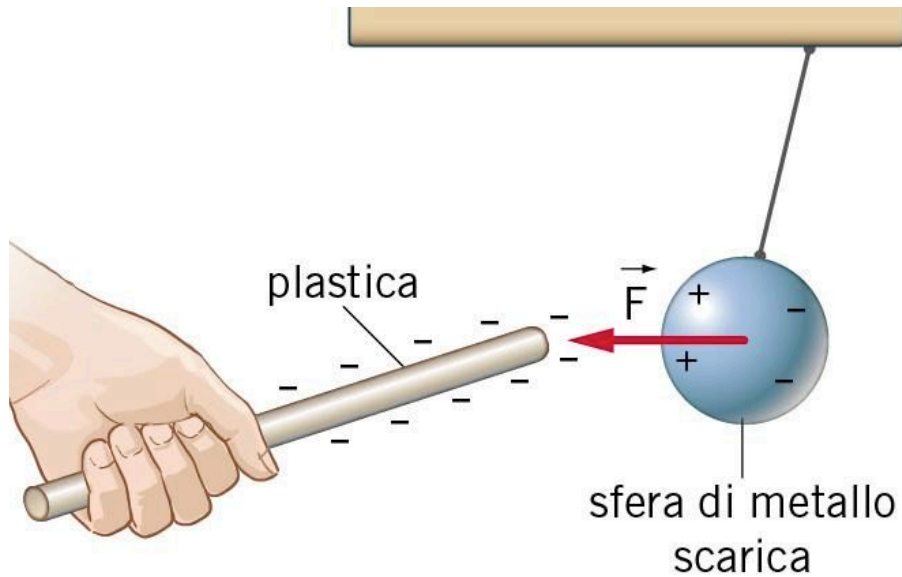
in accordo con l'analisi grafica.

La carica Q si muoverà sotto l'azione della seguente forza totale:



$$F_T = 107,4 \cdot 10^{-25} \text{ N}$$
$$\alpha = -56,2^\circ$$

ELETTORIZZAZIONE PER INDUZIONE



Se avviciniamo una bacchetta elettrizzata a una pallina di metallo scarica, osserviamo che la pallina viene attratta.

Come fa un corpo carico ad attrarre uno scarico?

INTERPRETAZIONE DEL FENOMENO – La bacchetta carica negativamente respinge gli elettroni che sono liberi di muoversi dentro la sfera conduttrice, e la superficie della sfera vicina alla bacchetta diventa positiva.

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.

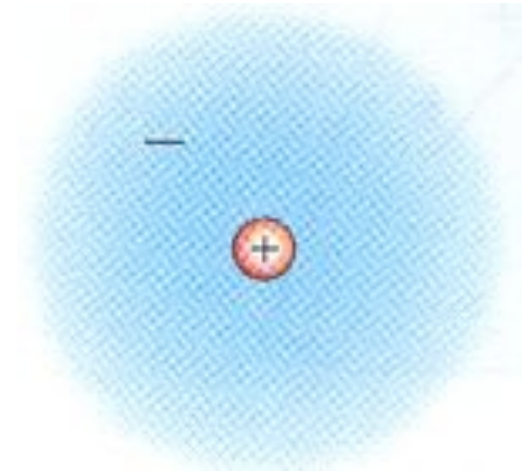
Complessivamente, la sfera conduttrice è ancora neutra, ma la carica elettrica non è più distribuita in modo uniforme.

L'esperimento descritto è un esempio di **induzione elettrostatica**. Questo fenomeno si produce ogni volta che un conduttore è posto vicino a un corpo carico.

Con l'allontanamento della bacchetta elettrizzata, la sfera conduttrice ritorna allo stato neutro. Quindi, l'induzione elettrostatica è un fenomeno reversibile.

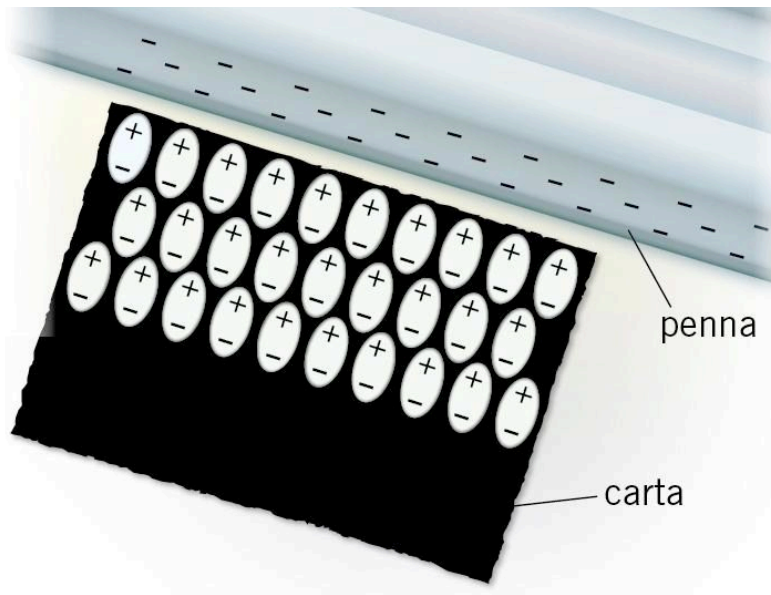
LA POLARIZZAZIONE

In condizioni normali un materiale dielettrico è costituito da atomi neutri e pertanto è globalmente scarico. In assenza di forze elettriche esterne, la distribuzione della carica negativa elettronica ha il centro coincidente con quello della carica positiva del nucleo



Ogni atomo produce perciò, al suo esterno, una forza elettrica nulla.

Cosa succede se in prossimità del dielettrico c'è un corpo carico ?

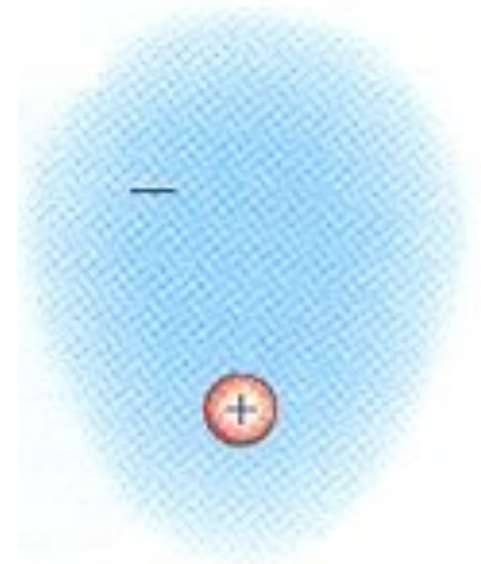


La penna respinge gli elettroni della carta, in modo che le cariche positive siano, nel complesso, più vicine alla penna elettrizzata negativamente.

Per la legge di Coulomb, l'attrazione prevale sulla repulsione e i pezzettini di carta sono attratti dalla penna elettrizzata.

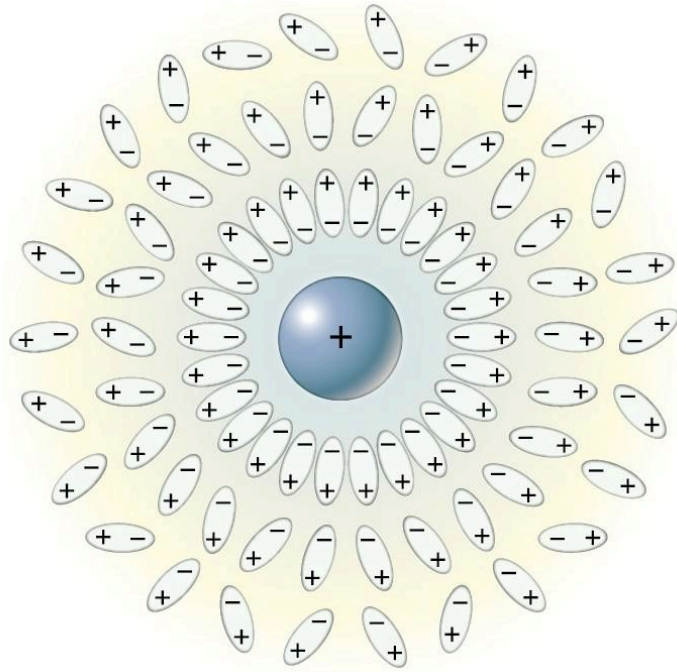
L'esperimento descritto è un esempio di
polarizzazione del dielettrico.

Per effetto di queste forze gli atomi del dielettrico subiscono una deformazione, per cui il centro della distribuzione di carica negativa non coincide più con il centro del nucleo ma è spostato rispetto a esso.



L'atomo così deformato assume una *polarizzazione elettrica*, nel senso che, pur rimanendo complessivamente scarico, a un'estremità presenta un eccesso di carica positiva e all'estremità opposta un eccesso di carica negativa (**dipolo elettrico**).

La polarizzazione spiega come mai la forza di Coulomb è minore quando le cariche sono poste in un materiale isolante.



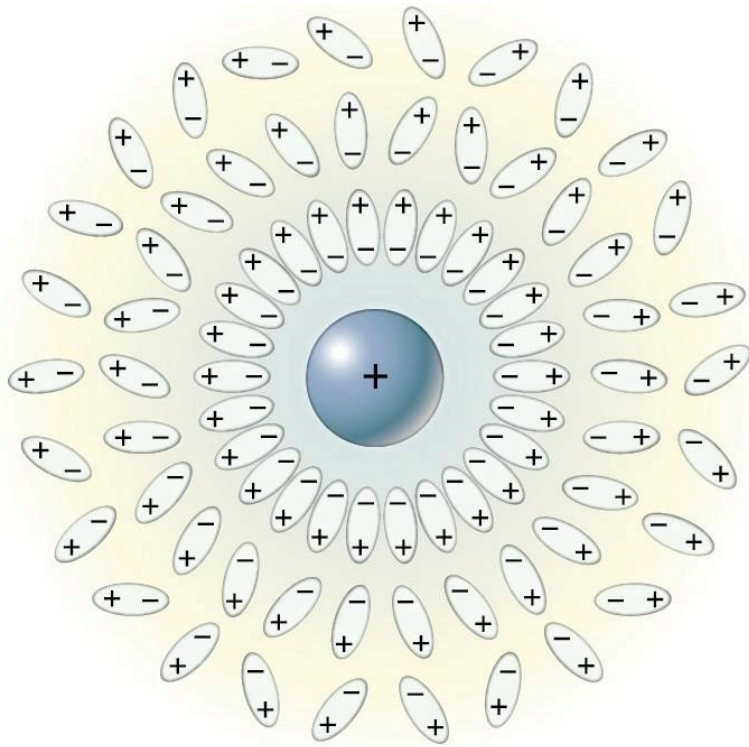
La carica positiva attrae gli elettroni delle molecole che la circondano, per cui è schermata dallo strato di cariche negative che la avvolge. Come risultato, interagisce più debolmente con le altre cariche presenti nelle sue vicinanze.

In definitiva, la forza elettrica diminuisce e il valore di ϵ_r risulta maggiore di 1.

RIEPILOGO

I modi di elettrizzazione			
Metodo	Descrizione	Meccanismo	Materiali
Per strofinio	Si ottiene strofinando tra loro due corpi.	Gli elettroni che si trovano sulla superficie di uno dei corpi (che risulterà carico positivamente) sono «strappati» da esso e si portano sull'altro corpo (che si caricherà negativamente).	Isolanti o conduttori (questi ultimi impugnati con un manico isolante).
Per contatto	Si ottiene mettendo a contatto un corpo elettricamente neutro con uno caricato in precedenza.	Una parte delle cariche che si trovano sul corpo elettrizzato si spostano su quello che era neutro.	Avviene in maniera molto efficace tra corpi conduttori. Un corpo isolante può cedere solo le cariche che si trovano nella parte di esso che è posta a contatto diretto con il corpo neutro.
Per induzione	Si pone un corpo carico (induttore) in prossimità di un conduttore scarico (indotto) costruito in modo da potersi suddividere in due parti. Poi, senza allontanare il corpo carico, si allontanano tra loro le due parti del conduttore indotto.	Per il fenomeno dell'induzione elettrostatica le cariche libere di muoversi che si trovano nel corpo neutro si spostano: quelle dello stesso segno della carica inducente si allontanano, quelle di segno diverso si avvicinano. In questo modo le due parti del conduttore indotto si elettrizzano con quantità di carica eguali e di segno opposto.	Conduttori di forma qualsiasi (il conduttore che si può suddividere può essere anche un corpo conduttore qualunque che viene «messo a terra» toccandolo con le dita o con un filo metallico collegato a terra).

Di quanto varia la forza tra due cariche $Q_1=+5e$ $Q_2=-10e$, poste a distanza di 10 cm, passando dal vuoto ($\epsilon_r=1$) all'acqua ($\epsilon_r=80$).



Grazie all'interpretazione del fenomeno della polarizzazione, ci aspettiamo che la forza di Coulomb sia minore quando le cariche sono poste in un materiale isolante.

Infatti:

$$\varepsilon_r = \frac{F_0}{F} \xrightarrow{\text{da cui}} F = \frac{F_0}{\varepsilon_r} = \frac{12 \cdot 10^{-25}}{80} = 0,15 \cdot 10^{-25} \text{ N}$$

dove:

$$F_0 = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{5e \cdot 10e}{0,1^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{50e^2}{0,1^2} = \frac{450 \cdot 10^9 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^2}{0,1^2} = 12 \cdot 10^{-25} \text{ N}$$

La forza elettrica nel dielettrico è 80 volte più piccola rispetto a quella nel vuoto.