

# ELETTROSTATICA

- Fenomenologia
- Legge di Coulomb
- Campo elettrico
  - dipolo elettrico
  - distribuzione lineare uniforme

## Carica elettrica

$q$  oppure  $Q$

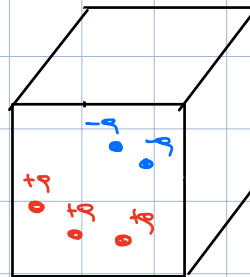
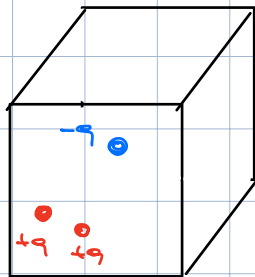
unità di misura C (coulomb)

- quantizzazione della carica elettrica

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

$$q_e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

- Conservazione della carica elettrica

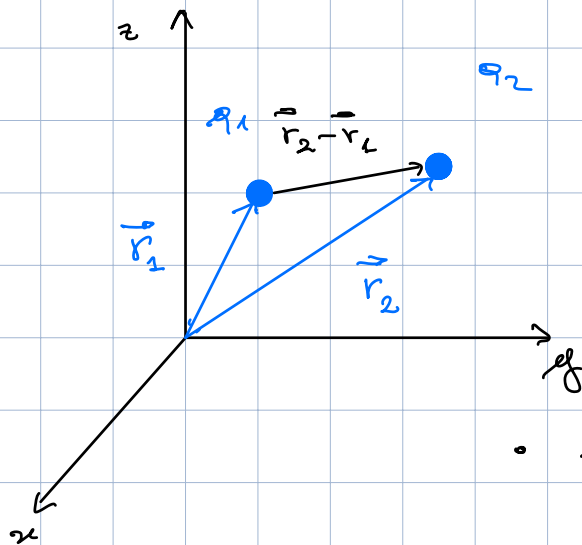


# LEGE DI COULOMB

- $q_1, q_2$  cariche elettriche puntiformi
- $\vec{r}_1, \vec{r}_2$  posizione di  $q_1$  e  $q_2$

NB  $\vec{a}$  vettore

$$\frac{\vec{a}}{|\vec{a}|} = \frac{\vec{a}}{a} \text{ versore}$$



Forza che  $q_1$  esercita su  $q_2$

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

- $q_1, q_2$  stesso segno  $q_1 q_2 > 0$   
 $q_2$  respinta da  $q_1$
- $q_1, q_2$  segno opposto  $q_1 q_2 < 0$   
 $q_2$  attratta da  $q_1$

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

Forza che  $q_2$  esercita su  $q_1$

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

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

in accordo con  
/ III Legge di Newton

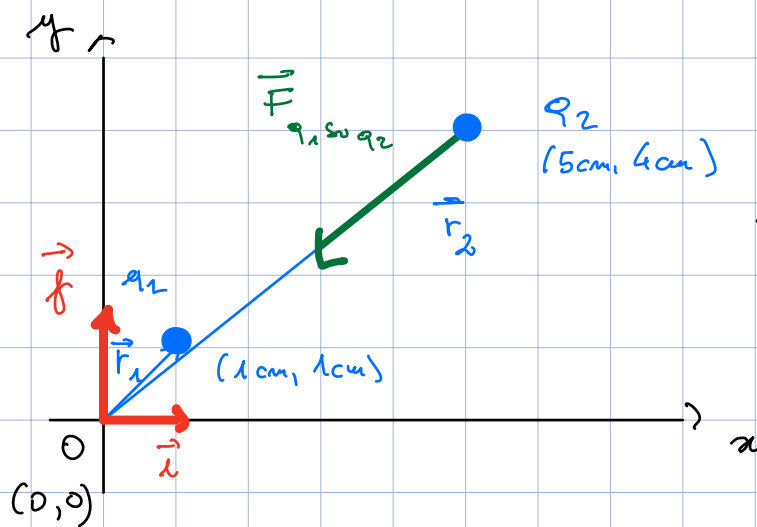
**Esercizio:** due cariche puntiformi sono poste nei punti (x,y)

$q_1 = +1.0 \text{ uC}$  in (1 cm, 1 cm)

$q_2 = -1.5 \text{ uC}$  in (5 cm, 4 cm)

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

$$\vec{F} = k_c \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^2} \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|}$$



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

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

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

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

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

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

$$\vec{F}_{q_2 \text{ zu } q_1} = k_e \frac{-1.5 \times 10^{-12} \text{ C}}{(0.05)^2 \text{ m}^2} \frac{0.04 \vec{i} + 0.03 \vec{j}}{0.05}$$

← Versore →

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

← Versore →

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

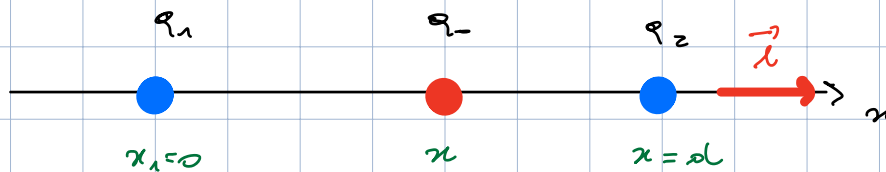
**Esercizio:** tre cariche puntiformi sono disposte lungo una retta

$q_1 = -5.4 \text{ uC}$  in  $x=0 \text{ m}$

$q_2 = -2.2 \text{ uC}$  in  $x=1.00 \text{ m}$

$q_0 = +1.6 \text{ uC}$  tra  $q_1$  e  $q_2$

Trovare la posizione tra  $q_1$  e  $q_2$  in cui la forza complessiva su  $q_0$  è nulla



$$q_1 = -5.4 \mu C$$

$$\vec{r}_1 = 0 \quad \vec{x} = 0$$

$$\vec{r}_0 - \vec{r}_1 = x \vec{x}$$

$$|\vec{r}_0 - \vec{r}_1| = x$$

$$\frac{\vec{r}_0 - \vec{r}_1}{|\vec{r}_0 - \vec{r}_1|} = \vec{x}$$

$$q_2 = -2.2 \mu C$$

$$\vec{r}_2 = d \vec{x}$$

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

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

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

$$q_0 = +1.6 \mu C$$

$$\vec{r}_0 = x \vec{x}$$

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

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

$$\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} = \frac{1}{f} - \frac{1}{d-x} = 0$$

$$\frac{1}{r_1} = \frac{1}{d-x}$$

$$r_1 = \frac{1}{d-x}$$

$$(d-x)^2 = \frac{1}{r_1} r_1^2$$

$$d-x = \pm \sqrt{\frac{1}{r_1}}$$

$$x = \frac{d}{1 + \sqrt{1/r_1}} = 0.61 \mu$$

$$x = \frac{d}{1 - \sqrt{1/r_1}}$$

max compres-  
tra  $q_1 \in q_2$



# Campo Elettrico

$\{q_i\}$

$q_0$

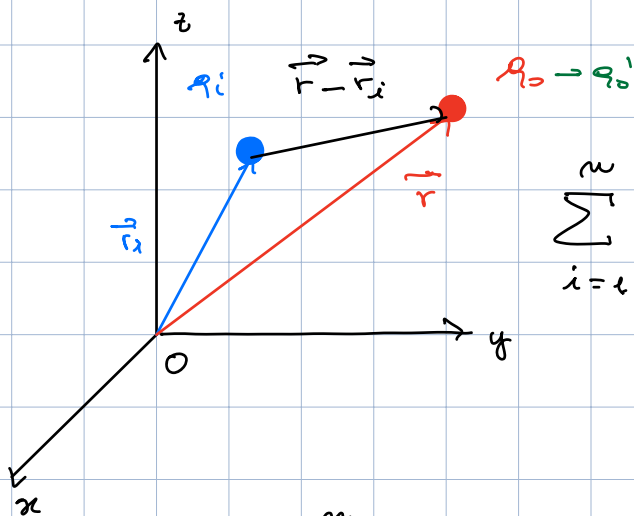
$\{\vec{r}_i\}$

$\vec{r}$

$i = 1, 2, \dots, n$

Candele puntiformi

Cerca di  
pura



$$\sum_{i=1}^n$$

$$k_e \frac{q_0 q_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^2} \frac{\vec{r} - \vec{r}_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|}$$

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

$$\vec{F}_{s q_0'} = \sum_{i=1}^n k_e \frac{q_0' q_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^2} \frac{\vec{r} - \vec{r}_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|} = q_0' \sum_{i=1}^n k_e \frac{q_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^2} \frac{\vec{r} - \vec{r}_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|}$$

$$\vec{E} = \lim_{q_0 \rightarrow 0} \frac{\vec{F}}{q_0}$$

Campo Elettrico

$\vec{E}$

$\vec{E}$  non dipende dal segno di  $q_0$ .

