

LEZIONE 8

Elettrostatica: carica elettrica e campo elettrico. Legge di Gauss.
Conduttori e isolanti.

- Elettrostatica studia l'interazione tra corpi stazionari (cioè non accelerati) dotati di carica.

Carica elettrica: stato di elettrizzazione può derivare da due fenomeni

- strofinamento: operazione che produce cariche opposte su una coppia di oggetti
Es: vetro contro seta o lana;
- contatto: passaggio di elettricità fra un corpo elettrizzato in contatto con uno non elettrizzato.

Due stati di elettrizzazione: + e -
(positive e negative)

La forza elettrica (cioè la forza che si stabilisce tra due corpi carichi elettricamente)

é a lungo raggio, nella direzione della retta passante fra i due corpi.

- Forze attrattive tra cariche opposte
- Forze repulsive tra cariche con stesso segno

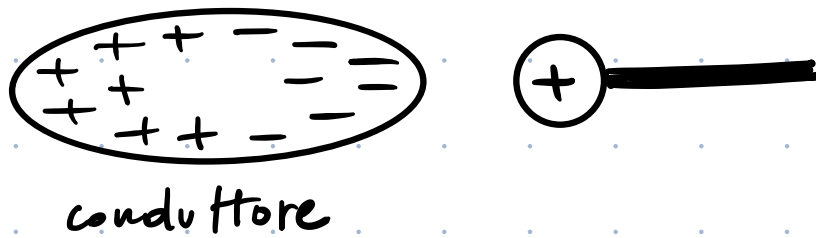
• **PROTEZIONE ESD** (electrostatic discharge):
protezione contro cariche create per effetto di strofinamento, possono danneggiare componenti elettronici, come i microchip.

- La carica nei materiali é causata da uno sbilanciamento tra elettroni e protoni.
(- e +)

→ **CONDUTTORI**: presenza di elettroni liberi di muoversi

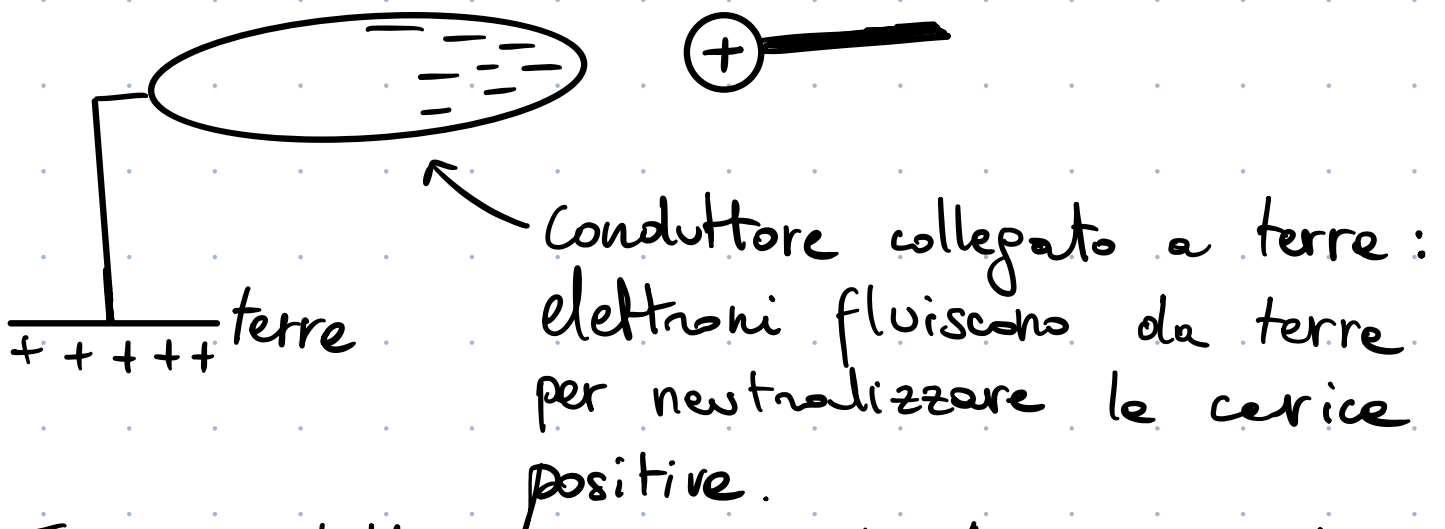
Es: Corpo carico positivamente, se avvicinato a conduttore non carico

→ il conduttore viene elettrizzato



- Carica totale nel conduttore = 0
MA elettroni liberi si sono spostati nella parte vicina al corpo carico, sotto l'azione delle forze elettrostatiche.

Elettizzazione per induzione



- Terre = conduttore infinito, serbatoio "infinito" di elettroni
- Se togliamo connessione con la terre



Il conduttore è elettrizzato negativamente.

Importanza di mettere a terra i dispositivi

• I materiali possono essere:

- conduttori → cariche si muovono liberamente
- isolanti → cariche rimangono localizzate
- dielettrici → isolanti che possono polarizzarsi

Semi-conduttori: proprietà a metà tra conduttori e dielettrici

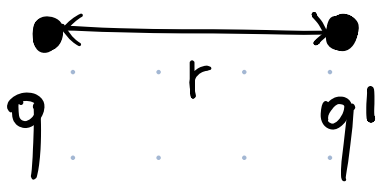
↳ importanti perché la loro conduzione si può controllare dall'esterno.

→ Conduttori/isolanti possono essere solidi, liquidi & gassosi.

Es: corpo umano è conduttore

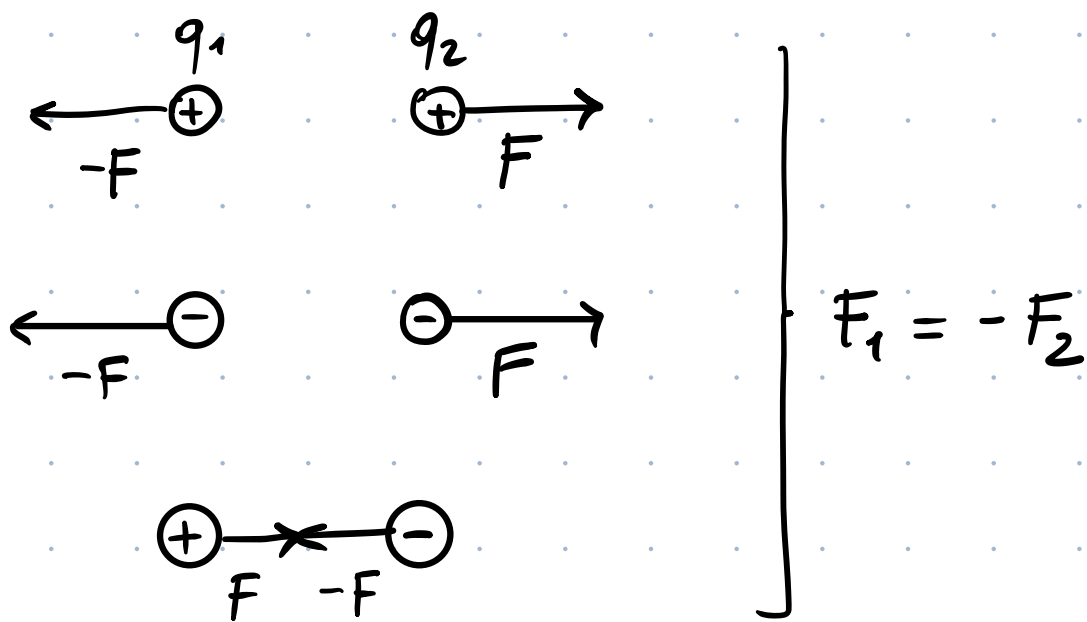
Forza di Coulomb

Forza tra due cariche elettriche



$$F = k \frac{qq'}{r^2}$$

• cariche puntiformi: forze dirette lungo la congiungente → dipende da distanze r (decade con il quadrato della distanza), da segno delle cariche, e dalla costante k di Coulomb



Unité di misura della carica elettrica:

Coulomb [C]:

→ costante $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ $\epsilon_0 = 8.86 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$

$k = 8.98 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$

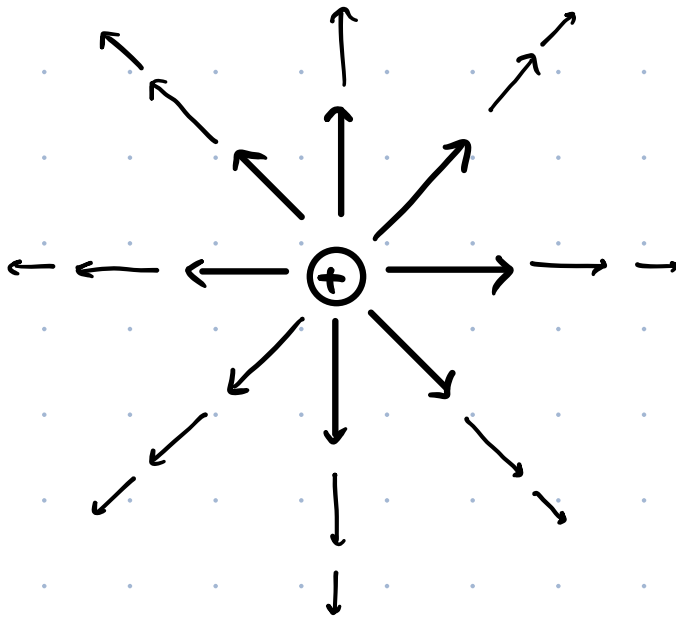
• Coulomb è la quantità di carica che poste ad 1 m di distanza da una carica uguale, nel vuoto, la respinge con una forza di $8.98 \cdot 10^9$ N.

campo elettrico

Un corpo carico genera un campo di forza:

→ crea una regione di spazio dove altri corpi sono soggetti a forze.

Ad ogni punto dello spazio possiamo associare un vettore di forza, cioè le forze che una carica di test subirebbe:



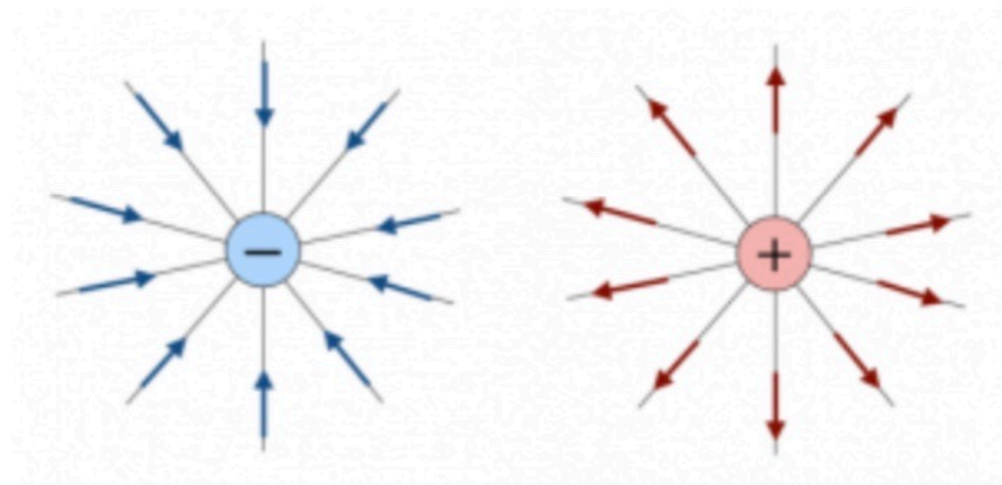
Campo: $F(x, y, z)$

↳ campo elettrico $\frac{\vec{F}(x, y, z)}{1 \text{ C}} = \vec{E}(x, y, z)$

• Il campo pervade tutto lo spazio, ma decade con il quadrato della distanza dalla carica "sorgente".

Unità di misura : $\frac{N}{C}$

Linee di forza vanno da carica positiva a carica negativa.



Campo elettrico di una carica puntiforme +Q

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

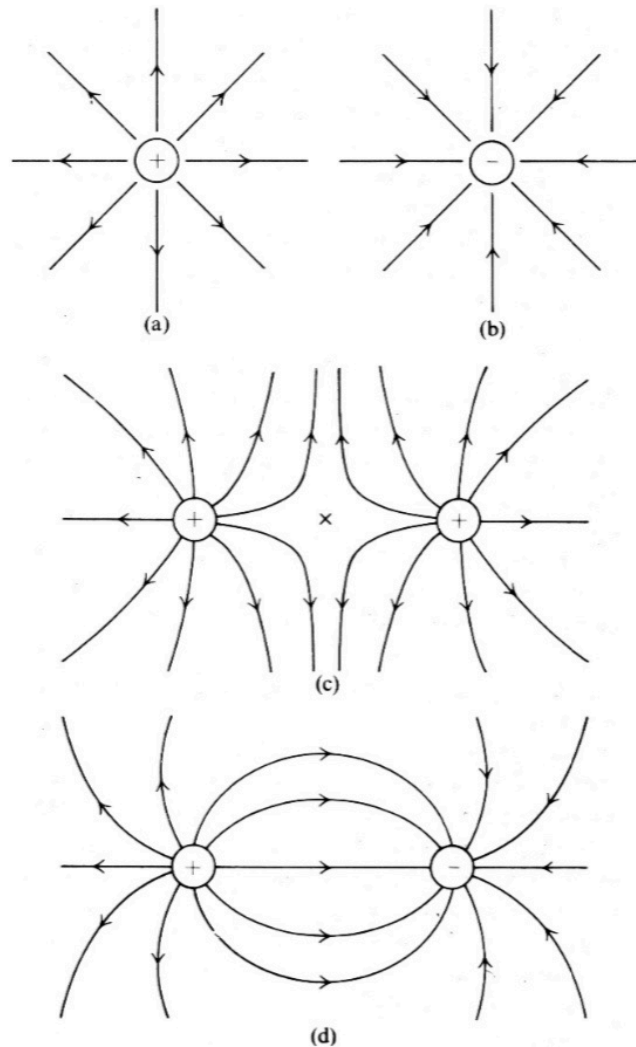
Infatti si ricava dalla forza di Coulomb:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{r^2}$$

Il campo ha simmetria sferica.

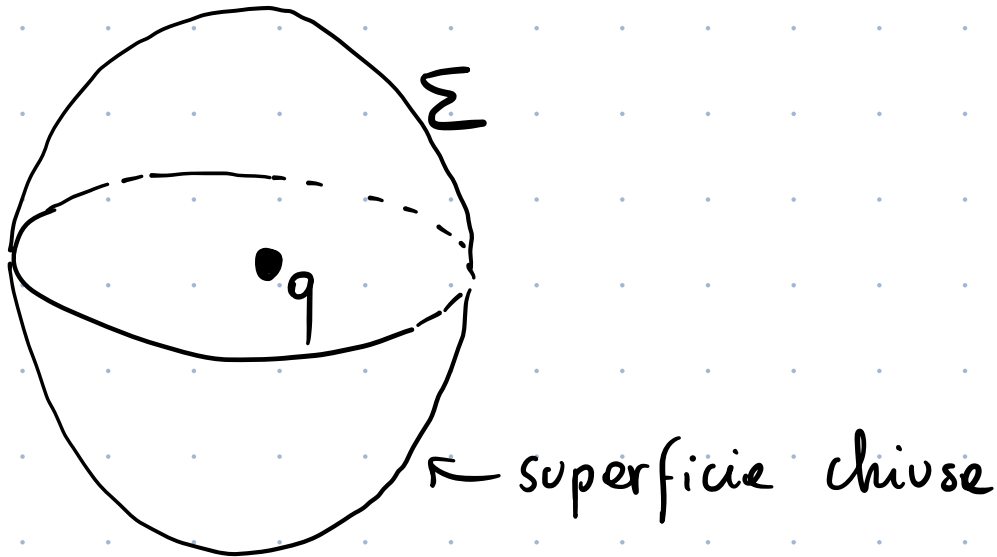
Le linee di forza di carica +Q vanno verso l'esterno.

Se la carica e' -Q le linee vanno verso l'interno.



Linee di campo sono piu' fitte dove il campo elettrico e' piu' intenso. Nel punto medio tra due cariche dello stesso segno il campo e' nullo.

Flusso del campo elettrico e legge di Gauss



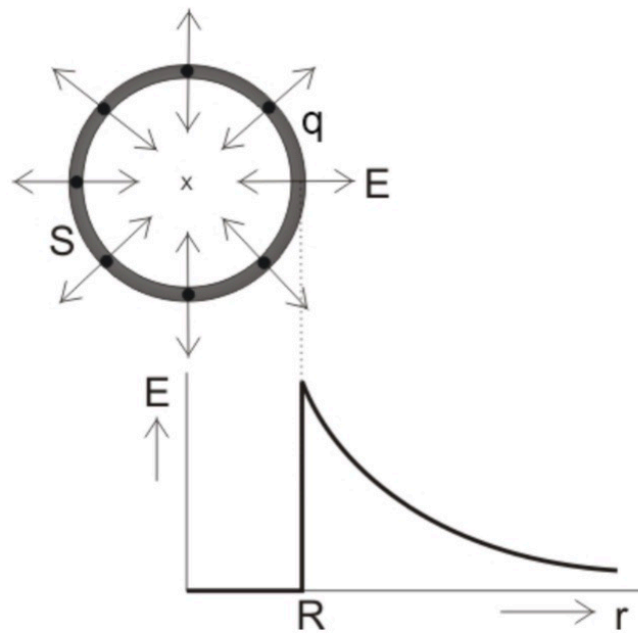
Flusso di campo \vec{E} attraverso superficie Σ

$$\phi = \vec{F} \cdot \vec{\Sigma}$$

Si dimostra che $\phi = \frac{q}{\epsilon_0}$,

cioè se una regione di spazio non contiene cariche, il flusso di campo entrante e uscente si sommano a 0.

Il flusso non dipende dalla forma delle superficie Σ .



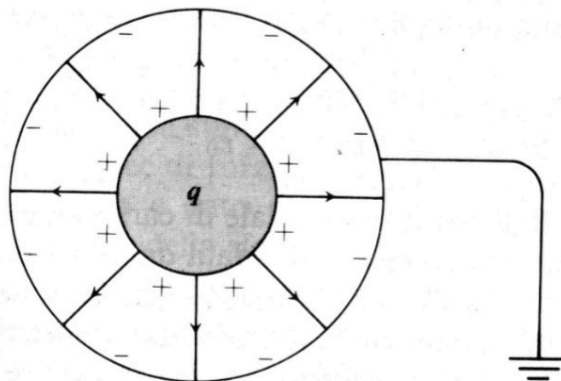
Il **campo sulla superficie sferica carica isolata** e':

$$E(R) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

Un conduttore cavo carico ha un campo elettrico nullo al suo interno, in quanto non ci sono cariche in eccesso o in difetto: esso viene chiamato **Gabbia di Faraday**.

Il campo e' lo stesso anche se la sfera e' circondata da una seconda superficie sferica.

Schermaggio elettromagnetico:



Lavoro del campo elettrico

Consideriamo cariche puntiforme che si muove in un campo elettrico.



Il lavoro compiuto non dipende dal percorso AB.

$$L = (V_A - V_B) q$$

V : energie potenziale elettrostatica

ΔV : differenza di potenziale

ΔV è tale che $E = -\frac{\Delta V}{\Delta s}$ (gradiente del potenziale)

ΔV si misura in Volt [V]

→ E si misura anche in $V \cdot m$

1 Volt è tale che se una carica si sposta di 1 m, il campo compie 1 J di lavoro

Potenziale elettrostatico di una carica puntiforme:

- Per il campo generato da carica puntiforme:

$$V(r) = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q}{r}$$

(decade con la distanza dalle cariche $V \propto \frac{1}{r}$)