**Lezione 12 26/01/2024**

venerdì 26 gennaio 2024 10:14

# Lezione # 12
## 26/01/2024

# ELETTROMAGNETISMO

Nuova forza di interazione dovuta a una prop. intrinseca della materia

↳ presenza di particelle elementari atomiche

↓

$$\begin{cases} e^- \\ p \end{cases} \quad \text{carica} \neq 0$$

$q$ = carica elettrica

$[q]$ = Coulomb = C

La $q$ è quantizzata $\rightarrow n \cdot |e^-|$

$\uparrow$ intero

$$|e^-| = 1{,}6 \; 10^{-19} \; C$$

$Q = \Sigma$ algebrica di tutte le cariche presenti nella materia

$Q_{TOT} = \sum$ algebrica di tutte le cariche presenti nella materia

$e^- \rightarrow q<0$

$p \rightarrow q>0$

$Q_{TOT} = q - q \dots$

Elettrostatica

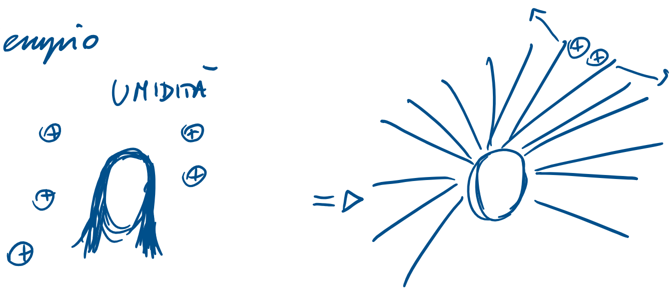
$(\vec{v} = \vec{0})$

Fenomeni di accumulo di carica elettrica

$\Downarrow$

$Q_{TOT} \neq 0$

Esempio




$\Rightarrow$ Cariche dello stesso segno $\Rightarrow$ forze repulsive

" di segno opposto $\Rightarrow$ " attrattive

Rispetto all'accumulo di carica:

Conduttori $\rightarrow$ resistenza rispetto al mov. di elettroni

( Cu

Isolanti → resistenza enorme al passaggio di $e^-$
(Legno; gomma ... )

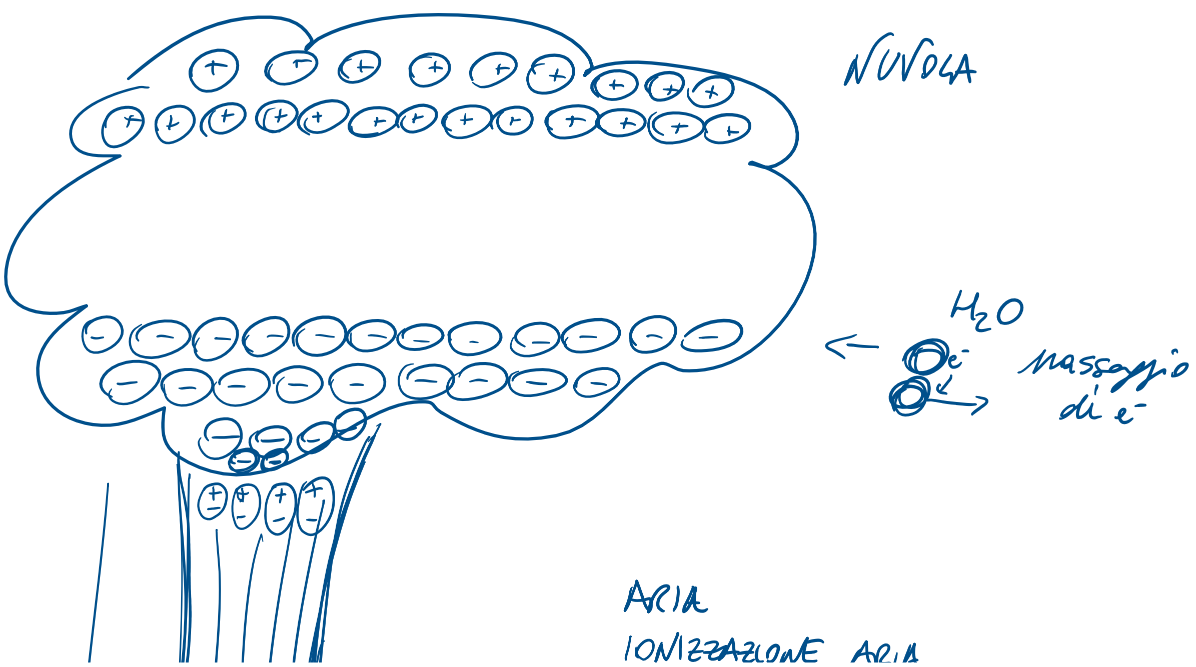
Semiconduttori → hanno una resistenza variabile → conduttori / → isolanti
( Silicio )

Superconduttori → resistenza = 0 a Temperatura molto basse consentono un passaggio di q senza dissipare energia

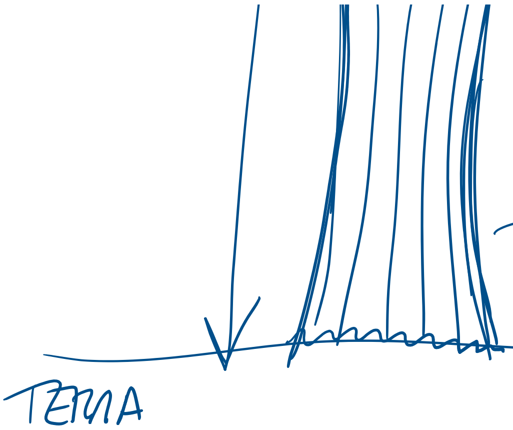
Esempio:

FULMINI, TEMPORALI :

Aria → normalmente è un isolante



ARIA
IONIZZAZIONE ARIA




↳ formazione canale ionico
↳ Aria diventa un conduttore che collega cielo – Terra

→ fulmine → $Q_{TOT} < 0$ → si deposita sulla Terra

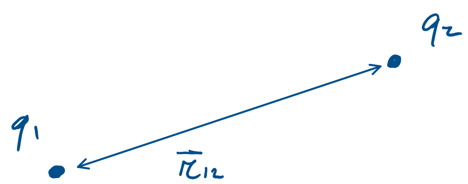
→ luce emessa viaggia a $v_{LUCE} = 3 \cdot 10^8$ m/s

→ suono viaggia a $v_{SUONO} = 3 \cdot 10^2$ m/s

$\simeq 10^6$ differenza di V. tra suono e luce

## FORZA DI COULOMB

HP: carica puntiforme ⇒ $\begin{cases} q \neq 0 \\ V = S = 0 \quad \text{nessuna estensione spaziale} \end{cases}$



$$F_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2}$$

Modulo

→ modulo delle cariche

$$F_{12} \propto |q_1||q_2|$$

→ distanza$^2$ tra le cariche

$$F_{12} \propto \frac{1}{r_{12}^2}$$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

→ costante dielettrica nel vuoto
dipende quindi dal mezzo in cui si trovano le q

$\varepsilon_0$ 2 vuoto

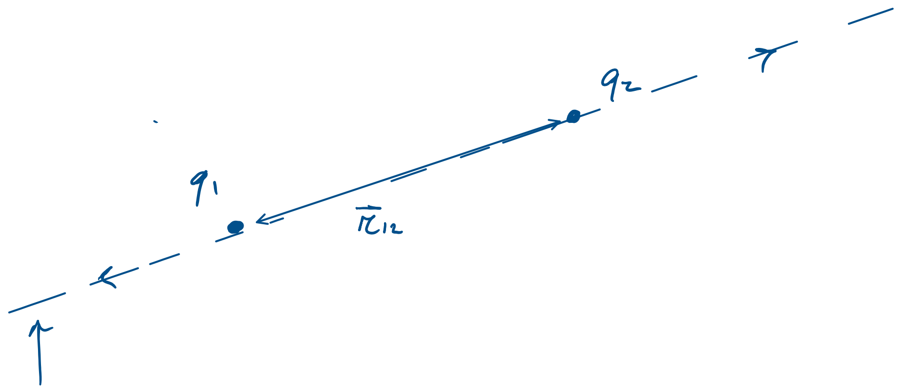
Se fossimo in un mezzo diverso

→ $\varepsilon_0 \rightarrow \varepsilon_0 \varepsilon_r$

c. dielettrica relativa

$F$

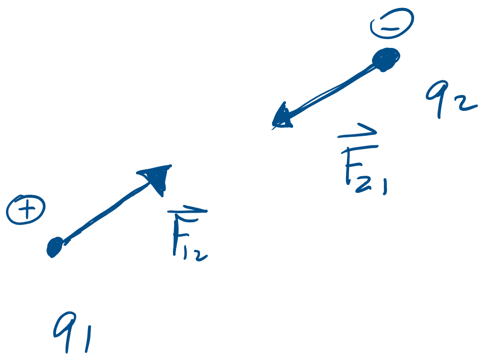
$\vec{F}_c$ quindi la direzione:



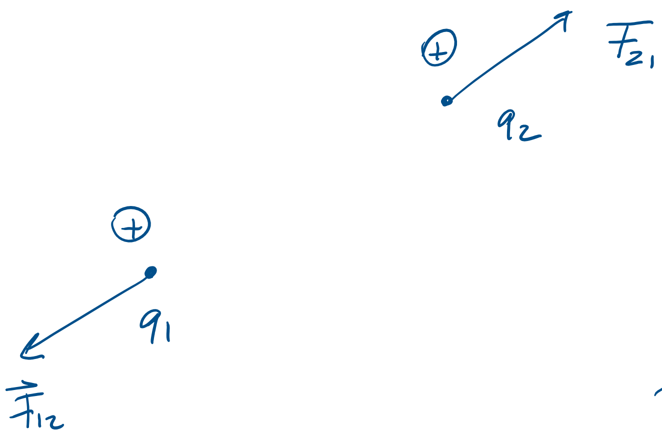

retta che passa per $(q_1, q_2)$

E il verso?

Dipende dal segno delle cariche:




segno opposto

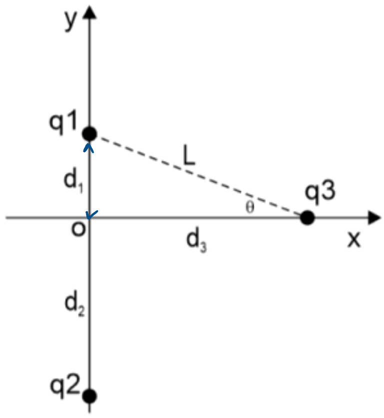



stesso segno

forza repulsiva

Esercizio:

Tre cariche puntiformi q1, q2 e q3, sono tenute ferme nella configurazione riportata in figura. Le cariche valgono: q1 = q2 = 3.20 $10^{-19}$ C e q3 = -2q1. Le cariche q1, q2 e q3 sono distanti d1, d2 e d3 dall'origine degli assi O. La lunghezza L = 3 cm, l'angolo $\theta$ = 30° e d2 = 2.5 cm. [Si ricorda che $1/(4\pi\varepsilon_0)$ = 8.99 $10^9$ N $m^2/C^2$].
Calcolare:




$\Rightarrow$ 1. La Forza di Coulomb esercitata dalla carica q2 sulla carica q1.
2. Disegnare le linee di forza dei campi elettrici generati dalle 3 cariche.
3. Il modulo del campo elettrico totale generato da q1 e q2 solamente (trascurare la presenza della carica q3) nel punto O.
4. La distanza lungo l'asse y in cui il campo elettrico calcolato al pto 3 sia nullo.
5. Il modulo del campo elettrico nell'origine degli assi quando si considera anche q3.

1)

$$F_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2}$$

$$r_{12} = d_1 + d_2$$

$d_1$ ?

$$d_1 = L \sin\theta$$

$$r_{12} = (L\sin\theta + d_2)$$

$$F_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{(3{,}2\ 10^{-19})(3{,}2\ 10^{-19})}{(L\sin\theta + d_2)^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{(3{,}2\ 10^{-19})^2}{(L\sin\theta + d_2)^2}$$

$$= 8{,}99\,10^9 \frac{(3{,}2)^2\, 10^{-38}}{(3\,\cancel{10^{-2}} \cdot \sin(30°) + 2{,}5\,\cancel{10^{-2}})^2\, 10^{-4}} =$$

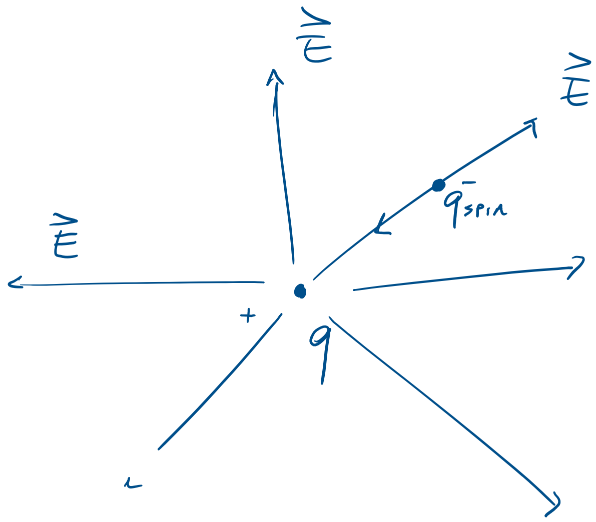
$$= 8{,}99\,(3{,}2)^2\,\frac{10^{-38}\cdot 10^{9}}{(1{,}5+2{,}5)^2\,10^{-4}}$$

$$= 5{,}7536\,10^{-25}\,N \simeq 6\cdot 10^{-25}\,N \quad (1\,c.s.)$$

CAMPO ELETTRICO

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_c}{q} \qquad [E] = \frac{N}{C}$$

Ma come faccio a stimare $\vec{E}$ ?




Per minimizzare l'effetto del campo elettrico dovuto alla presenza della seconda carica $q_{SPIA}$

$$q_{SPIA} \ll q \qquad E_{SPIA} \ll E \quad \text{sia trascurabile}$$

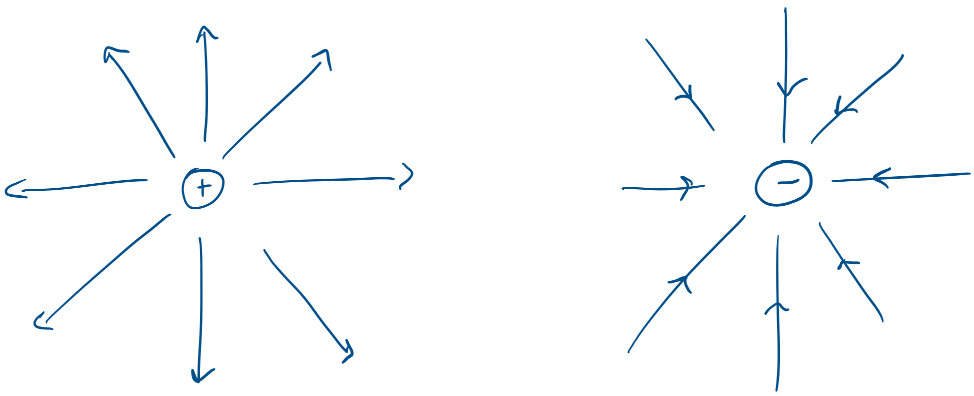
$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q\,\cancel{q_{sprva}}}{r^2} \cdot \frac{1}{\cancel{q_{sprva}}}$$

$$\boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r^2}}$$

Campo elettrico generato da una carica puntiforme a dist. $r$

LINEE DI FORZA DI $\vec{E}$:

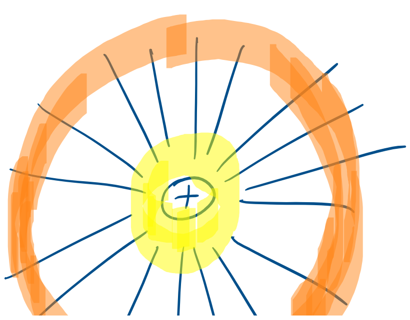
1)



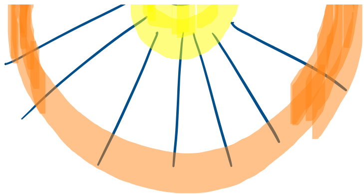
2) La densità delle linee di forza è prop. all'intensità di $\vec{E}$

 = densità alta

 = " bassa

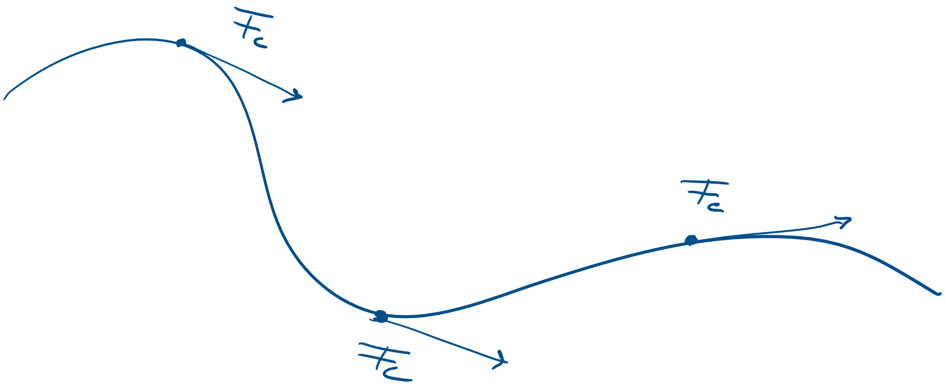


$$\text{densità} = \frac{\#\ \text{LINEE}}{\dots}$$



densità = $\dfrac{\#\ \text{LINEE}}{\text{SUP.}}$

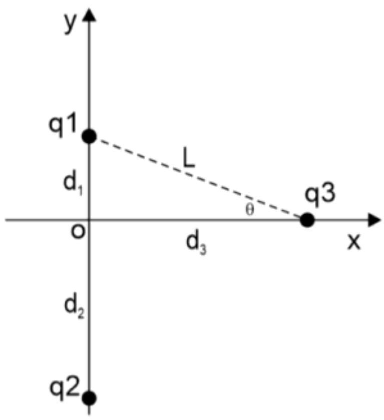
3) $F_c$ è sempre tangenziale a una linea di forza




Esercizio

Tre cariche puntiformi q1, q2 e q3, sono tenute ferme nella configurazione riportata in figura. Le cariche valgono: $q1 = q2 = 3.20\ 10^{-19}$ C e $q3 = -2q1$. Le cariche q1, q2 e q3 sono distanti d1, d2 e d3 dall'origine degli assi O. La lunghezza L = 3 cm, l'angolo $\theta = 30°$ e d2 = 2.5 cm. [Si ricorda che $1/(4\pi\varepsilon_0) = 8.99\ 10^9$ N m²/C²]. Calcolare:

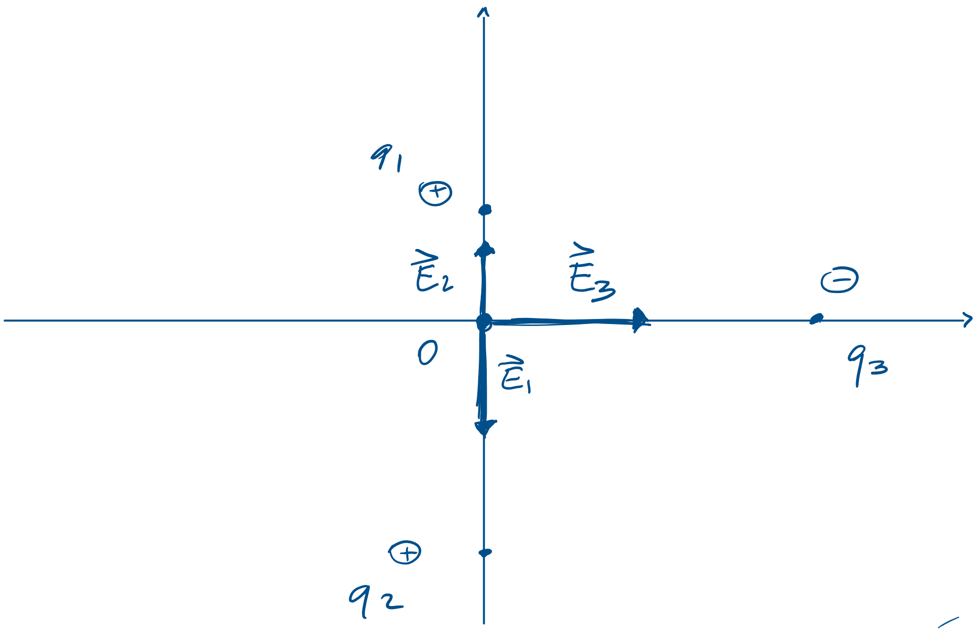
1. La Forza di Coulomb esercitata dalla carica q2 sulla carica q1.
2. ~~Disegnare le linee di forza dei campi elettrici generati dalle 3 cariche.~~
3. Il modulo del campo elettrico totale generato da q1 e q2 ~~sommato (trascurare la presenza della carica q3) nel punto O.~~ e q3 in O
4. ~~La distanza lungo l'asse y in cui il campo elettrico calcolato al pto 3 sia nullo.~~
5. ~~Il modulo del campo elettrico nell'origine degli assi quando si considera anche q3.~~

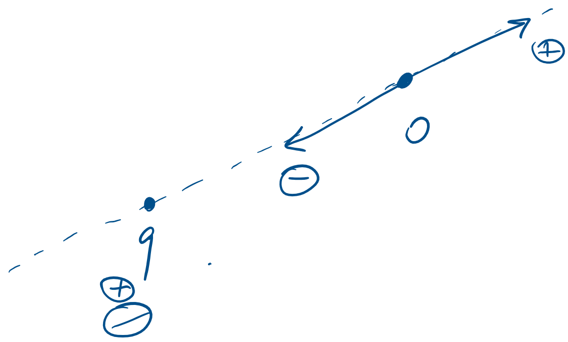



3) Calcolare $\vec{E}_{TOT}$ in O

$$\vec{E}_{TOT} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$$

$$\begin{cases} E_{TOT,x} = E_{1x} + E_{2x} + E_{3x} \\ E_{TOT,y} = E_{1y} + E_{2y} + E_{3y} \end{cases}$$




$$\begin{cases} E_{TOT,x} = E_3 \\ E_{TOT,y} = -E_1 + E_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_{TOT,x} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} \dfrac{q_3}{r_3^2} \\ E_{TOT,y} = -\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} \dfrac{q_1}{r_1^2} + \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} \dfrac{q_2}{r_2^2} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[ -\dfrac{q_1}{r_1^2} + \dfrac{q_2}{r_2^2} \right] \end{cases}$$

$$\begin{cases} r_1 = d_1 = L\sin\theta \\ r_2 = d_2 \quad ✓ \end{cases}$$

$q_1 = q_2$

$q_3 = -2q_1$

$q_1 = q$

$$\begin{cases} r_2 = d_2 \checkmark \\ r_3 = d_3 = L\cos\theta \end{cases}$$

$q_3 = -2q_1$

$|q_1| = |q_2| = |q| \qquad |q_3| = 2|q|$

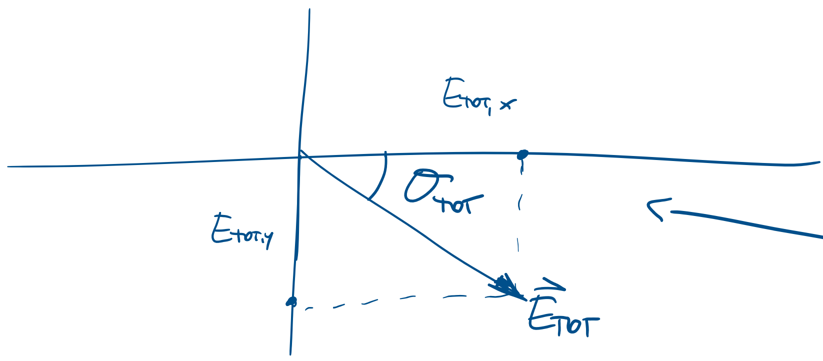
$$\begin{cases} E_{TOT,x} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\,\dfrac{2q}{(L\cos\theta)^2} = \\[2ex] E_{TOT,y} = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[-\dfrac{1}{(L\sin\theta)^2} + \dfrac{1}{d_2^2}\right] = \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_{TOT,x} = 8{,}99\ 10^9 \cdot \dfrac{2\cdot(3{,}2\ 10^{-19})}{[0{,}03\cdot\cos(30°)]^2} \\[2ex] E_{TOT,y} = 8{,}99\ 10^9 \cdot (3{,}2\ 10^{-19})\left[-\dfrac{1}{(0{,}03\sin(30°))^2} + \dfrac{1}{(0{,}025)^2}\right] \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_{TOT,x} = 8{,}57\ 10^{-6}\ N/C \\ E_{TOT,y} = -8{,}18\ 10^{-6}\ N/C \end{cases}$$

$$E_{TOT} = \sqrt{E_{TOT,x}^2 + E_{TOT,y}^2} = 11{,}84\ 10^{-6}\ N/C$$

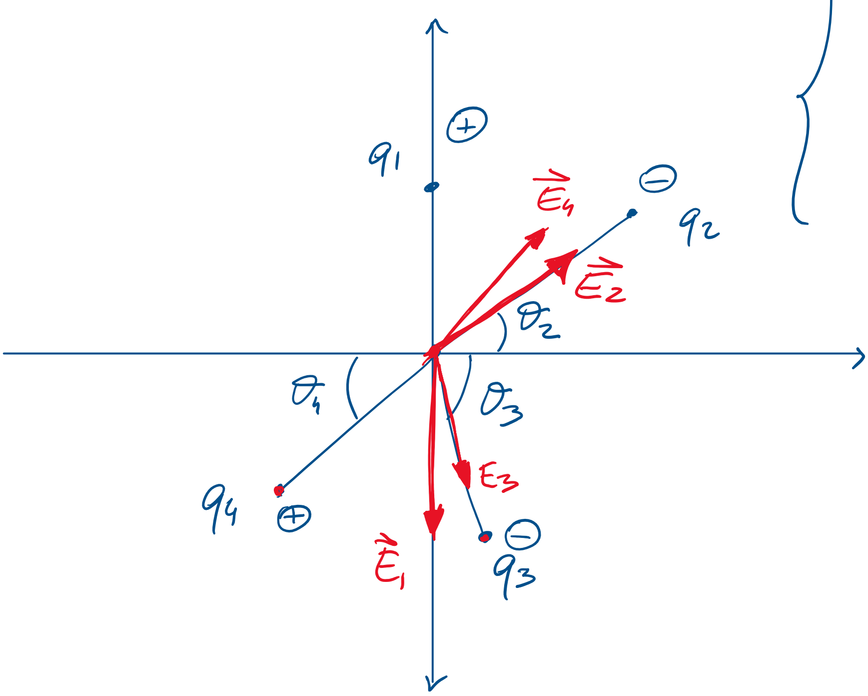
$$\boxed{E_{TOT} \simeq 10^{-5}\ N/C}$$




$$\theta_{TOT} = \mathrm{arctg}\left(\frac{E_{TOT,y}}{E_{TOT,x}}\right) = -43{,}66^\circ$$

Altro esempio di configurazione (solo letterale) di cariche:

$$\left\{\begin{array}{l} \theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4 \text{ siano noti} \\ r_1, r_2, r_3, r_4 \quad \text{"} \quad \text{"} \\ |q_1| = |q_2| = |q_3| = |q_4| = q \end{array}\right.$$



$$
\begin{cases}
E_{TOT,x} = E_2 \cos\vartheta_2 + E_3 \cos\vartheta_3 + E_4 \cos\vartheta_4 \\
E_{TOT,y} = -E_1 + E_2 \sin\vartheta_2 - E_3 \sin\vartheta_3 + E_4 \sin\vartheta_4
\end{cases}
$$