

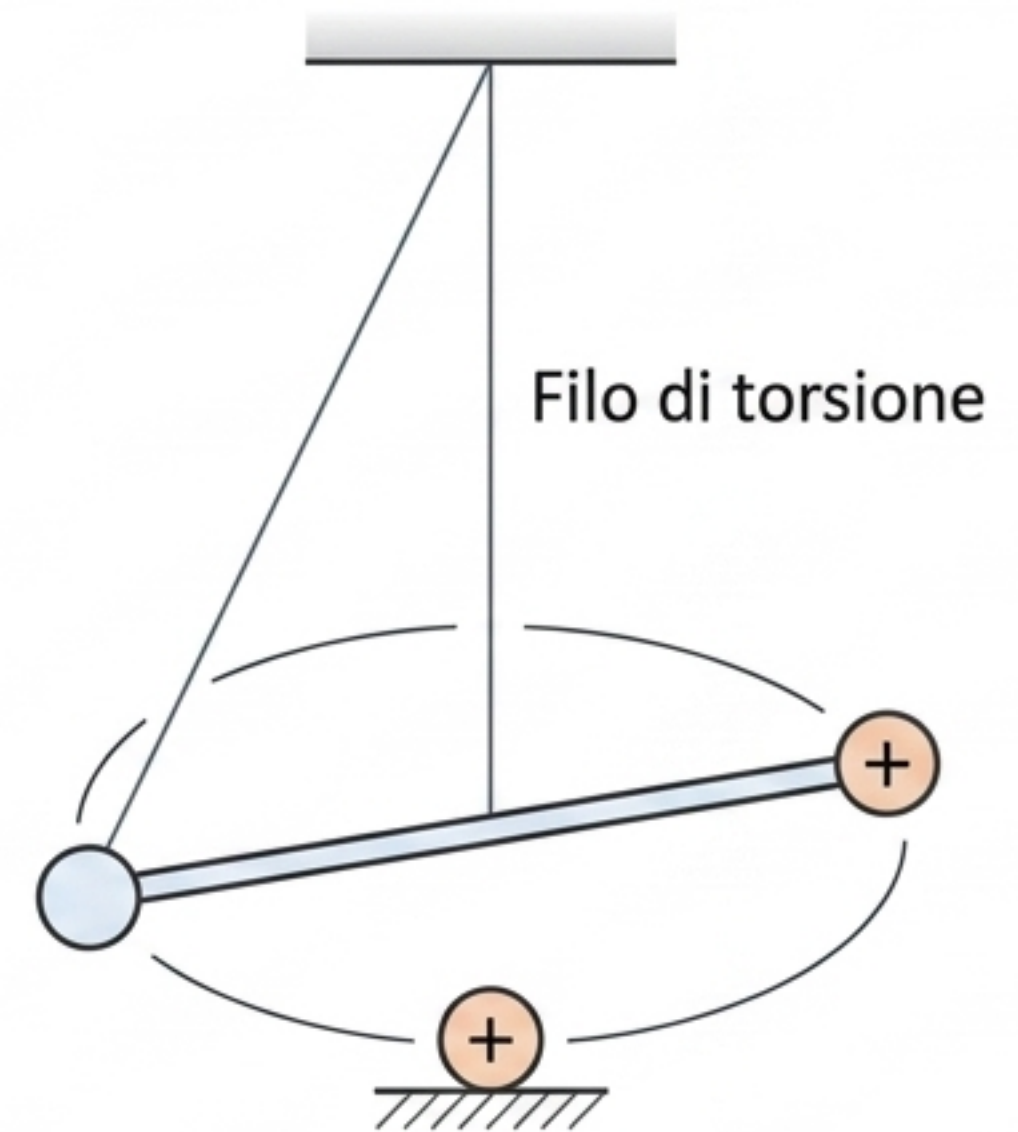
La Legge di Coulomb e la Bilancia di Torsione

La **legge di Coulomb** stabilisce che due cariche puntiformi si attraggono o si respingono con una forza direttamente proporzionale al prodotto delle cariche ed inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza.

La forza elastica dovuta alla torsione del filo bilancia la forza elettrica.

Per il principio di azione e reazione di Newton, le due forze hanno:

- **Stessa direzione:** la retta che congiunge le cariche.
- **Verso:** attrattivo (segni opposti) o repulsivo (stesso segno).
- **Modulo:** proporzionale al prodotto delle cariche e inverso al quadrato della distanza.



$$F = K \frac{(q_1 q_2)}{r^2}$$

L'Unità di Misura e il Valore di K nel Vuoto

Il Coulomb (C) deriva dall'Ampere (grandezza fondamentale del S.I.).

Una carica ha il valore di un Coulomb quando attira o respinge un'altra carica uguale, posta a un metro di distanza nel vuoto, con una forza di $9 \times 10^9 \text{ N}$.

Nota: Concentrare 1 Coulomb in un punto è fisicamente impossibile. L'intensità elevatissima di questa forza testimonia che una tale carica non può essere confinata in un volume così piccolo.



$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

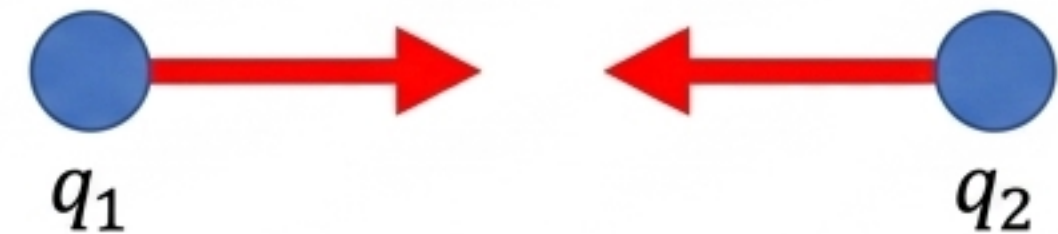
L'Effetto del Materiale: Il Dielettrico

Valore nel vuoto: $\epsilon_0 = 8.859 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2}$

(Il fattore 4π semplifica le formule successive)

Un **dielettrico** è un materiale isolante che si modifica in presenza di cariche al suo interno; i dipoli elementari si orientano, producendo una variazione della forza elettrica.

Vuoto - Forza non ostacolata (F_{vuoto})



Dielettrico - Forza attenuata (F_{diel})



$$F_{diel} < F_{vuoto}$$

La forza diminuisce sempre in presenza di un dielettrico rispetto al vuoto.

Derivazione della Costante Dielettrica Relativa (ϵ_r)

La costante dielettrica relativa (ϵ_r) è il rapporto matematico fra la forza nel vuoto e la forza nel dielettrico.

Passaggio 1: Forza nel Vuoto $F_v = \left[\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right] \times \left[\frac{q_1 q_2}{R^2} \right]$

Passaggio 2: Forza nel Dielettrico (con nuova costante ϵ_d) $F_d = \left[\frac{1}{4\pi\epsilon_d} \right] \times \left[\frac{q_1 q_2}{R^2} \right]$

Passaggio 3: Sostituzione e Semplificazione $\epsilon_r = \frac{F_v}{F_d} = \frac{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1 q_2}{R^2} \right)}{\frac{1}{4\pi\epsilon_d} \left(\frac{q_1 q_2}{R^2} \right)}$

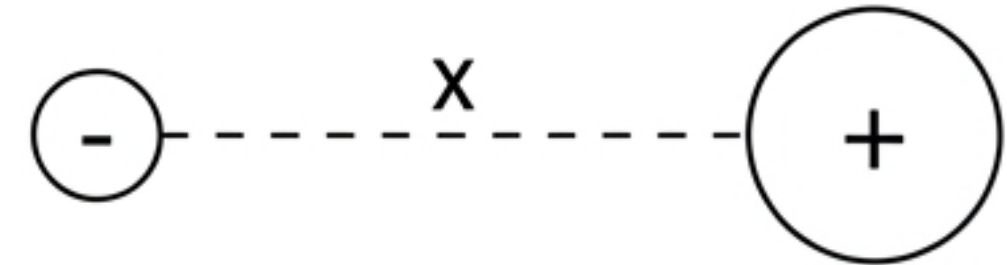
$$\epsilon_r = \left[\frac{1}{4\pi\cancel{\epsilon_0}} \left(\frac{\cancel{q_1 q_2}}{\cancel{R^2}} \right) \times \left[\frac{4\pi\cancel{\epsilon_d}}{1} \left(\frac{\cancel{R^2}}{\cancel{q_1 q_2}} \right) \right] \right]$$

$$\epsilon_r = \epsilon_d / \epsilon_0$$

Valori Relativi e il Braccio di Ferro delle Forze

Mezzo	Costante dielettrica relativa (ϵ_r)
Aria	1.00059
Acqua	80
Vetro	5 - 10
Glicerolo	42.6

La forza gravitazionale è estremamente debole rispetto a quella elettrica. Calcoliamo il rapporto tra le due forze per un elettrone e un protone.



- Distanza = x
- Cariche = q
- Massa Protone = M , Massa Elettrone = m

Forza Elettrica: $F_e = K \frac{q^2}{x^2}$

Forza Gravitazionale: $F_g = G \frac{Mm}{x^2}$

Risoluzione: Il Dominio della Forza Elettrica

Passaggio Logico 1: Il Rapporto

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{K(q^2/x^2)}{G(Mm/x^2)} = K \frac{q^2}{\cancel{x^2}} \times \frac{\cancel{x^2}}{\cancel{GMm}} = \frac{K}{G} \frac{q^2}{Mm}$$

Passaggio Logico 2: Sostituzione dei Valori

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{9 \times 10^9}{6.67 \times 10^{-11}} \times \left[\frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{1.67 \times 10^{-27} \times 9.11 \times 10^{-31}} \right]$$

$$F_e/F_g \cong 2.3 \times 10^{39}$$

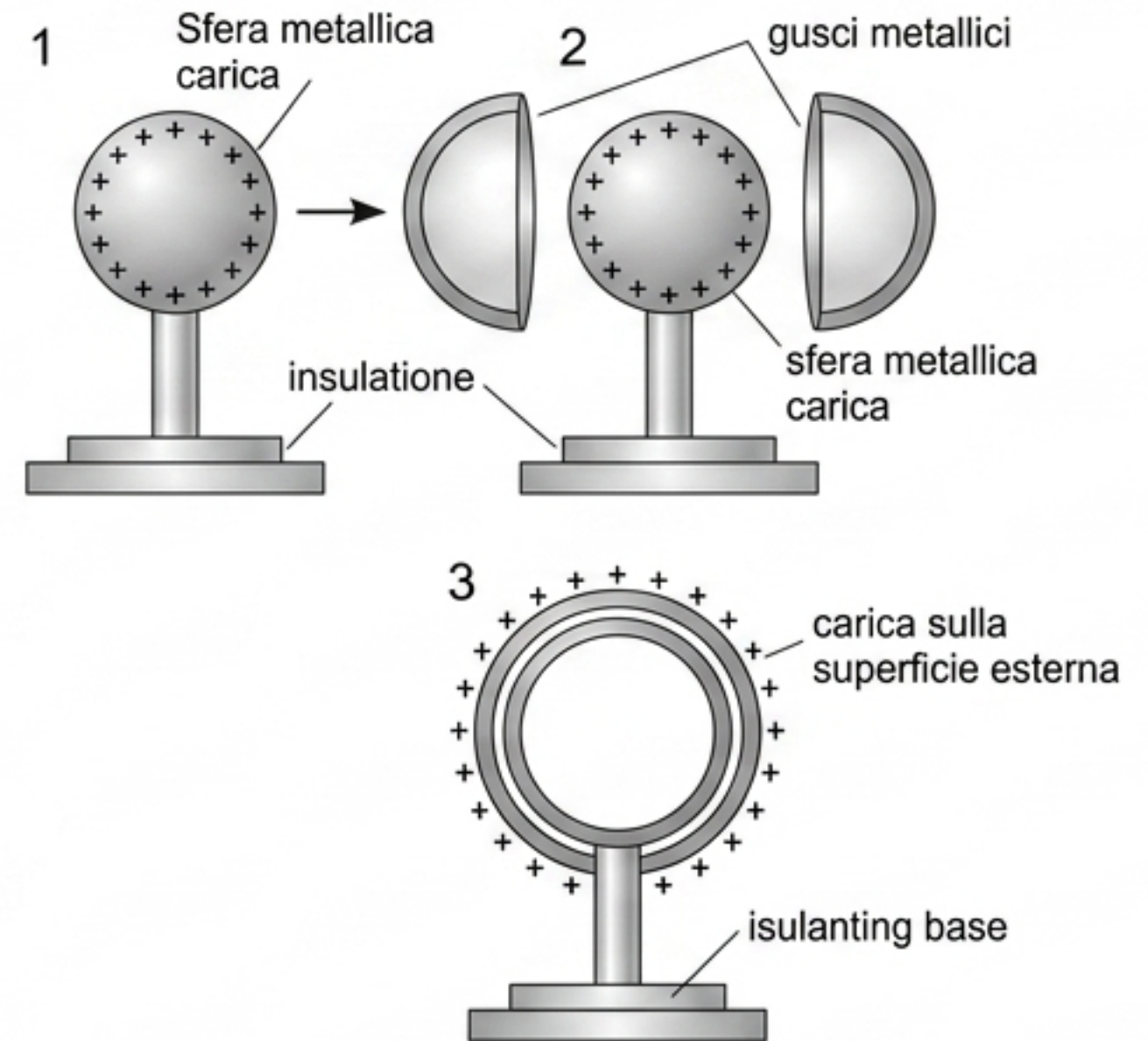
Insight: Un numero incredibilmente grande! La forza gravitazionale con cui un elettrone è attratto dal nucleo atomico è totalmente trascurabile rispetto all'immensa forza elettrica.

Come si Distribuisce la Carica sui Conduttori?

L'Esperimento dei Gusci: Mettendo in contatto una sfera interna carica con gusci sferici esterni, tutta la carica si trasferisce all'esterno, scaricando completamente la sfera interna.

Dato un conduttore elettrico carico, in una situazione di equilibrio elettrostatico, le cariche elettriche saranno distribuite sulla superficie esterna del conduttore.

La densità di carica è il rapporto matematico fra la carica (Q) e la superficie (S) in cui essa è distribuita.



Formula Generale: $\sigma = \frac{Q}{S}$

Conduttore Sferico ($S = 4\pi R^2$): $\sigma = \frac{Q}{4\pi R^2}$

Densità di Carica su Conduttori Irregolari

Il Problema della Simmetria:

A differenza della sfera, su forme generiche la carica in eccesso NON si distribuisce in modo uniforme.

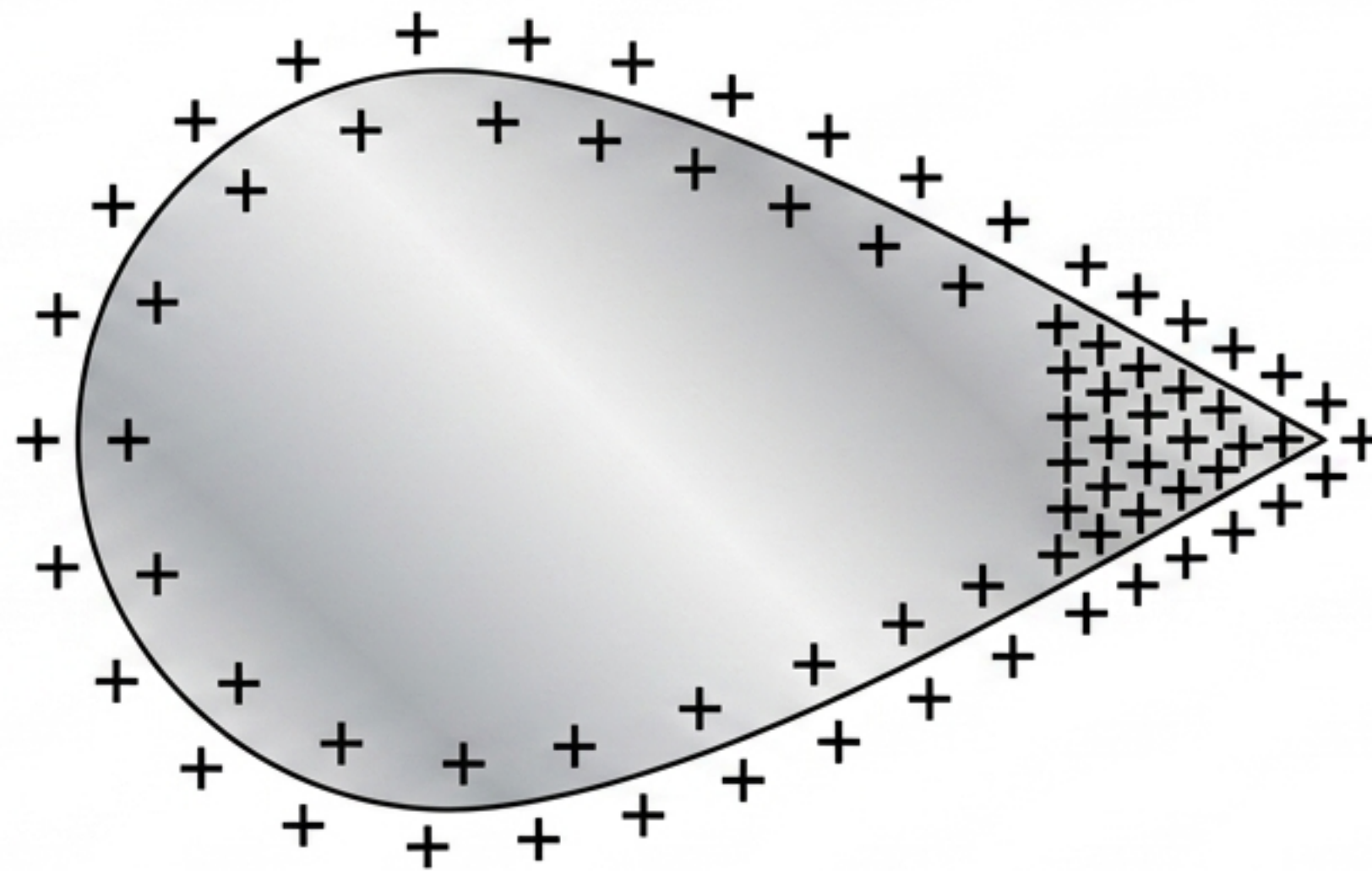
La **densità di carica** in un punto specifico di una superficie elementare (ΔS) è definita come il rapporto $\Delta Q / \Delta S$.

Il Potere delle Punte:

Dove si addensa più carica? Gli esperimenti dimostrano che la carica si concentra nei punti più spigolosi (dove il raggio di curvatura è minore).

Unità di Misura:

L'equazione dimensionale è $[q l^{-2}]$ misurata in $[C/m^2]$.



$$\sigma = \frac{\Delta Q}{\Delta S}$$