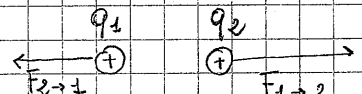
FENOMENI ELETTRICI

Nei corpi ordinari ci sono quanti tipi di carica? 02/03/2018

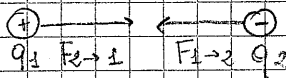
Proprietà delle cariche elettriche:

1) Ci sono due tipi di cariche elettriche: per convenzioni vengono chiamate positive e negative

Cariche dello stesso tipo si respingono



" di tipo diverso si attraggono



2) Conservazione della carica elettrica in un sistema isolato

$\Rightarrow Q_{TOT}$ = costante nel tempo (la carica non si crea ne si distrugge ma si sposta)

3) la carica è quantizzata allora esiste in multipli interi della carica elementare $\Rightarrow Q = n q_{e^-}$ dove q_{e^-} è la carica dell'elettrone

$q_{e^-} = -1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C$ $\quad 1\ C = \frac{1}{q_e} \approx 10^{18}\ e^-$

$q_{pr} = |q_{e^-}|$

4) Esistono 2 categorie di materiali

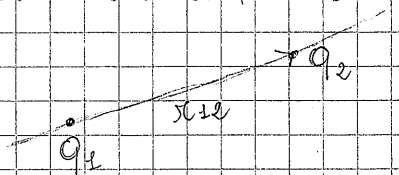
Conduttori: materiali al cui interno le cariche elettriche sono "libere" di muoversi se sottoposte a F elettriche

Isolanti: materiali al cui interno le cariche elettriche non si spostano da dove si trovano anche in presenza di campi elettrici (in realtà un pochino si spostano ma lo spostamento relativo dei baricentri delle cariche positive e di quelle negative è piccolo)

non sono completamente libere a causa degli altri

Forza di Coulomb:

↳ forza elettrica tra cariche puntiformi ferme nello spazio



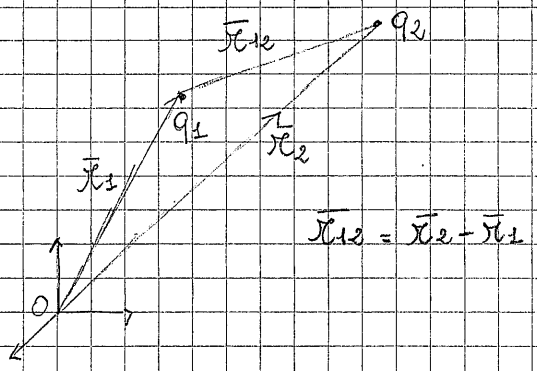
$\begin{cases} q_1 > 0 \\ q_2 > 0 \end{cases}$

$$F_{c_{1\to2}} = \frac{K q_1 q_2}{(x_{1\to2})^2}\,\hat{x}_{1\to2}$$

dove $x_{1\to2}$ è il vettore posizione di q_2 che subisce la forza rispetto a q_1 che esercita la forza

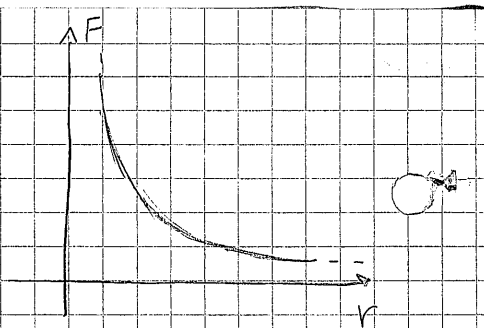
↳ è la sorgente di questa forza altrui

MASTER COPY
Tel. 050 8512126
Cell. 388 9837745



$\vec{r}_{12} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$

(*) $F \propto \frac{1}{r^2}$



Caratteristiche della forza di Coulomb:

- È un vettore!
- direzione = $\vec{r}_{12}$ congiungente tra q_1 e q_2
- il verso dipende dal segno:

$q_1 q_2 > 0$ = F è repulsiva se q_1 e q_2 hanno lo stesso segno

$q_1 q_2 < 0$ = F è attrattiva se q_1 e q_2 hanno segno opposto

- È proporzionale a $q_1 q_2$, a $\frac{1}{(r_{12})^2}$ e a K (*)

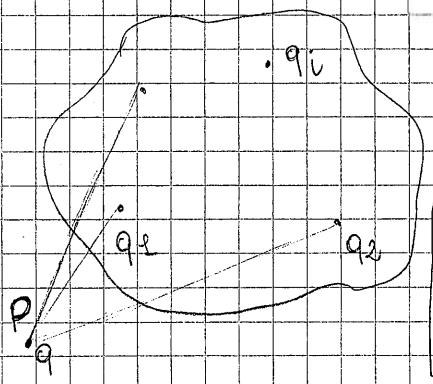
$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$ dove ε_0 = costante dielettrica del vuoto = $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$

$F_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^3} \vec{r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^3} (\vec{r}_2 - \vec{r}_1)$

$\hat{r} = \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$

↑ da usare solo se devo integrare o robe simili

Principio di sovrapposizione degli effetti



Dq = distribuzione di carica (può essere discreta, continua, per densità di carica)

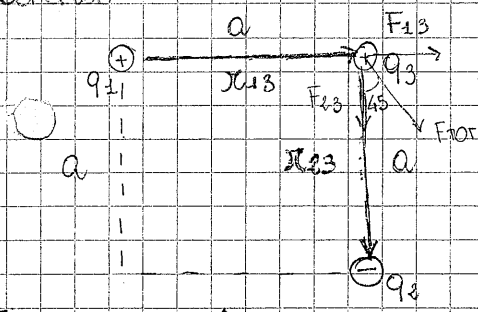
[Questo è dovuto al fatto che l'interazione tra due cariche elettriche è indipendente dalla presenza di altre cariche elettriche circostanti => vale l'additività vettoriale delle forze]

↑

$\vec{F}_{TOT,q}(P)$ = somma vettoriale delle singole forze di Coulomb che le $q_i \in Dq$ esercitano sulla carica q posta in P

$\vec{F}_{TOT,q}(P) = \sum_i \vec{F}_{C,q_i \to q}(P_q) = \sum_i \frac{K q_i q}{r_{iq}^2} \hat{r}_{iq}$ dove $\vec{r}_{iq} = \vec{r}_q - \vec{r}_{qi}$

Esercizio:



$|q_1| = |q_2| = |q_3| = 3\,\mu C \quad a = 10\,cm = 0,1\,m$

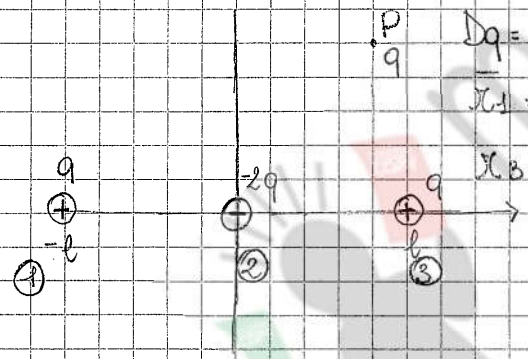
$F_{TOT\,3} = ? = F_{13} + F_{23}$ (per il principio di sovrapposizione)

$$F_{13} = \frac{K q_1 q_3}{x_{13}^2}\,\hat{x}_{13} \qquad |F_{13}| = |F_{23}| = \frac{Kq^2}{a^2}$$

$$F_{23} = \frac{K q_2 q_3}{x_{23}^2}\,\hat{x}_{23}$$

$$|F_{TOT}| = |F_{13}|\sqrt{2}$$

Esercizio



$D_q = \{q_1, q_2, q_3\} \quad q_1 = q_3 = q \quad q_2 = -2q$

$\bar{x}_1 = (-l, 0) \quad \bar{x}_2 = (0,0) \quad \bar{x}_3 = (l, 0)$

$$\bar{F}_{TOT,\,q} = \bar{F}_{1q} + \bar{F}_{2q} + \bar{F}_{3q}$$

$$F_{1q} = \frac{Kq^2}{x_{1q}^2}\,\hat{x}_{1q} = \frac{Kq^2}{x_{1q}^3}\,\bar{x}_{1q} \quad \text{dove } \bar{x}_{1q} = \bar{x}_q - \bar{x}_1 = (x + l,\, y)$$

$$F_{2q} = \frac{Kqq_2}{x_{2q}^3}\,\bar{x}_{2q} \qquad x_{2q} = (x, y)$$

$$F_{3q} = \frac{Kqq_3}{x_{3q}^3}\,\bar{x}_{3q} \qquad x_{3q} = (x - l, y)$$

$$F_{1q} = \frac{Kq_1 q}{[(x+l)^2 + y^2]^{3/2}}\,[(x+l)\hat{x} + y\hat{y}] \quad \text{e così via...}$$

Cos'è un campo? È una funzione che associa ad ogni punto dello spazio uno scalare o un vettore (a seconda se il campo è scalare o vettoriale) che rappresenta la grandezza fisica scalare o vettoriale in quel punto dello spazio

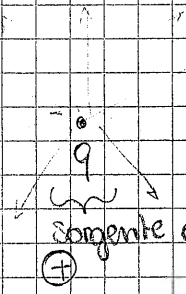
Definizione di campo elettrico: $\vec{E}(P,t) = \vec{E}(x,y,z,t) \underset{\text{def}}{=} \frac{\vec{F}^{(P)}_{\text{elettrica TOT}}, q_{\text{prova}}}{q_{\text{prova}}}$

= è la forza totale elettrica che subirebbe una q di prova messa in P divisa per q

$[E] = \left[\frac{F}{q}\right] = \frac{N}{C}$

Il campo elettrico è un vettore che ha direzione e verso della forza che subirebbe una carica positiva

- $\vec{E}$ generato da una carica puntiforme



linee di campo

$\vec{E}(P) = \vec{F}_{q\,q_{prova}}(P) = \frac{Kq\,q_{prova}}{q_{prova}} \frac{\vec{r}}{r^3} = \frac{Kq}{r^2}\hat{r}$

dove $\vec{r} = \vec{r}_{q_{prova}} - \vec{r}_q$

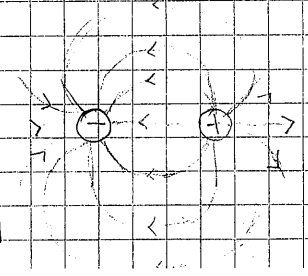
Il campo ha sempre direzione RADIALE ovvero $\parallel \hat{r}$ (uscente o entrante dalla q sorgente in base al fatto se q sorgente è ⊕ o ⊖)

Proprietà delle linee di campo

1) Il campo in un punto dello spazio ha direzione tangente alla linea di campo che passa per quel punto
2) L'intensità del campo elettrico è tanto più alta quanto più linee per unità di superficie

3) Le linee di campo elettrostatico (generato da cariche elettriche ferme) sono linee aperte che escono dalle q ⊕ ed entrano nelle q ⊖

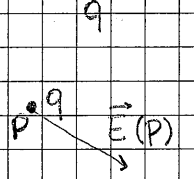
[DIPOLO ELETTRICO: distribuzione non banale di carica totale nulla]



linee di campo per un DIPOLO ELETTRICO

07/03/2018

$\vec{E}(P) = \frac{\vec{F}_{elett,q}(P)}{q}$ — conseguenza...



$\Rightarrow$ $\vec{F}_q(P) = q\,\vec{E}(P)$

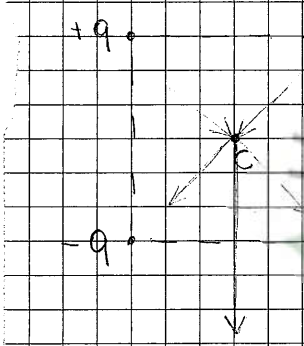
- Anche il campo elettrico gode della proprietà di sovrapposizione (come la forza elettrica da cui deriva) $\Rightarrow$ in un generico punto P il campo elettrico in P è definito come:

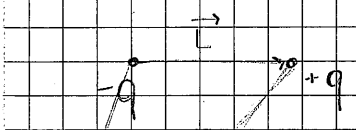
$\vec{E}(P) = \sum_{i \in Dp} \vec{E}_{qi}(P)$ ← somma vettoriale dei campi in P generati dalle varie sorgenti di campo q_i che appartengono a Dp

$\Rightarrow \vec{E}(P) = \sum_{i \in Dp} \frac{K q_i \hat{r}_i}{r_i^2}$ dove r_i = vettore posizione di P rispetto alla sorgente $q_i = R_P - R_{q_i}$

Esempio:

$\vec{E}_{Dq}(C) = ?$

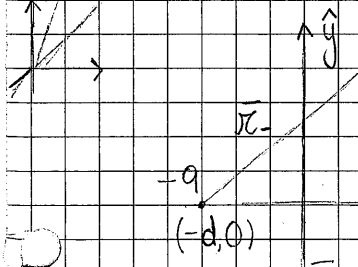




$\vec{L} = \vec{R}_+ - \vec{R}_-$

Momento di un dipolo elettrico:

$\vec{P} = q\vec{L}$



$\vec{E}(P)_{\text{dipolo elettrico}} = \vec{E}_+(P) + \vec{E}_-(P) = \frac{Kq\,\hat{r}_+}{r_+^2} + \left(\frac{-Kq\,\hat{r}_-}{r_-^2}\right)$

$\vec{E}$ di dipolo $\vec{P}$ (= direzione del dipolo):

- sull'asse $\hat{x} \parallel \vec{P}$ - sull'asse $\hat{y} \perp P$