Dinamica

LEGGI DI NEWTON

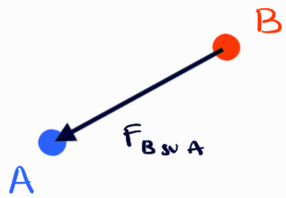
I Un corpo libero (non soggetto a interazioni con l'esterno) "si muove" con $\vec{v}$ costante.
(se è in quiete rimane in quiete, altrimenti si muove di m.r.u.)

II Se il corpo interagisce con l'ambiente, $\vec{v}$ cambia quindi si introduce il concetto di forza $\vec{F}$ e accelerazione $\vec{a}$.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

MASSA INERZIALE

III Dati due corpi A, B :



$$\vec{F}_{B\,su\,A} = -\vec{F}_{A\,su\,B}$$

PRINCIPIO DI AZIONE E REAZIONE

$\vec{F}$ è un vettore

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \implies \begin{cases} F_x = m \cdot a_x \\ F_y = m \cdot a_y \\ F_z = m \cdot a_z \end{cases}$$

$$[F] = M \cdot L/T^2 \qquad kg \cdot \frac{m}{s^2} = N$$

Newton

ELETTROSTATICA

- Carica elettrica q oppure Q

unità di misura: Coulomb C

> Cariche dello stesso segno si respingono
> Cariche di segno opposto si attraggono.

PROPRIETÀ:

- Quantizzazione della carica elettrica.

esiste una carica elettrica minima, cioè il protone

$$q_p = +1.6 \cdot 10^{-19} C$$

Qualunque carica elettrica è multiplo di q_p.

Carica elettrica dell'elettrone : $q_e = -q_p = -1.6 \cdot 10^{-19}$ C

- Conservazione della carica elettrica.

La somma algebrica delle cariche elettriche presenti in un dato volume rimane costante.

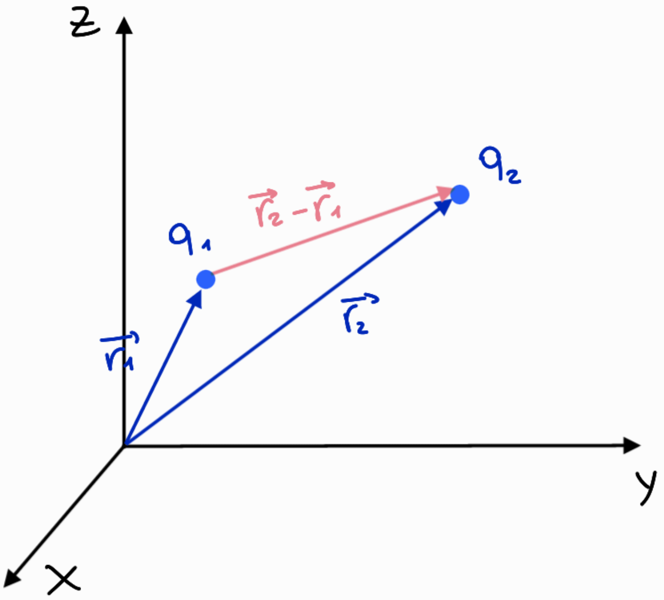
Qual è la forza che caratterizza l'interazione tra le cariche elettriche?

Alcune assunzioni:

- consideriamo corpi puntiformi
- in partenza le cariche sono ferme
- siamo nel vuoto

Legge di Coulomb

- q_1, q_2 cariche elettriche puntiformi
- r_1, r_2 posizione di q_1 e q_2 rispettivamente.



costante

versore di $\vec{r_2}-\vec{r_1}$

$$\vec{F}_{q_1 \to q_2} = K_e \cdot \boxed{\frac{q_1 q_2}{|\vec{r_2}-\vec{r_1}|^2}} \cdot \frac{\vec{r_2}-\vec{r_1}}{|\vec{r_2}-\vec{r_1}|}$$

- q_1 e q_2 hanno lo stesso segno: $q_1 \cdot q_2 > 0$ (repulsione)
- q_1 e q_2 hanno segno opposto: $q_1 \cdot q_2 < 0$ (attrazione)

$$\boxed{\vec{F}_{q_1 \text{ su } q_2} = K_e \cdot \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^2} \cdot \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|}}$$

Direzione e verso di $\vec{F}_{q_1 \text{ su } q_2}$ dati dal versore di $\vec{r}_2 - \vec{r}_1$

nel vuoto: $K_e = 9 \cdot 10^9 \ \frac{N}{C^2} \cdot m^2$

Osservazione: $\vec{F}_{q_1 \text{ su } q_2} + \vec{F}_{q_2 \text{ su } q_1} = 0$

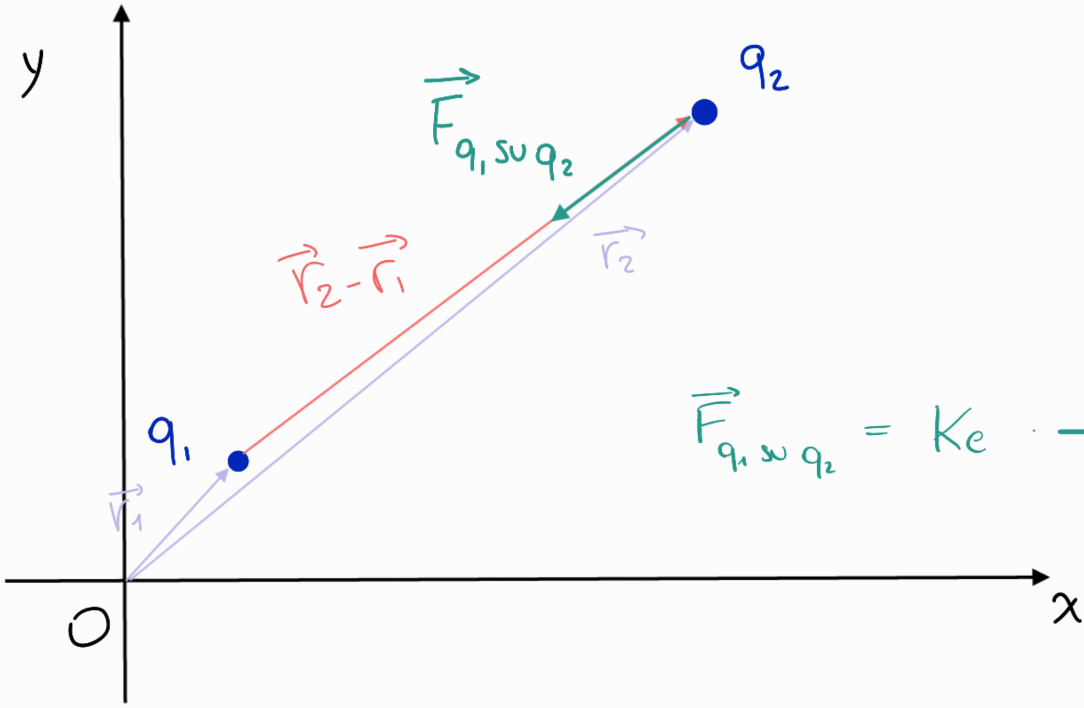
Esercizio

Due cariche puntiformi sono poste nei punti (x, y)

$q_1 = 1.0\ \mu C$ in $(1\ cm, 1\ cm)$

$q_2 = 1.5\ \mu C$ in $(5\ cm, 4\ cm)$

Trovare la forza (vettore) che q_1 esercita su q_2.



$$\vec{F}_{q_1 su q_2} = K_e \cdot \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^2} \cdot \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|}$$

$q_1 = 1.0\ \mu C \qquad \vec{r}_1 = 0.01\ \vec{i} + 0.01\ \vec{j}$

$q_2 = -1.5\ \mu C \qquad \vec{r}_2 = 0.05\ \vec{i} + 0.04\ \vec{j}$

$$\vec{r}_2 - \vec{r}_1 = 0.04\ \vec{i} + 0.03\ \vec{j}$$

$$|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^2 = (0.04^2 + 0.03^2)\ m^2 = 0.05^2\ m^2$$

$$|\vec{r}_2 - \vec{r}_1| = 0.05\ m$$

$$\vec{F}_{q_1 su q_2} = K_e \cdot \frac{-1.5 \cdot 10^{-12} C}{0.05^2\ m^2} \cdot \frac{0.04\vec{i} + 0.06\vec{j}}{0.05\ m}$$

$$= 9 \cdot 10^9 \frac{N m^2}{C^2} \cdot \frac{-1.5 \cdot 10^{-12} C}{0.05^2\ m^2} \cdot \left(\frac{4}{5}\vec{i} + \frac{3}{5}\vec{j} \right)$$

$$= -5.4 N \left(\frac{4}{5}\vec{i} + \frac{3}{5}\vec{j} \right)$$

Esercizio

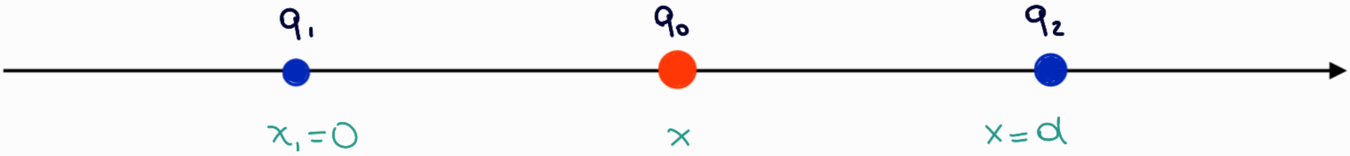
3 cariche puntiformi disposte lungo una retta

$q_1 = -5.4\,\mu C$ in $x = 0$ m

$q_2 = -2.2\,\mu C$ in $x = 1.0$ m

$q_0 = 1.6\,\mu C$ tra q_1 e q_2

Trovare la posizione tra q_1 e q_2 in cui la forza complessiva su q_0 e' nulla.



$$\vec{r}_1 = 0\,\vec{i} \qquad \vec{r}_0 - \vec{r}_1 = x \cdot \vec{i} \qquad |\vec{r}_0 - \vec{r}_1| = x$$

$$\vec{r}_2 = d\,\vec{i} \qquad \vec{r}_0 - \vec{r}_2 = (x-d)\cdot\vec{i} = -(x-d)\cdot\vec{i}$$

$$|\vec{r}_0 - \vec{r}_2| = d - x$$

$$\vec{r}_3 = x\,\vec{i}$$

$$\vec{F}_{q_1 \text{ su } q_0} = K_e \cdot \frac{q_1 q_0}{x^2} \cdot \vec{i}$$

$$\vec{F}_{q_2 \text{ su } q_0} = K_e \frac{q_2 q_0}{(d-x)^2} \cdot (-\vec{i})$$

$$\underbrace{\vec{F}_{q_1 \text{ su } q_0} + \vec{F}_{q_2 \text{ su } q_0} = 0}_{\text{Per trovare } x}$$

$$\Longrightarrow \cancel{K_e} \cdot \frac{q_1 \cancel{q_0}}{x^2} \cdot \vec{i} = \cancel{K_e} \frac{q_2 \cancel{q_0}}{(d-x)^2} \cdot \vec{i} \Longrightarrow \frac{q_1}{x_2} = \frac{q_2}{(d-x)^2}$$

$$\Longrightarrow \quad x_2 = \frac{q_1}{q_2}(d-x)^2 \quad \Longrightarrow \quad (d-x)^2 = x^2\,\frac{q_2}{q_1}$$

$$\Longrightarrow \quad d - x = \pm\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}\;x \quad — \quad x = \frac{d}{1+\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}} = 0.61\ \text{m}$$

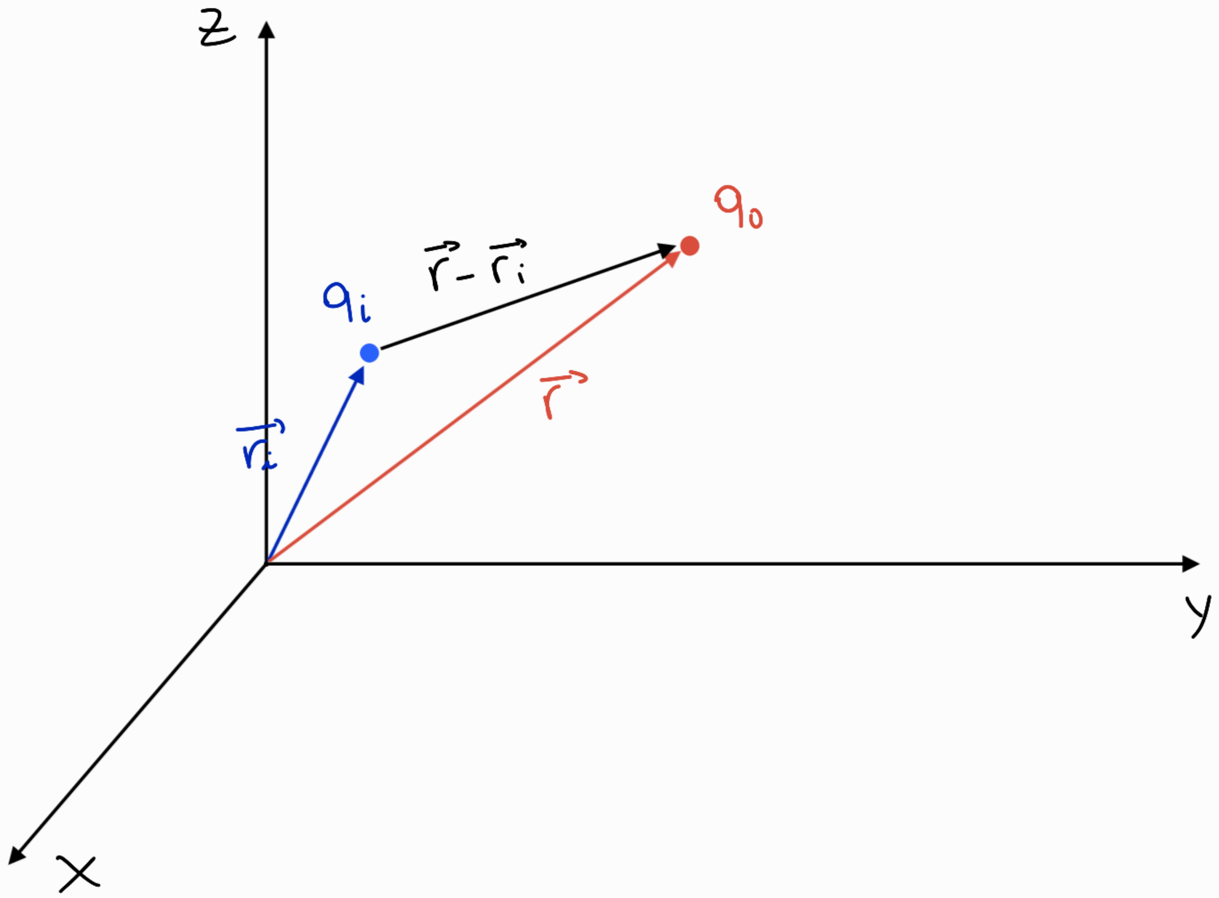
$$\cancel{x = \frac{d}{1-\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}}}$$

Campo elettrico

Supponiamo di avere n cariche puntiformi

$\{q_i\}$ $\{\vec{r}_i\}$ $i = 1, 2, \dots, n$

q_0 $\vec{r}$



$$\vec{F}_{su\ q_0} = \sum_{i=1}^{n} K_e \frac{q_0 q_i}{|\vec{r}-\vec{r}_i|^2} \cdot \frac{\vec{r}-\vec{r}_i}{|\vec{r}-\vec{r}_i|} = q_0 \sum_{i=1}^{n} K_e \frac{q_i}{|\vec{r}-\vec{r}_i|^2} \cdot \frac{\vec{r}-\vec{r}_i}{|\vec{r}-\vec{r}_i|}$$

$$\vec{F}_{su\ q_0'} = \sum_{i=1}^{n} K_e \frac{q_0' q_i}{|\vec{r}-\vec{r}_i|^2} \cdot \frac{\vec{r}-\vec{r}_i}{|\vec{r}-\vec{r}_i|} = q_0' \boxed{\sum_{i=1}^{n} K_e \frac{q_i}{|\vec{r}-\vec{r}_i|^2} \cdot \frac{\vec{r}-\vec{r}_i}{|\vec{r}-\vec{r}_i|}}$$

CAMPO ELETTRICO $\vec{E}$