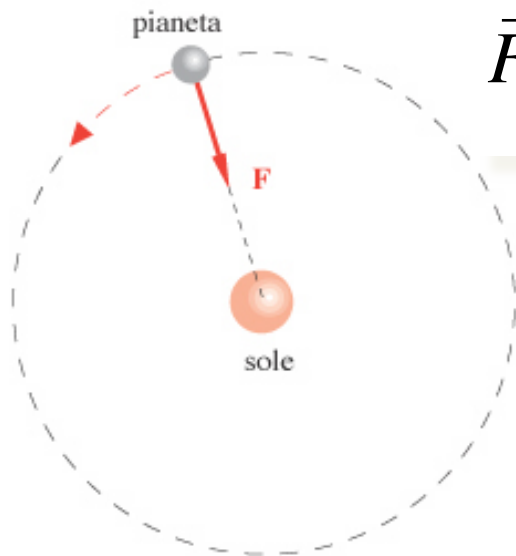


IL CAMPO ELETTROSTATICO

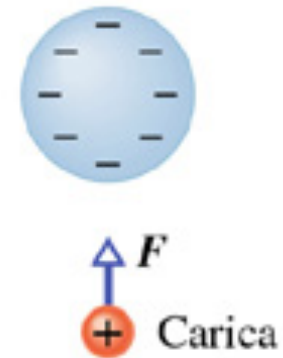


Concetto di campo



$$\vec{F} = -G \frac{mM}{r^2} \vec{u}_r$$

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



(Entrambi forze centrali)

L'azione che si esercita tra due corpi carichi (o tra due masse) si manifesta direttamente e istantaneamente senza alcun meccanismo di mediazione (**azione a distanza**).

Nel 1846, Faraday ipotizzò che le cariche (o le masse) riempissero lo spazio circostante con un'entità alla quale attribuì il nome di **campo**.

Il campo elettrostatico

Come si manifesta l'azione a distanza tra due cariche q e Q ?

Q carica "privilegiata"

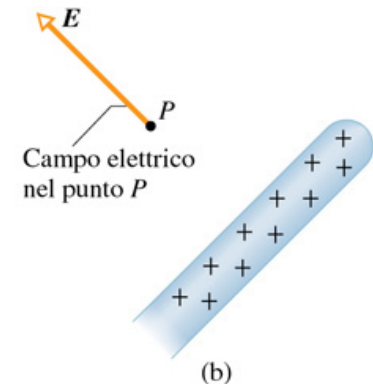
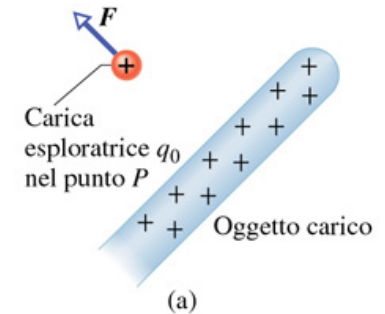
q la CARICA "di prova o esploratrice"

Definiamo il **CAMPO elettrostatico**

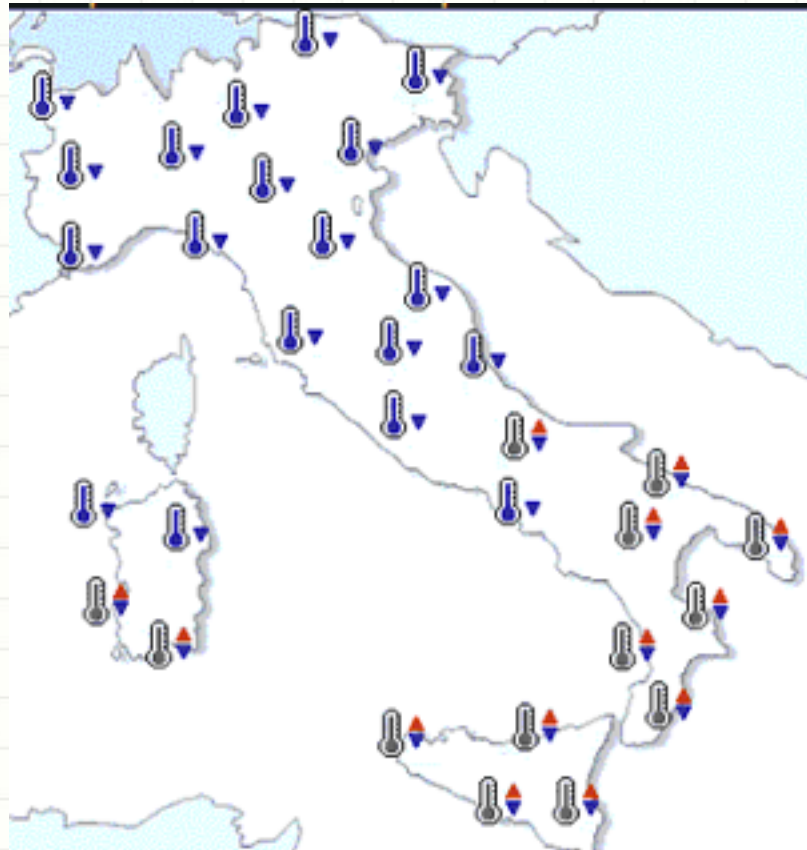
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{u}_r$$

Il campo è generato dalla sorgente Q ed è misurato operativamente attraverso una carica "di prova"

È definito anche se una carica "di prova" NON è presente nel punto

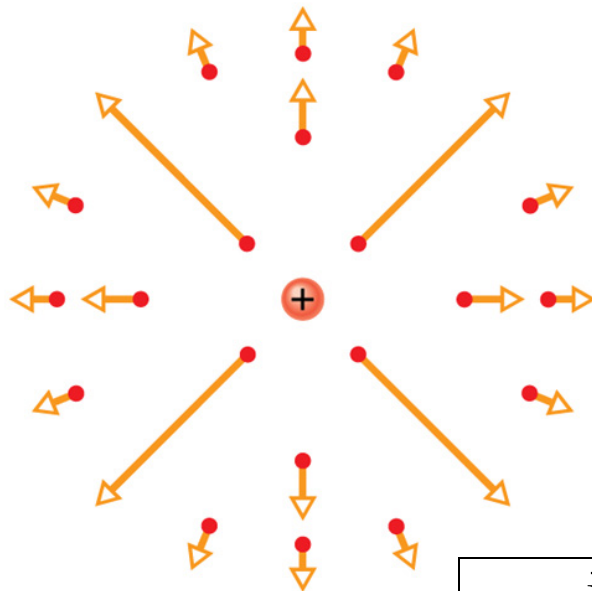


Campo scalare – campo vettoriale



Il campo elettrostatico

“Il campo elettrostatico generato in un punto dello spazio da una o più cariche ferme è definito come la forza elettrica risultante che agisce su una carica di prova positiva posta in quel punto divisa per la carica stessa. Affinché la carica di prova non perturbi il sistema, deve essere molto piccola rispetto alle cariche sorgenti.”



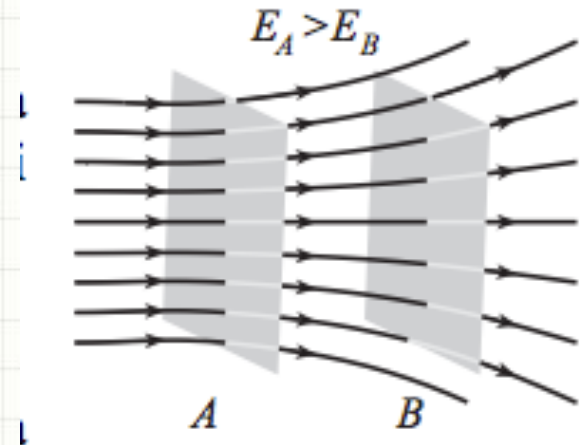
Mettendo una carica elettrica in un punto, lo spazio intorno cambia, diventa diverso da quello che era prima. Ogni punto dello spazio circostante acquista la proprietà, che inizialmente non aveva, di attrarre o respingere altri corpi carichi.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Nel S.I. l'unità di misura del campo
 $E = N/C$

Le linee di forza

Allo scopo di permettere una immediata visualizzazione della distribuzione spaziale del campo elettrico Faraday introdusse il concetto di **linee di forza**.

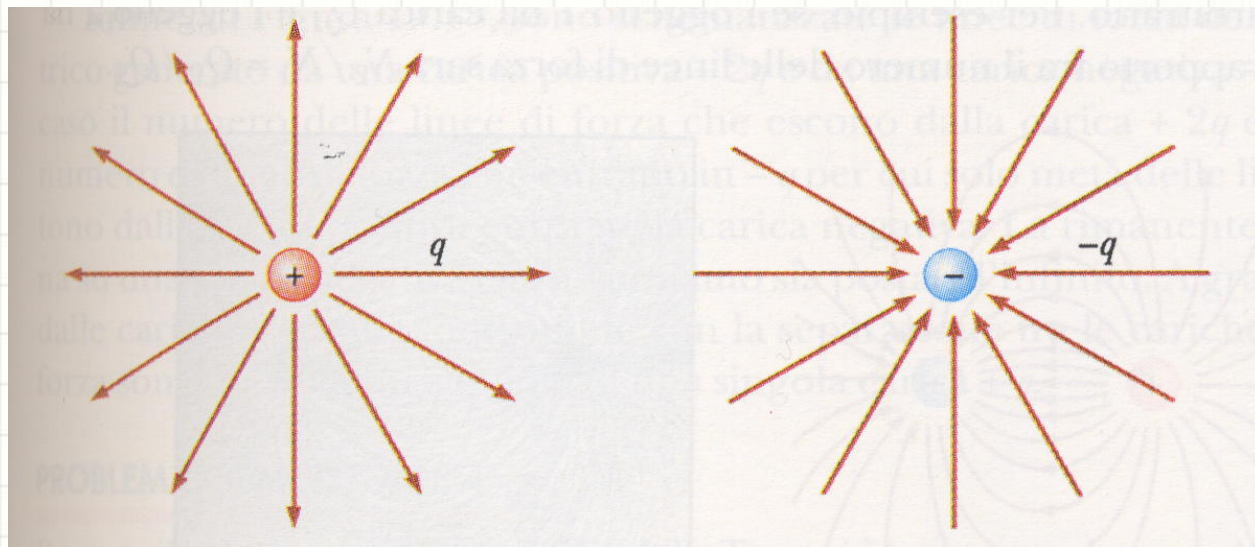


Le **proprietà delle linee di forza** sono:

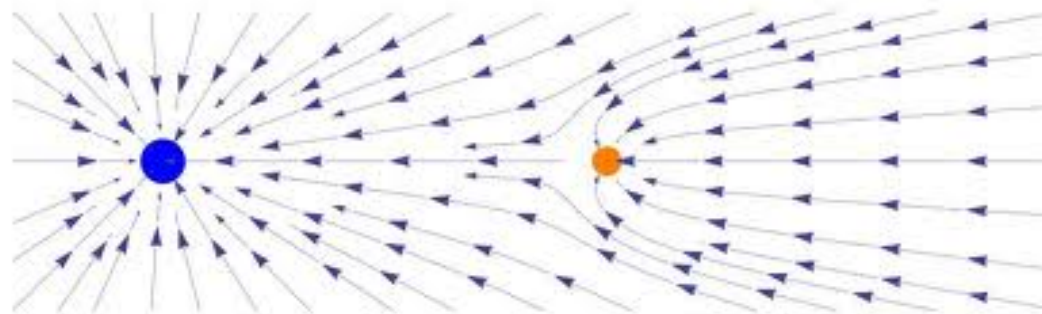
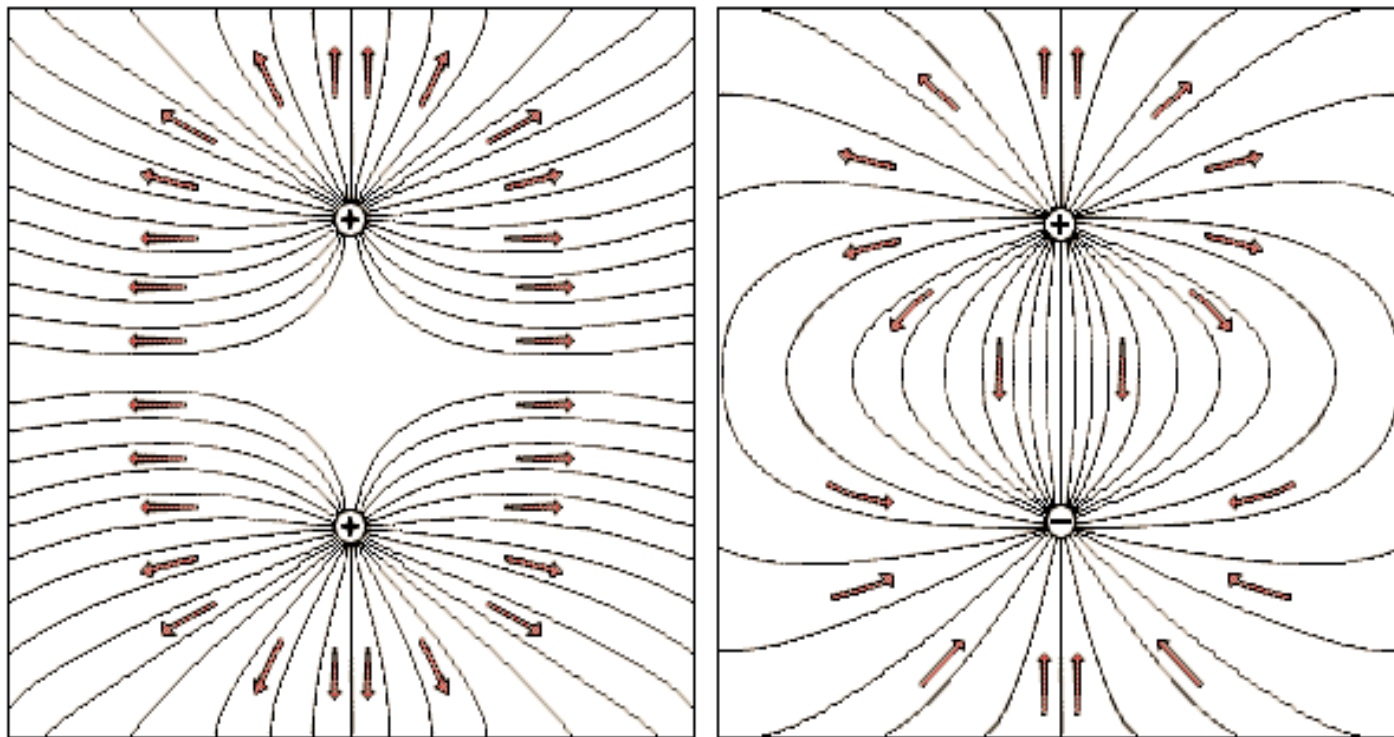
1. Il vettore campo elettrico è tangente alle linee di forza in ogni punto.
2. Il numero di linee di forza per unità di area che attraversano una superficie ad esse perpendicolare è proporzionale all'intensità del campo elettrico in corrispondenza della superficie (*si addensano dove l'intensità del campo è maggiore*)

Le linee di forza

- Non si incrociano mai (il campo è univocamente definito)
- Hanno origine nella cariche positive e terminano in quelle negative. Se ci sono cariche di un solo segno, le linee si chiudono all'infinito.



Le linee di forza



Terra

G. Pugliese

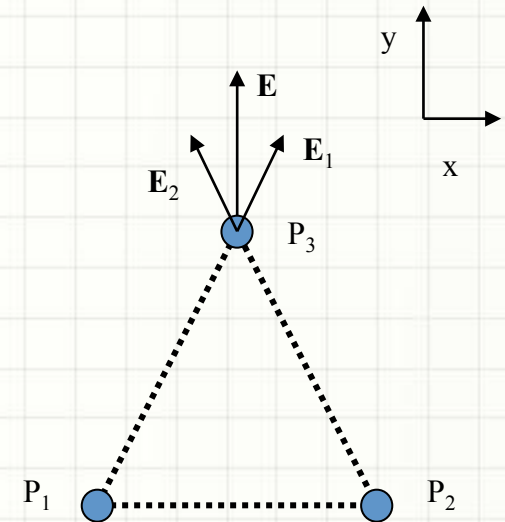
Luna

ESEMPIO: Tre cariche positive eguali $q_1=q_2=q_3$ sono fisse nei vertici di un triangolo equilatero di lato l . Calcolare la forza elettrica agente su ognuna delle cariche e il campo elettrostatico nel centro del triangolo.

Calcoliamo il campo E in P_3 somma del campo prodotto da q_1 e q_2 :

$$E_1 = E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{l^2} \quad \longrightarrow$$

$$E = E_{1y} + E_{2y} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2q \cos 30}{l^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q\sqrt{3}}{l^2}$$



La forza che agisce su q_3 :

$$\vec{F} = q_3 \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2 \sqrt{3}}{l^2} \vec{u}_y$$

Analogamente su P_1 e P_2 .

Nel centro C , equidistante dai vertici, i moduli dei campi generati dalle tre cariche eguali sono uguali.

Forza Gravitazionale e forza Elettrostatica

$$F_G = G \frac{m_e M_P}{r^2}$$

$$F_E = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

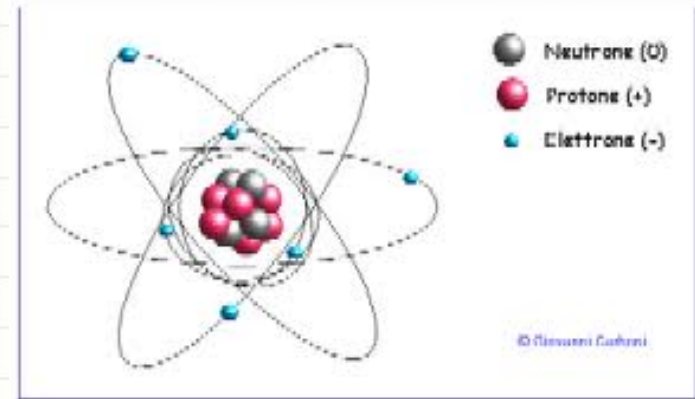
$$\frac{F_E}{F_G} = \frac{1}{G4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{m_e M_P}$$

$$M_P = 1.710^{-27} \text{ kg}$$

$$m_e = 9.110^{-31} \text{ kg}$$

$$G = 6.710^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2$$

$$e = 1.610^{-19} \text{ C}$$

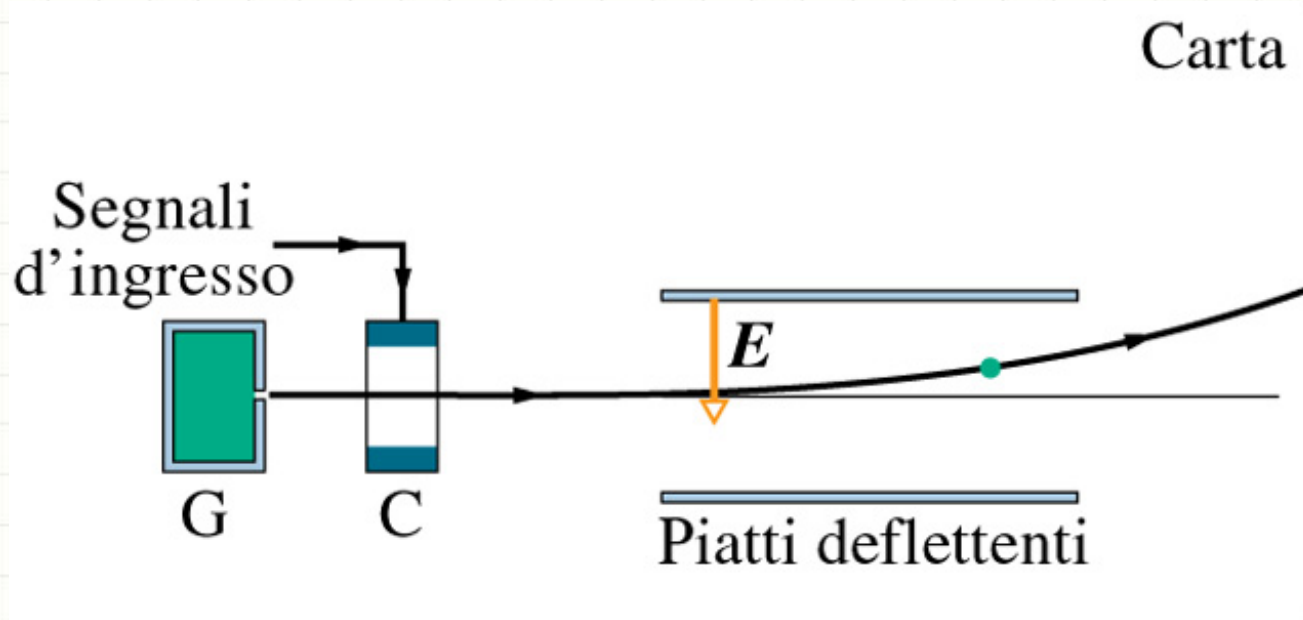


$$\frac{F_E}{F_G} = 2.310^{39}$$

Moto di una carica in un campo elettrostatico trasversale

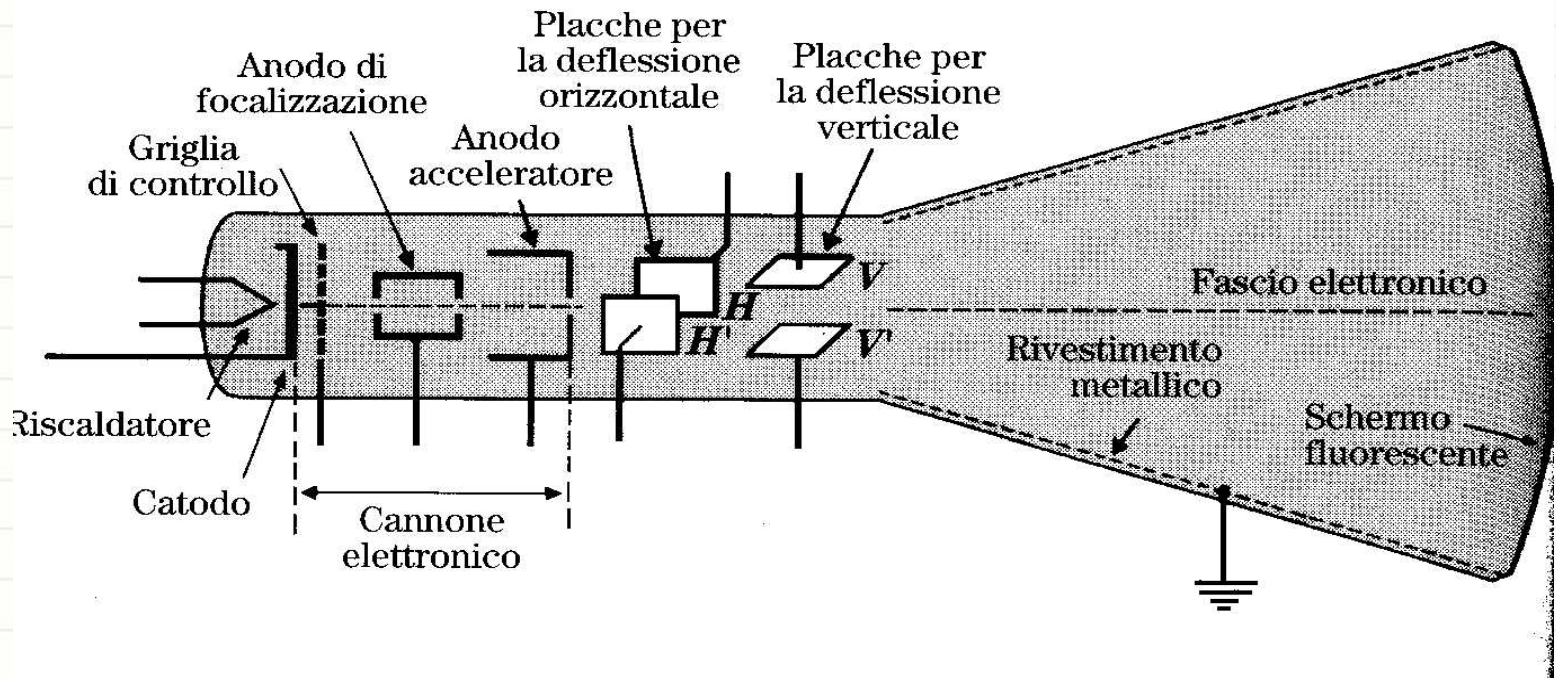
→ RETT. UNIFORME lungo x $x = v_0 t \Rightarrow t = x/v_0$

↑ UNIF. ACCELERATO lungo y $y = F_{el}/m \Rightarrow v_y(t) = (F_{el}/m)t$

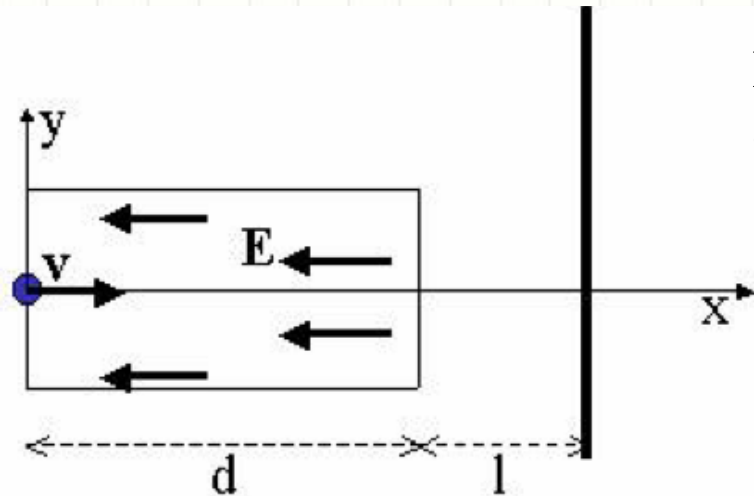


Applicazione

Tubo catodico (televisore, monitor, oscilloscopi....)



Moto di una carica in un campo elettrostatico longitudinale



Determinare la velocità di arrivo dell'elettrone sullo schermo

Applichiamo il teorema dell'energia cinetica:

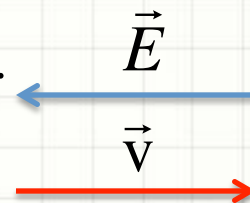
$$W = \Delta K$$

$$eEd = \frac{1}{2} m_e v_f^2 - \frac{1}{2} m_e v^2 \quad \Rightarrow \quad v_f = \sqrt{v^2 + \frac{2eEd}{m_e}}$$

Per l'elettrone il campo è **accelerante**.

Nel tratto di lunghezza l si muoverà di moto uniforme.

Lo stesso campo su una carica $+$ sarebbe stato **decelerante**.



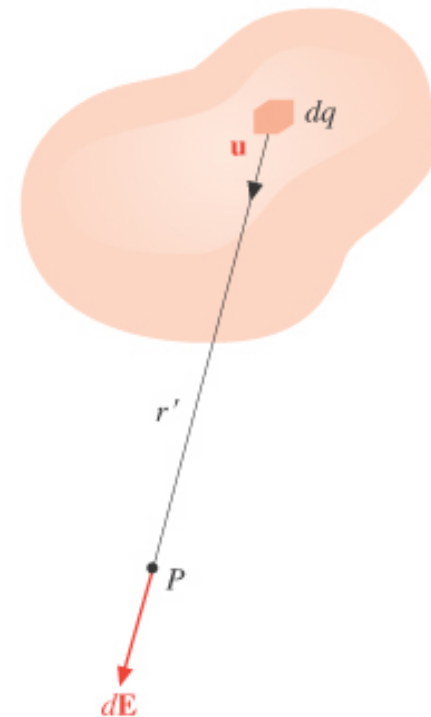
Distribuzione continua di cariche

In presenza di una distribuzione continua di carica, il campo \mathbf{E} nel punto P si ottiene scomponendo la distribuzione di carica di densità volumetrica ρ (o superficiale σ o lineare λ) uniforme in elementini dV (o dS o dl) cui corrisponde una carica dq

$$\lambda = \frac{dq}{dl} \quad \sigma = \frac{dq}{dS} \quad \rho = \frac{dq}{dV}$$



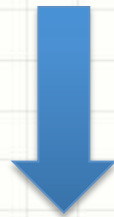
$$d\vec{E} = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{u}_r$$



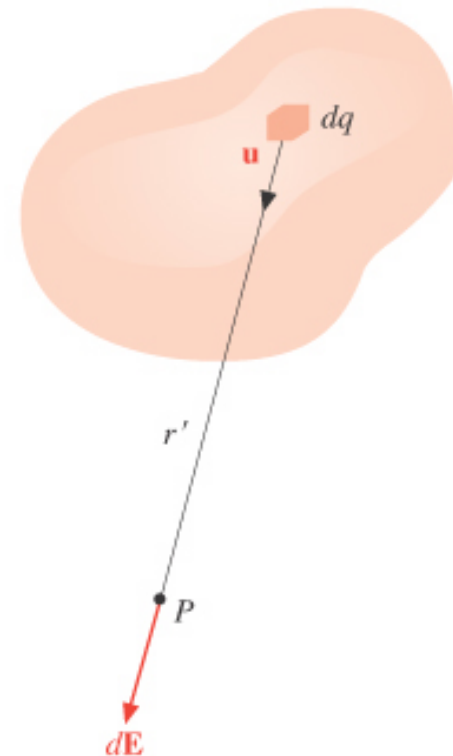
Distribuzione continua di cariche

Applicando il principio di sovrapposizione

$$d\vec{E} = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{u}_r$$



$$\vec{E}(P) = \int d\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_Q \frac{dV}{r^2} \rho \vec{u}_r$$



Esempi

- Campo elettrico prodotto da una sbarretta carica
- Campo elettrico di un anello uniformemente carico
- Campo elettrico di un disco sottile
- Campo elettrico di una lastra piana indefinitamente estesa
- Campo elettrico prodotta da un doppio strato di piani paralleli

