

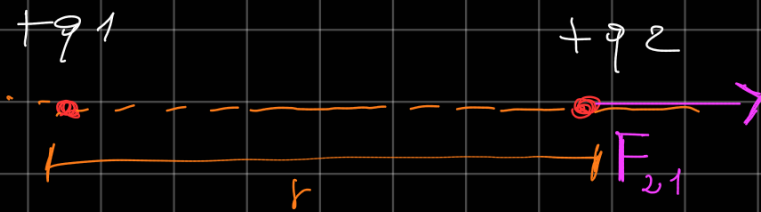
Legge di Coulomb

vedi prima fine PDF su
Introduzione
esperimento

Scegliamo una carica piccola,
PONTIFONE, che è carica positivamente.

A avviciniamo
un'altra carica,
con un'altra

QUANTITÀ DI CARICA
per stare separati.



Sul punto q_2 agisce una Forza repulsiva
lungo la stessa. Nella realtà che capisce
i punti - e l'intensità è pari al prodotto
delle quantità di carica / e diviso (costante)
intensità forza repulsione

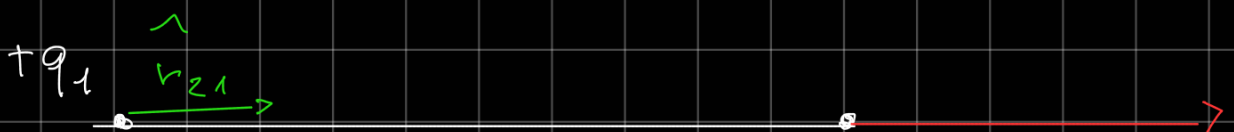
$$|F_{21}| = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Forza elettrostatica

dir prop. alla quantità di carica
ma inversa prop. alla distanza

Direzione: retta che congiunge i due punti
Verso: dipende se è repulsiva o attrattiva

Come rappresentazione direzione e verso matematicamente?
uso versore $\hat{r}$

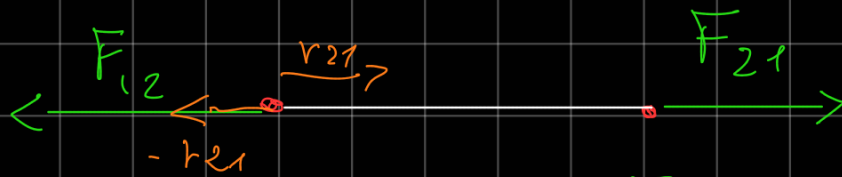


$$\vec{F}_{21} = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2} \cdot \hat{r}_{21} \quad [\text{N}]$$

Forza proporzionale r
versore da q_1 a q_2

Ma per 3° principio della dinamica

Se q_1 genera una forza uguale per
 or. verso opposto inverso verso



Moduli
 uguali

$$|F_{21}| = |F_{12}|$$

F_{21} è la forza di repulsione
 esercitata da q_1 che subisce q_2 ,
 q_2 eserciterà su q_1 una F uguale e inversa.

$$\vec{F}_{12} = - \vec{F}_{21} = \frac{k_e q_1 q_2}{r^2} (-\vec{r}_{21})$$

$\vec{r}_{12} = -\vec{r}_{21}$

[La formula vale anche
 se i segni dello carica.

Se q_1 positive e q_2 negative,
 la forza sarà attrattiva, il segno meno
 S.I. una carica $q = +q_1$ $= q_2$
 è il COULOMB

$1C = 1,6 \cdot 10^{19}$ elettroni

Domanda di validità? che 10^{-15} m
 a distanza ENORMI, tra corpi lontanissimi!
 questa forza si esercita anche

k_e dipende dal sistema di unità di
 misura.

Def. QUANTITA' DI CARICA nel sistema M.K.S.
 $1C = 1,6 \cdot 10^{19}$ el.

La carica si misura in COULOMB,
 e 1 COULOMB è quella carica che attraversa
 in un secondo la sezione di un
 conduttore percorso da una corrente

di 1 A $1C = \frac{1A}{1s}$ se $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ $k = \frac{F \cdot m^2}{q_1 q_2}$

$K_e = 8,9876 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$
 $\approx 9 \cdot 10^9$ cost proporzionale

Però anche attraverso così:

$K_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

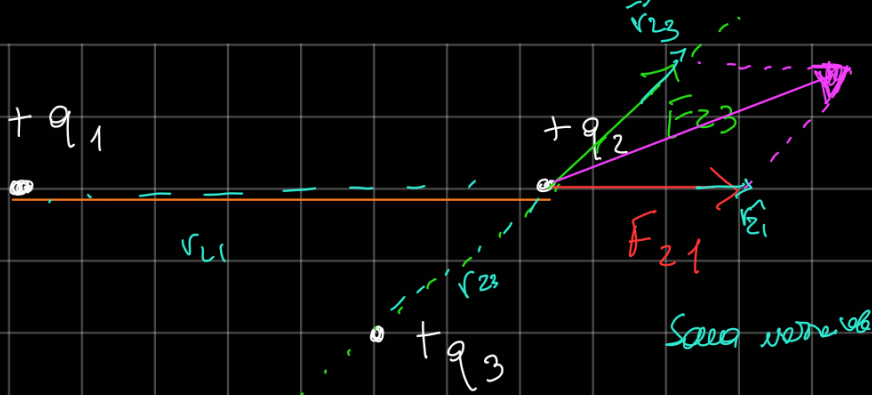
dove $\epsilon_0 =$ per il vuoto costante elettrica nel
 vuoto

$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \left[\frac{C^2}{N \cdot m^2} \right]$
quindi

$F_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2} \sim r_{21}$

Ho 3 cariche

Cosa succede se porto una terza carica q_3 ?



No 2 forze
genti su q_2

Per Coulomb. vale Principio di sovrapposizione degli effetti.
risultante
 Forza che agisce su q_2 e' data dalla somma delle forze
 genti su q_2 quando c'e' prima solo q_1 e poi q_3

La forza totale su q_2 la calcolo

Sommando separatamente la F che subisce q_2 dalla carica q_1 quando
 la carica q_3 non c'e' e la forza,
 in presenza di q_3 quando q_1 non c'e'
 quindi:

$$\underline{F_2 = F_{21} + F_{23}}$$

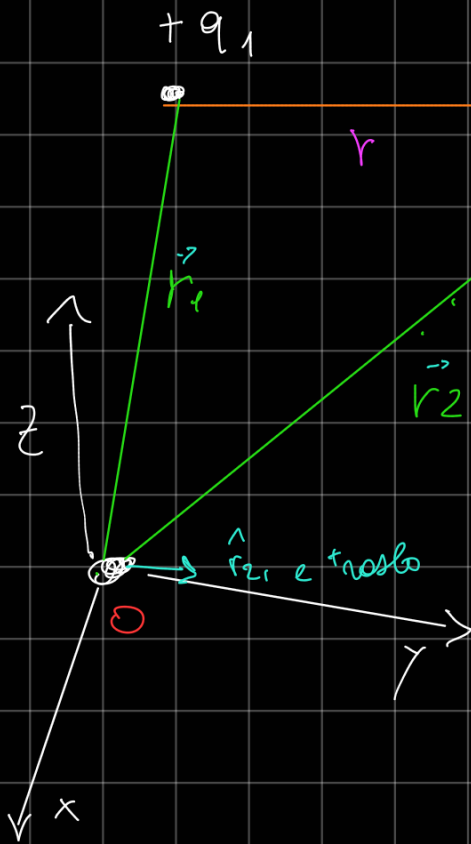
facile vederlo graficamente,
 ma ho usato 2 sistemi
 di riferimento diversi.

→ Devo trovare un unico sistema di
 riferimento. Con due punti materiali algebricamente

Globali, vale per tutto lo spazio
 Fisso origine e sistema di rif., individuando le
 posizioni

Sovrapposizione delle forze. Non dimostro il controllo

delle forze di
con vettori



costante
 $|r_2 - r_1|$
vettore
generale

$$\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

Modulo di Q_2

$$|\vec{r}| = |\vec{r}_2 - \vec{r}_1| = \text{distanza tra } q_1 \text{ e } q_2$$

$$\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^2} \hat{r}_{21}$$

$$\hat{r}_{21} = \frac{(\vec{r}_2 - \vec{r}_1)}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|}$$

normalizzato e
vettore
 $\hat{r}_{21}$

Versione $\Rightarrow$

$$\vec{r}_{21} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|}$$

$\hookrightarrow$ normalizzato
modulo

$$\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^2} \cdot \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|}$$

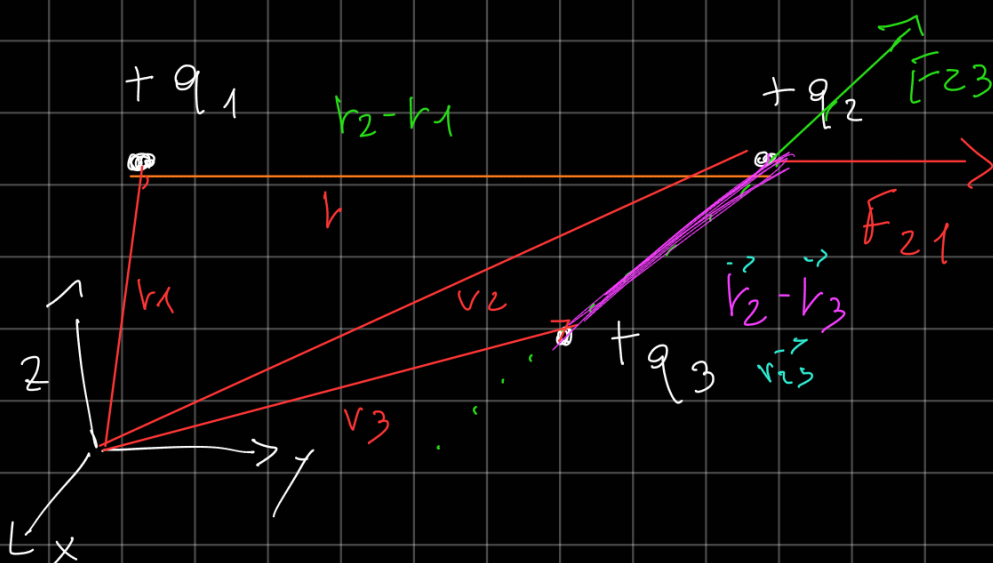
$$\Rightarrow \left\{ \vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^3} \cdot \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \right\}$$

COULOMB
RISPETTO
UN SISTEMA
DI REF.

Proporzionale al quadrato
della dist.

Tutto secondo un unico sistema
di riferimento $\Rightarrow$
ora aggiungo $\vec{F}_3$

Primo conico per la q_3



$$\underline{r} = \underline{r}_2 - \underline{r}_3 \quad |\underline{r}| = \frac{r_2 - r_3}{|r_2 - r_3|}$$

$$\vec{F}_{23} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2 q_3}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_3|^3} (\vec{r}_2 - \vec{r}_3)$$

$$\vec{F}_2 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{23} \quad \Rightarrow \quad \text{AGGIUNGO GLI EFFETTI}$$

$$\Rightarrow \vec{F}_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2 q_1}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^3} (\vec{r}_2 - \vec{r}_1) + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2 q_3}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_3|^3} (\vec{r}_2 - \vec{r}_3)$$

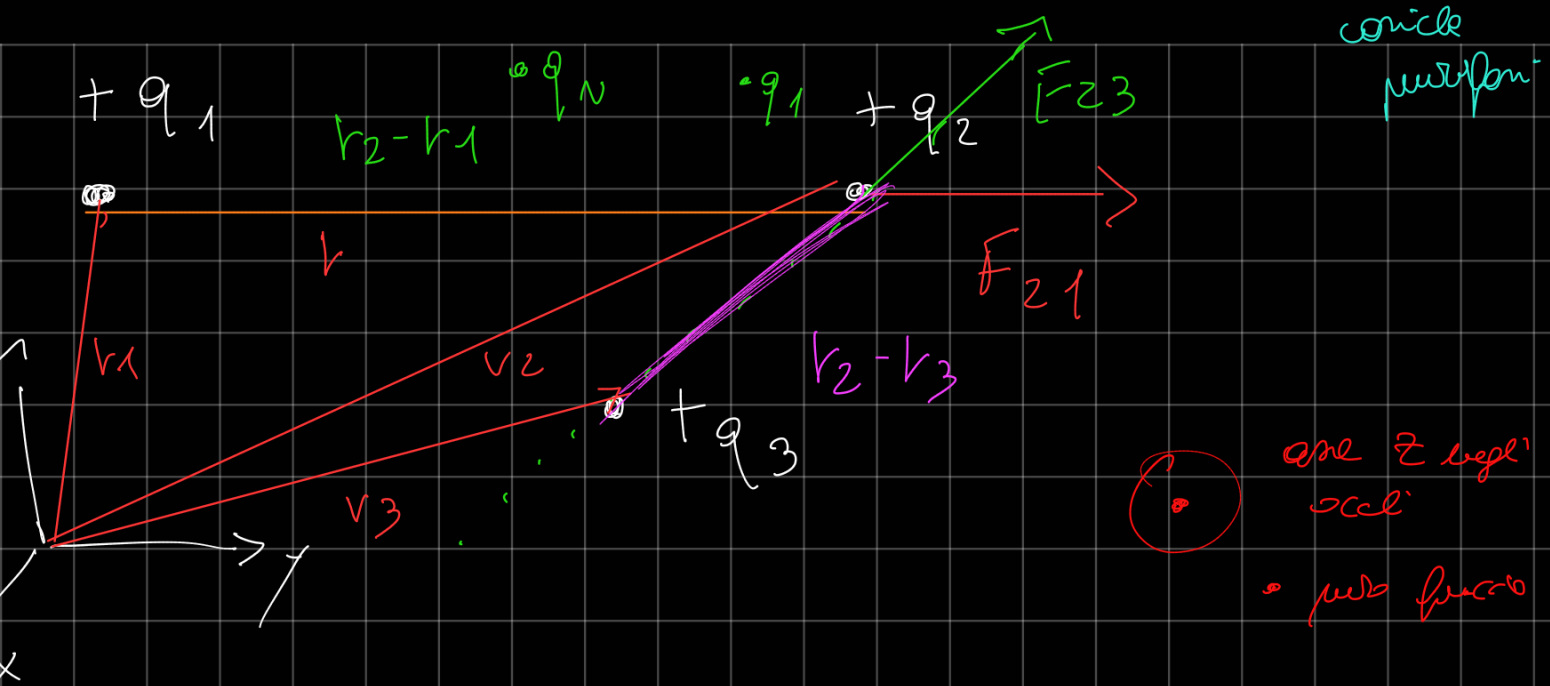
SISTEMA DI N cariche puntiformi nello
 E se avessimo N cariche? $q_N \dots$ stasì

$$\underline{F_i} = \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N \frac{q_j}{|\underline{r_i} - \underline{r_j}|^3} (\underline{r_i} - \underline{r_j}) \quad [N]$$

forze comuni $N-1$ termini

q_i posto fuori dalla sommatoria perché primo.

Primo somm. effetto in sistema di



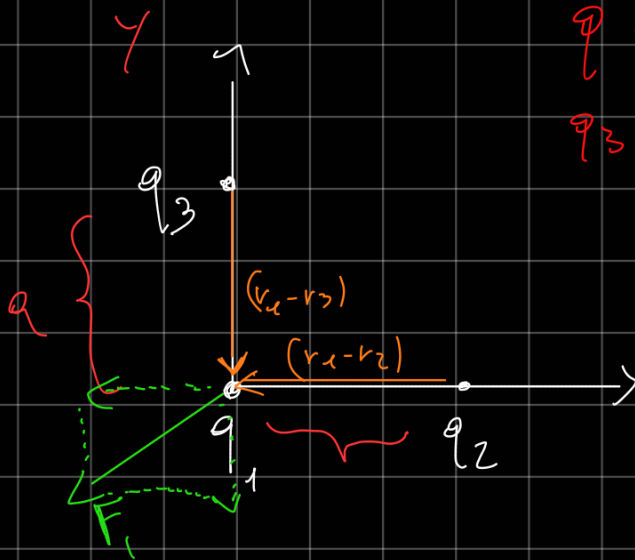
one 2 ugeli
occl
• può fuoco

⊗ z detto 'o
hago

Ho 3 coniche uguali:

$$q_1 = q_2 = q_3 = q = 3 [nC] = 3 \cdot 10^{-9} C$$

$$\begin{aligned} q_1 &= (0, 0, 0) \\ q_2 &= (2, 0, 0) \\ q_3 &= (0, 2, 0) \end{aligned}$$



Stema conica, repulso

ad orolo

$$\text{Modulo} = \sqrt{\frac{q^2}{a^2}} \text{ Ne}$$

Versione di r. modulo unit D.

$$\frac{x+y}{\sqrt{2}}$$

Calcolare Forza totale su q_1

$$\vec{r}_1 = 0\hat{x} + 0\hat{y} + 0\hat{z}$$

$$\vec{r}_2 = a\hat{x} + 0\hat{y} + 0\hat{z}$$

$$\vec{r}_3 = 0\hat{x} + a\hat{y} + 0\hat{z}$$

$$(\underline{r}_1 - \underline{r}_2) = -a\hat{x} + 0\hat{y} + 0\hat{z}$$

$$|\underline{r}_{1,2}| = a$$

$$(\underline{r}_1 - \underline{r}_3) = 0\hat{x} - a\hat{y} + 0\hat{z}$$

$$|\underline{r}_{1,3}| = a$$

Applico

$$F_1 = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{q_2}{|\underline{r}_1 - \underline{r}_2|^3} (\underline{r}_1 - \underline{r}_2) + \frac{q_3}{|\underline{r}_1 - \underline{r}_3|^3} (\underline{r}_1 - \underline{r}_3) \right]$$

$$|\underline{r}_1 - \underline{r}_3| = a$$

$$|\underline{r}_1 - \underline{r}_2| = a$$

$$\rightarrow = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{q_2}{a^3} (-\hat{x}) + \frac{q_3}{a^3} (-\hat{y}) \right]$$

$$\rightarrow F_1 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{a^2} \left[-\hat{x} - \hat{y} \right] \quad N$$

$$|F_1| = \sqrt{2} \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{a^2}$$

$$\text{modulo} = \sqrt{2}$$

non è un vettore per
la modulo
modulo

$$\frac{x^2 + y^2}{\sqrt{2}} \text{ è un vettore}$$