

Lezione #11

26/1/2023

ELETTROMAGNETISMO

Fenomeni legati alla presenza di cariche elettriche

Proprietà intrinseca che dipende dalle presenze di particelle elementari:

P^+ ; e^-

Q = carica elettrica = grandezza scalare

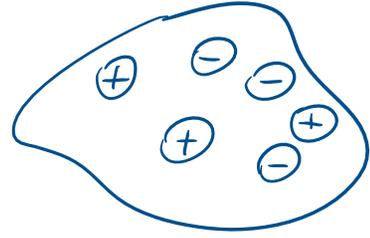
↳ quantizzata

↳ n . (carica elementare)

↓
numero intero

↓
 $|e^-| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

$$[Q] = \text{Coulomb} = C$$



Le cariche complessive:

$$Q_{TOT} = Q_1 + Q_2 - Q_3 + Q_4 + \dots \quad (\text{Somma algebrica cariche costituenti})$$

Quando due cariche si trovano ad una certa distanza tra loro

↳ interazione



campo elettromagnetico

FORZA COULOMB



$$\checkmark \quad T \propto |q_1| |q_2|$$

$$F_{12} = \left[\frac{1}{4\pi \epsilon_0} \right] \frac{|q_1| |q_2|}{r_{12}^2}$$

↳ costante dielettrica del vuoto

se fossimo in un mezzo diverso dal vuoto

$$\epsilon_0 \rightarrow \epsilon_0 \epsilon_r$$

↳

cost. dielettrica relativa
al mezzo

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

dirett.

prop. al prodotto delle cariche

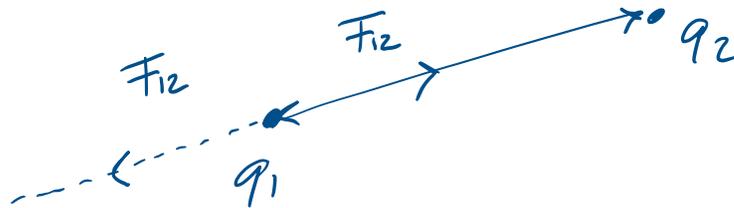
F_{12} inv. proporzionale al quadrato delle distanze

\vec{F}_{12} è un vettore

$$F_{12} = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{|q_1| |q_2|}{r_{12}^2}$$

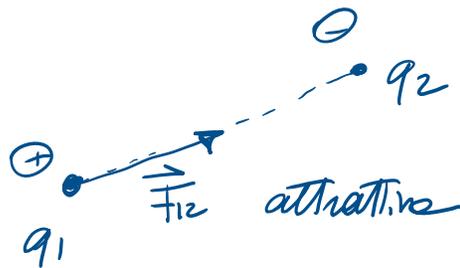
Direzionale:

F_{12} è diretta lungo la congiungente
le due cariche

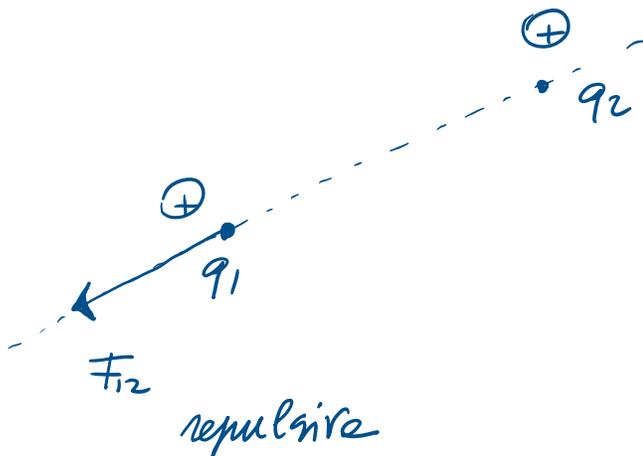


Verse:

F_{12} è attrattiva se q_1 e q_2 segno opposto
 " " repulsiva " " " " stesso segno

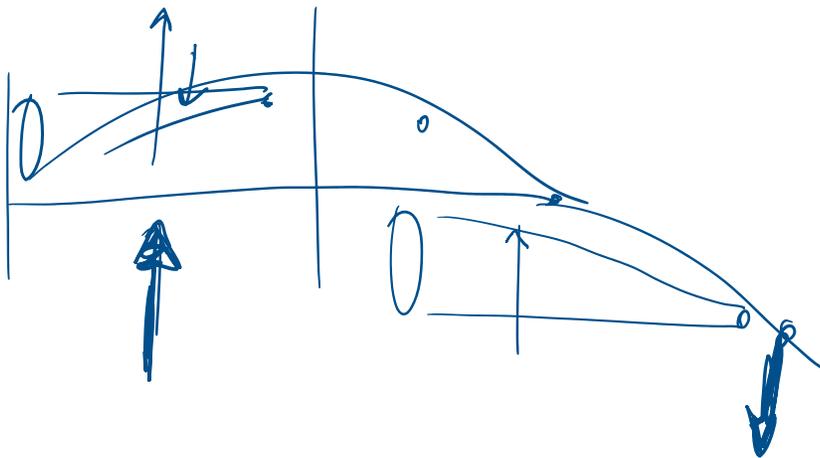
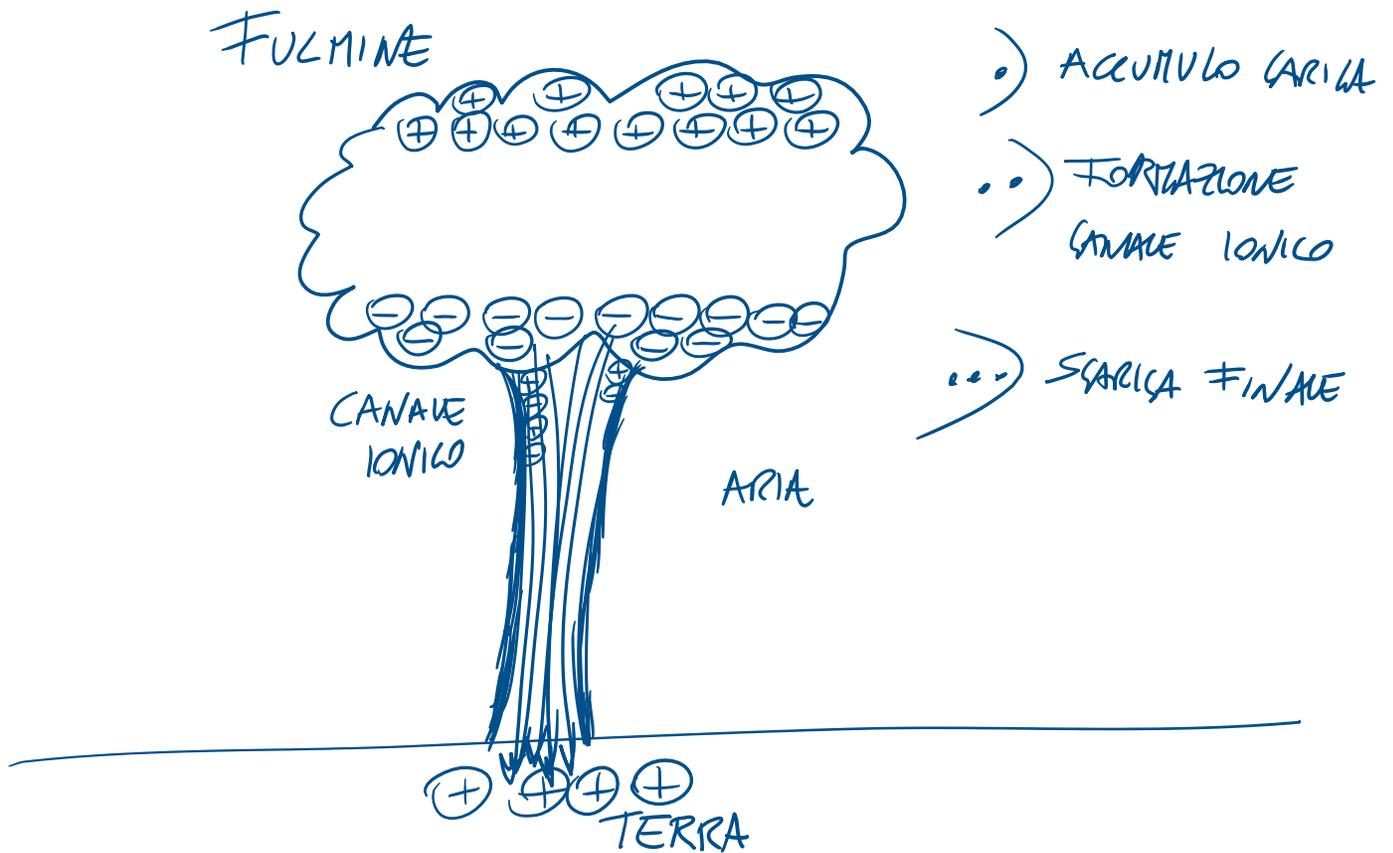


$$F_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$$



+ ... la formula carica elettrostatica:

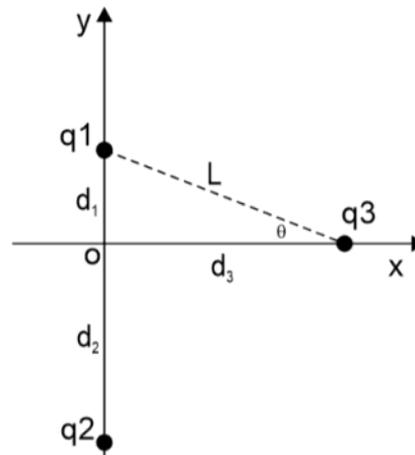
Fenomeni di accumulo carica elettrostatica:



Esercizio:

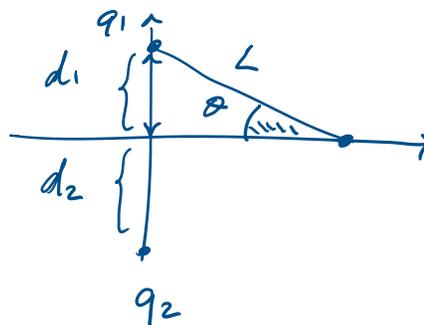
Tre cariche puntiformi q_1 , q_2 e q_3 , sono tenute ferme nella configurazione riportata in figura. Le cariche valgono: $q_1 = q_2 = 3.20 \cdot 10^{-19}$ C e $q_3 = -q_1$. Le cariche q_1 , q_2 e q_3 sono distanti d_1 , d_2 e d_3 dall'origine degli assi O. La lunghezza $L = 3$ cm, l'angolo $\theta = 30^\circ$ e $d_2 = 2.5$ cm. [Si ricorda che $1/(4\pi\epsilon_0) = 8.99 \cdot 10^9$ N m²/C²].
Calcolare:

1. La Forza di Coulomb esercitata dalla carica q_2 sulla carica q_1 .
2. Disegnare le linee di forza dei campi elettrici generati dalle 3 cariche.
3. Il modulo del campo elettrico totale generato da q_1 e q_2 solamente (trascurare la presenza della carica q_3) 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 q_3 .



1)

$$F_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2}$$



$$r_{12} = (d_1 + d_2) \quad d_1 = ? \quad d_1 = L \sin\theta$$

$$r_{12} = 0,03 \cdot \sin(30^\circ) + 0,025 = 0,015 + 0,025 = 0,04 \text{ m}$$

$$F_{12} = (8,99 \cdot 10^9) \frac{(3,2 \cdot 10^{-19})^2}{(0,04)^2}$$

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

$$= 10^{(9 - 38 + 4)} \frac{8,55 (3,2)^2}{4^2}$$

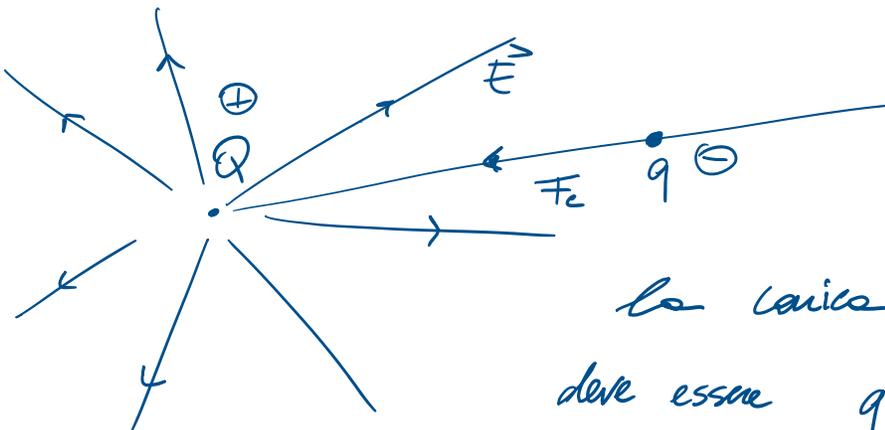
$$F_{12} = 5,7536 \cdot 10^{-25} \text{ N}$$

$$F_{12} \approx 6 \cdot 10^{-25} \text{ N}$$

CAMPO ELETTRICO

$$E = \frac{F_c}{q}$$

Forze "normalizzate"
per la carica



la carica spia
deve essere $q \ll Q$

per non perturbare il campo

per non perturbare il campo elettrico generato da Q

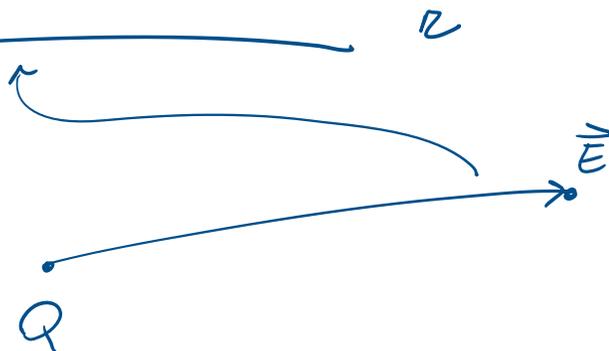
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_c}{q} \quad [E] = \frac{N}{C}$$

E diretto come la F_c

$$E = \frac{F_c}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r^2} \frac{1}{q}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

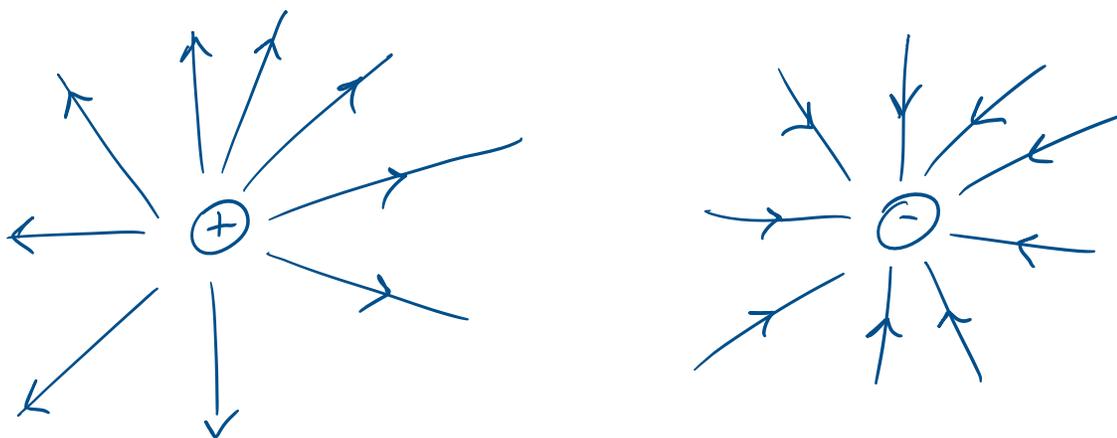
Campo elettrico generato da una carica puntiforme a distanza



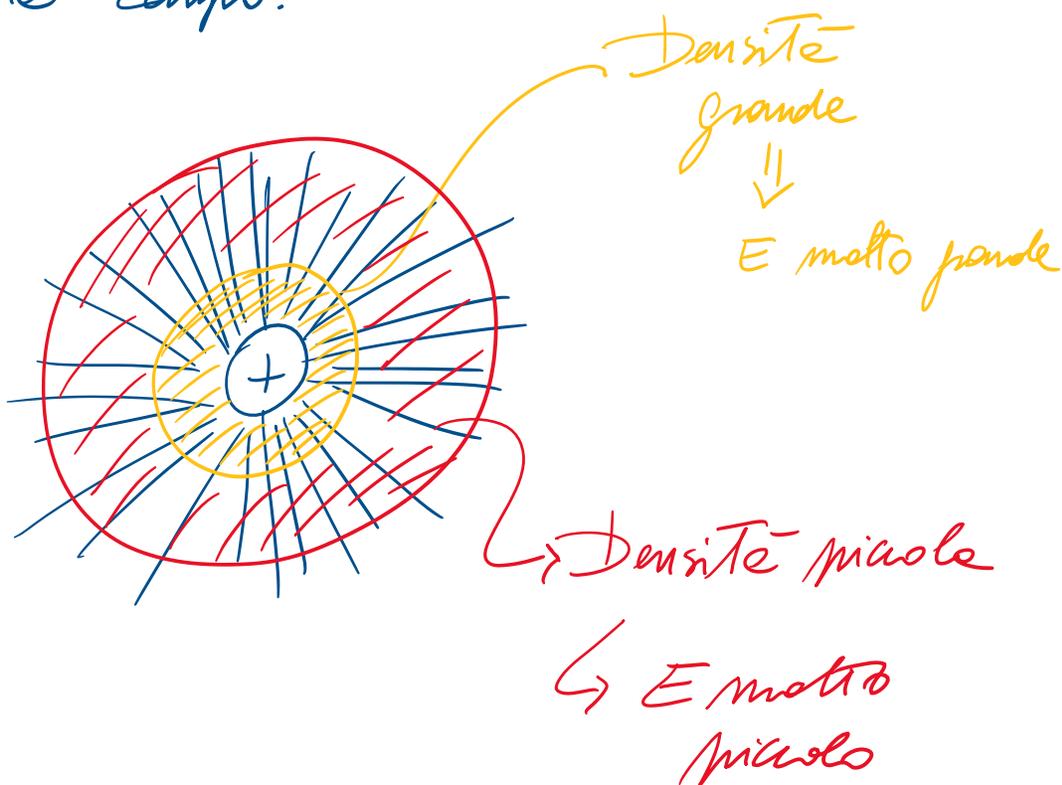
LINEE di FORZA CAMPO ELETTRICO

Regole fondamentali:

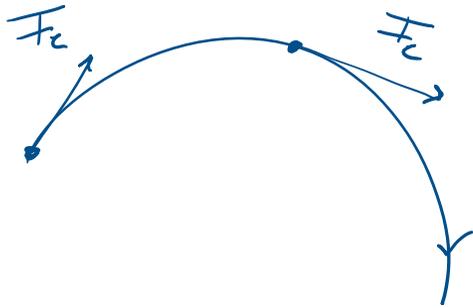
- 1) Linee di forza escono sempre da \oplus
" " " entrano " in \ominus



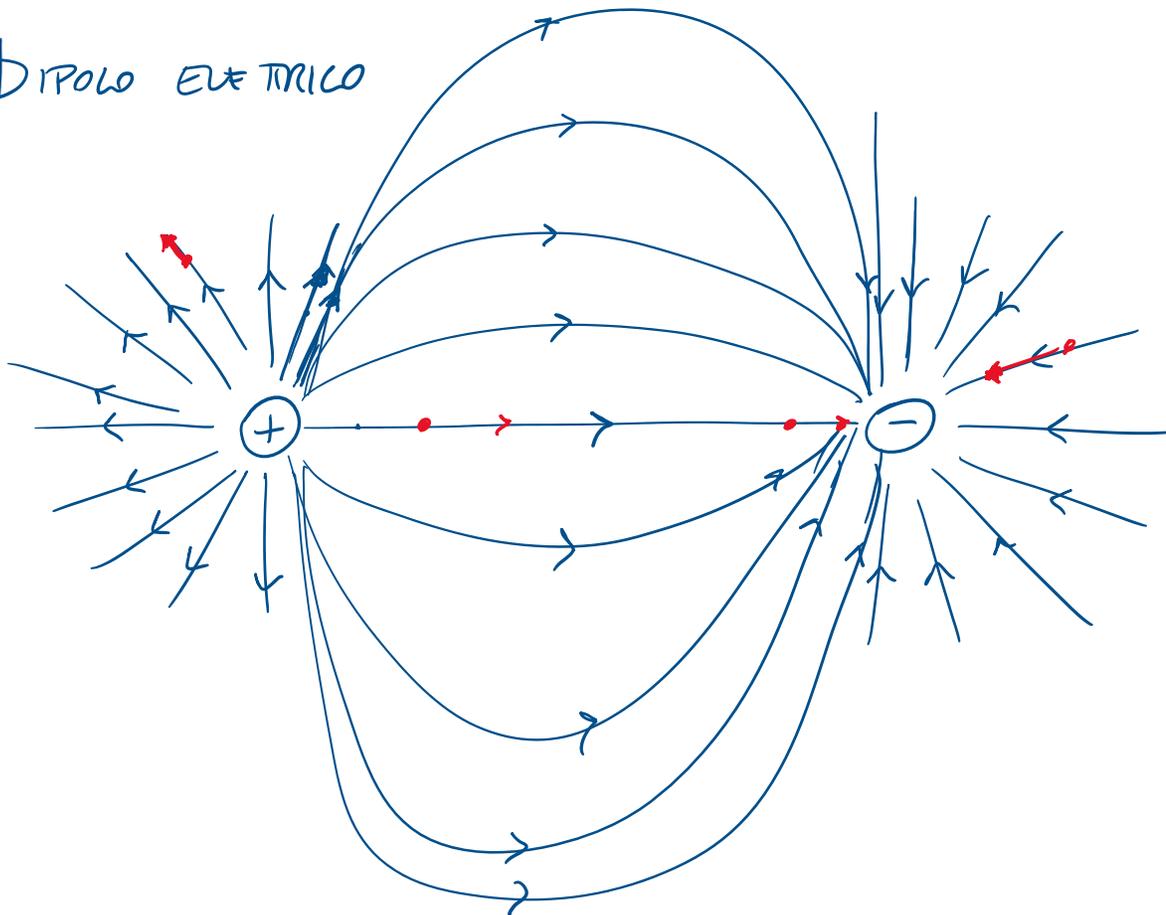
- 2) Densità delle linee di forza è proporzionale all'intensità campo.

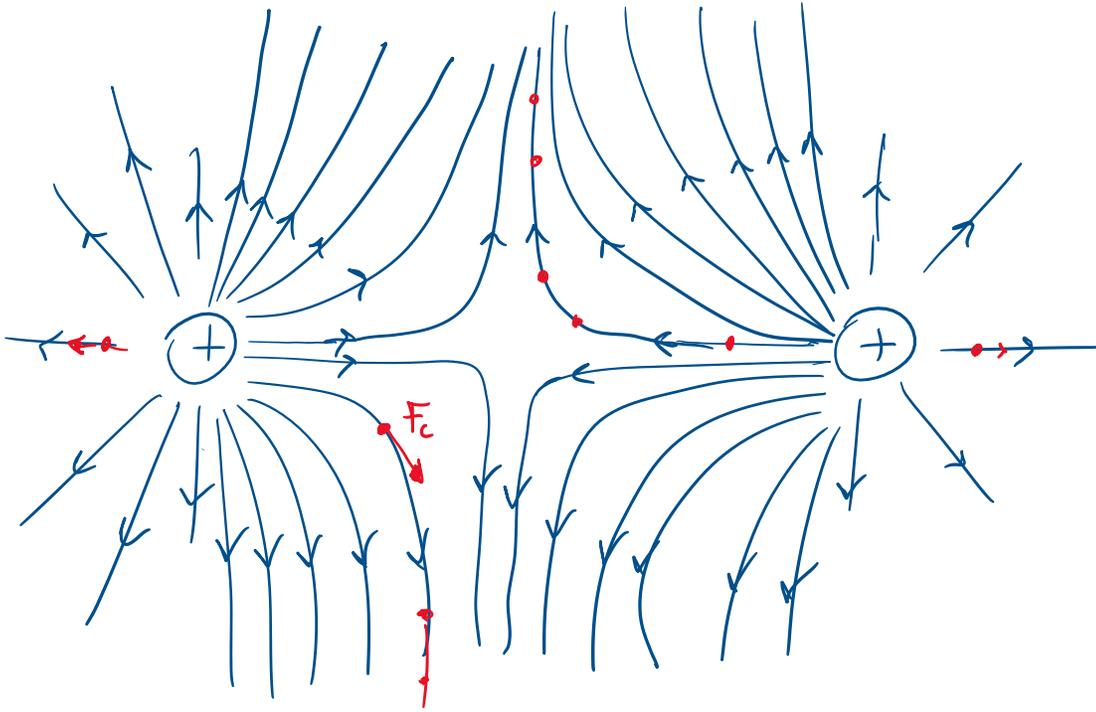


3) La F_c è sempre tangente alle linee di forza del campo



DIPOLO ELETTRICO



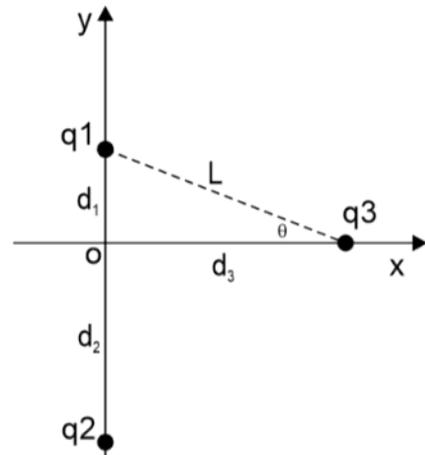


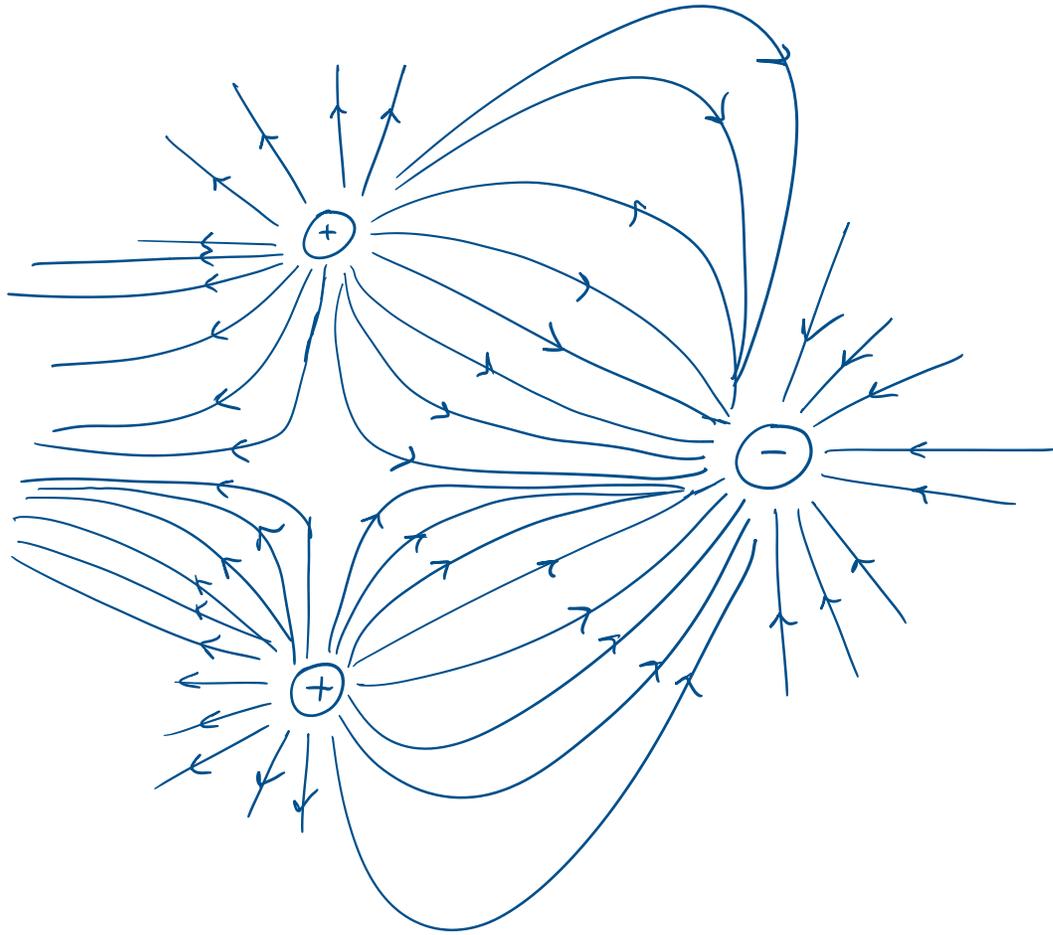
Sappiamo descrivere la F_c in ogni pto dello spazio per una carica spica (positive)

Risoliamo il pto 2:

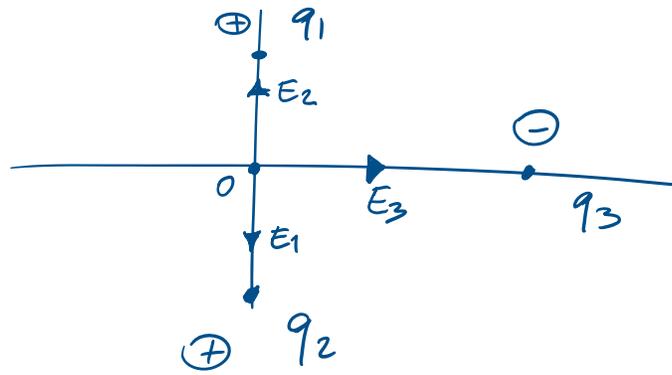
Tre cariche puntiformi q_1 , q_2 e q_3 , sono tenute ferme nella configurazione riportata in figura. Le cariche valgono: $q_1 = q_2 = 3.20 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ e $q_3 = -2q_1$. Le cariche q_1 , q_2 e q_3 sono distanti d_1 , d_2 e d_3 dall'origine degli assi O . La lunghezza $L = 3 \text{ cm}$, l'angolo $\theta = 30^\circ$ e $d_2 = 2.5 \text{ cm}$. [Si ricorda che $1/(4\pi\epsilon_0) = 8.99 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$]. Calcolare:

1. La Forza di Coulomb esercitata dalla carica q_2 sulla carica q_1 .
2. Disegnare le linee di forza dei campi elettrici generati dalle 3 cariche.
3. Il modulo del campo elettrico totale generato da q_1 e q_2 solamente (senza la presenza della carica q_3) 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 q_3 .





3) \vec{E}_{TOT}



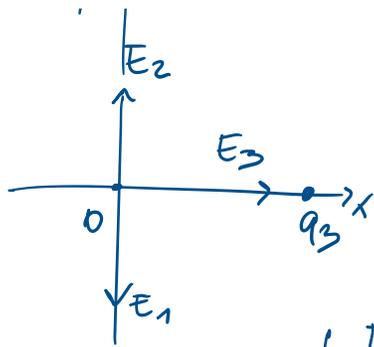
$$\vec{E}_{TOT} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$$

$$E_{TOT,x} = E_{1x} + E_{2x} + E_{3x}$$

$$E_{TOT,y} = E_{1y} + E_{2y} + E_{3y}$$

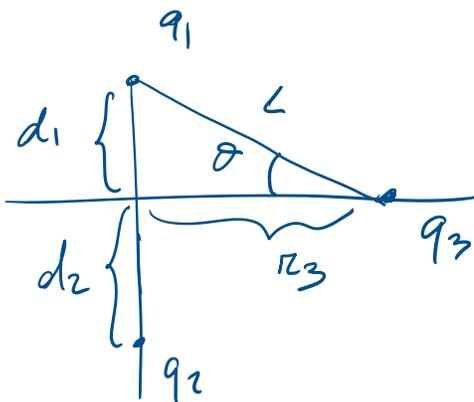


$$E_{TOT,x} = E_3$$



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

$$\begin{cases} E_{\text{tot},x} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{|q_3|}{r_3^2} \right) \\ E_{\text{tot},y} = \frac{|q_1|}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{r_2^2} - \frac{1}{r_1^2} \right] \end{cases}$$



$$r_1 = d_1 = 0,015 \text{ m}$$

$$r_2 = d_2 = 0,025 \text{ m}$$

$$r_3 = L \cos \theta = 0,0259 \text{ m}$$

$$\begin{cases} E_{\text{tot},x} = 8,99 \cdot 10^9 \left[\frac{2,32 \cdot 10^{-19}}{(0,0259)^2} \right] \\ E_{\text{tot},y} = 8,99 \cdot 10^9 \cdot (3,2 \cdot 10^{-19}) \left[\frac{1}{(0,025)^2} - \frac{1}{(0,015)^2} \right] \end{cases}$$

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

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

$$E_{TOT} = 11,84 \cdot 10^{-6} \text{ N/c} \approx 10 \cdot 10^{-6} \text{ N/c}$$