FISICA II

1) FORZA ELETTRICA - CAMPO ELETTROSTATICO

La FORZA ELETTRICA è un aspetto particolare dell'interazione elettromagnetica. I materiali che acquistano la proprietà di attirare i corpuscoli leggeri sono detti ELETTRIZZATI. Oggi attribuiamo le forze a cariche elettriche, che preesistono nei corpi e che passano da un corpo all'altro durante lo strofinamento, per cui i corpi elettrizzati sono anche detti ELETTRICAMENTE CARICHI. Essi si dividono in: ISOLANTI, materiali che non consentono lo spostamento di cariche elettriche (ambra, nylon..); CONDUTTORI, materiali che consentono lo spostamento (rame).

METODI PER ELETTRIZZARE

1) PER CONTATTO: un conduttore isolato può essere caricato mettendolo a contatto con un altro che ha un eccesso di cariche elettriche dello stesso segno.

2) PER INDUZIONE: quando un corpo carico si trova vicino a un conduttore isolato, le cariche di quest'ultimo si redistribuiranno in modo da essere attirato dal corpo, nonostante le cariche in totale siano nulle.

Esistono 2 diversi tipi di cariche elettriche: POSITIVA, quella che compare sulla superficie di sostanze come vetro; NEGATIVA, quella che compare su sostanze come la bachelite. Due corpi con la stessa carica si respingono; con carica opposta si attraggono. Nel processo di strofinio la bacchetta e il panno acquistano cariche opposte.

ELETTROSCOPIO A FOGLIE

È il primo strumento usato per rivelare e riconoscere lo stato di carica. È costituito da 2 foglioline metalliche sospese ad un'asticciola metallica. Se si tocca con una bacchetta carica l'estremità dell'asta, le foglie acquistano carica uguale e tenderanno a divergere. L'elettroscopio permette di riconoscere la carica dei corpi: se lo si tocca con una bacchetta carica con lo stesso segno la deflessione delle foglie aumenta; se con segno opposto, la deflessione diminuisce.

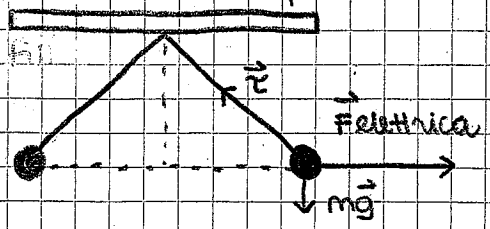
La misura della forza elettrica può essere ottenuta con uno strumento sperimentale

master COPY



master COPY

costituito da 2 palline di metallo caricate con stessa carica appese a 2 fil.

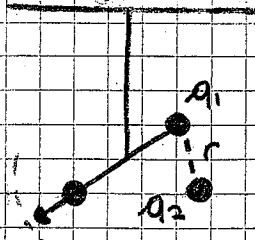


$$m\vec{g} + \vec{F}_{elett.} + \vec{\tau} = 0 \begin{cases} \tau \sin\theta + F_e = 0 \\ \tau \cos\theta - mg = 0 \end{cases}$$

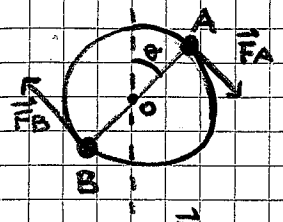
+ indica una F diretta a destra $\Rightarrow F_e = +mg\,tg\theta$

FORZA DI COULOMB

Coulomb formulò la legge grazie all'uso di una bilancia di torsione.

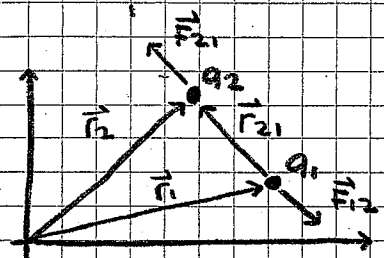


Un'asta è appesa al centro ad un filo, ad un'estremità c'è una sfera conduttrice q_1 e all'altra c'è un contrappeso per garantire l'orizzontalità. Nel piano orizzontale contenente l'asta è posta un'altra sfera q_2, a distanza r da q_1. Per effetto della forza tra q_1 e q_2 l'asta compie solo una rotazione θ e raggiunge l'equilibrio. Quindi F è dedotta da θ.



UGUALE INTENSITÀ — ANGOLO DI ROTAZIONE

$$\underbrace{\overrightarrow{OA}}_{\text{metà filo}} \times \vec{F}_A^{\,E} + \underbrace{\overrightarrow{OB}}_{\text{metà filo}} \times \vec{F}_B^{\,E} + \underbrace{K\theta}_{\text{costante del filo}}\hat{K} = 0$$



$$\vec{F}_{21} = K\frac{q_1 q_2}{\|\vec{r}_2 - \vec{r}_1\|^3}(\vec{r}_2 - \vec{r}_1)$$

PARTE SPAZIALE CHE CI DÀ DIREZIONE E VERSO DELLA FORZA

$$\vec{F}_{21} = K\frac{q_1 q_2}{r^2}\hat{r}_{21} \rightarrow \hat{r}_{21} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{\|\vec{r}_2 - \vec{r}_1\|} \rightarrow r = \|\vec{r}_2 - \vec{r}_1\|$$

$\vec{r}_1 + \vec{r}_{21} = \vec{r}_2 \rightarrow \vec{r}_{21} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$

K è una costante positiva e dipende dalle unità di misura. La direzione delle forze è lungo la congiungente delle 2 cariche. *

$$\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}\hat{r}_{21} \rightarrow \varepsilon_0 = 8{,}854 \cdot 10^{-12}\ C^2/Nm^2$$

COSTANTE DIELETTRICA DEL VUOTO

LINEARITÀ: $q_1 \rightarrow 2q_1 \Rightarrow \vec{F}_{21} \rightarrow 2\vec{F}_{21}$.

FORZA ELETTRICA

$$\vec{F}_{21} = K\frac{q_1 q_2}{r^2}\hat{r}_2 \rightarrow K = 8.99 \cdot 10^9\ Nm^2/C^2$$ è sia attrattiva che repulsiva

FORZA GRAVITAZIONALE

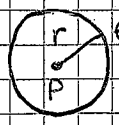
$$\vec{F}_{21} = -G\frac{m_1 m_2}{r^2}\hat{r}_{21} \rightarrow G = 6.67 \cdot 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$$ è solo attrattiva

* $q_1 \cdot q_2$ ci dice se la forza è attrattiva o no:

Se $q_1 \cdot q_2 > 0$ è REPULSIVA, se $q_1 \cdot q_2 < 0$ è ATTRATTIVA

master copy

- Atomo di H

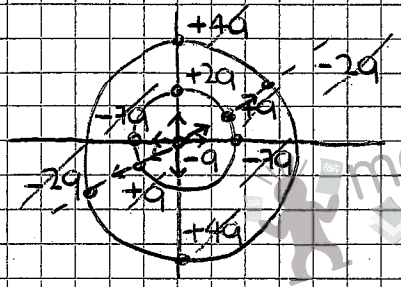


$e^- = -1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C$ $\quad m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}\ Kg$

$p = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C$ $\quad m_{e^-} = 9{,}1 \cdot 10^{-31}\ Kg$

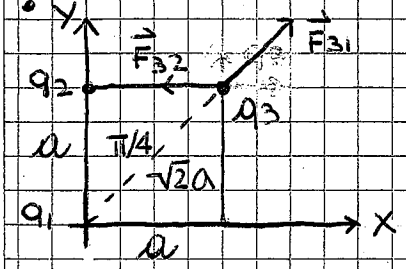
$r = 0{,}5 \cdot 10^{-10}\ m$ $\quad K = 8{,}99 \cdot 10\ Nm^2/C^2$

$\Rightarrow F_G = 4 \cdot 10^{-47}\ N$; $F_E = 9 \cdot 10^{-8}\ N \Rightarrow \frac{F_E}{F_G} = 2{,}2 \cdot 10^{39}$

- 

F_{TOT} su $-q = ?$

$\vec{F}_{-q} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}(q \cdot 2q)\frac{1}{r^2}\hat{j}$

- 

F che agisce su $q_3 = ?$

$q_1 = 5 \cdot 10^{-6}\ C$ $\quad q_3 = 5 \cdot 10^{-6}\ C$

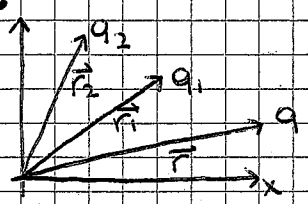
$q_2 = -2 \cdot 10^{-6}\ C$ $\quad a = 0{,}1\ m$

$|\vec{F}_{32}| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{|q_2 \cdot q_3|}{a^2} = 9N$ $\quad \vec{F}_{32} = (-9N\ ;\ 0)$

$|\vec{F}_{31}| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{|q_1 \cdot q_3|}{(\sqrt{2}a)^2} = 1{,}1N$

$\vec{F}_{31} = (|\vec{F}_{31}|\cos\frac{\pi}{4}\ ;\ |\vec{F}_{31}|\,sen\frac{\pi}{4}) = (7{,}9N\ ;\ 7{,}9N)$

$\vec{F}_{TOT} = \vec{F}_{31} + \vec{F}_{32} = (-9N + 7{,}9N\ ;\ 0 + 7{,}9N) = (-1{,}1N\ ;\ 7{,}9N)$

- 

$\vec{F}_q(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q \cdot q_1}{\|\vec{r} - \vec{r}_1\|^3}(\vec{r} - \vec{r}_1) + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q \cdot q_2}{\|\vec{r} - \vec{r}_2\|^3}(\vec{r} - \vec{r}_2)$

$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n}\frac{q \cdot q_i}{\|\vec{r} - \vec{r}_i\|^3}(\vec{r} - \vec{r}_i)$

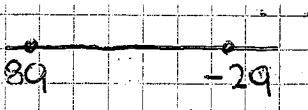
$\vec{r} \cdot r_i = (x - x_i\ ;\ y - y_i\ ;\ z - z_i)$

$(\vec{F}_q(\vec{r}))_x = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n}\frac{q \cdot q_i (x - x_i)}{[(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2 + (z-z_i)^2]^{3/2}}$

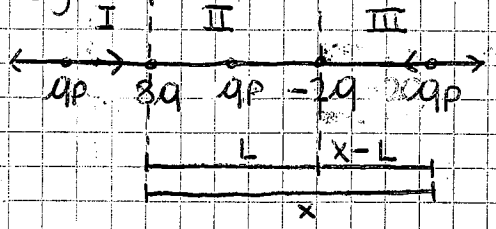
$(\vec{F}_q(\vec{r}))_y = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n}\frac{q \cdot q_i (y - y_i)}{[(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2 + (z-z_i)^2]^{3/2}}$

$(\vec{F}_q(\vec{r}))_z = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n}\frac{q \cdot q_i (z - z_i)}{[(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2 + (z-z_i)^2]^{3/2}}$

•



Voglio prendere una carica qp tale che $\vec{F}_{qp} = 0$



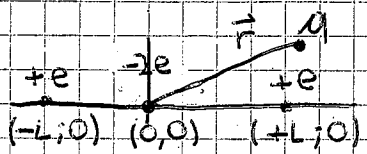
- REGIONE I: $\vec{F}_{qp} \neq 0$
- REGIONE II: $\vec{F}_{qp} \neq 0$

REGIONE III: In questo caso la carica meno attrattiva ma più vicina dà lo stesso contributo di quella più attrattiva ma più lontana.

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{8q \cdot qp}{x^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{2q \cdot qp}{(x-L)^2} \longrightarrow \frac{8}{x^2} = \frac{2}{(x-L)^2}$$

$$\longrightarrow 4(x-L)^2 = x^2 \Rightarrow 2(x-L)^2 = x \longrightarrow x = 2L$$

•



$$\vec{F}_{q\,TOT}(\vec{r}) = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q \cdot q_i}{\|\vec{r} - \vec{r}_i\|^3} (\vec{r} - \vec{r}_i)$$

$\vec{r}_1 = (-L;0)$ $\vec{r}_2 = (0;0)$ $\vec{r}_3 = (L;0)$ $\vec{r} = (x,y)$

$\vec{r} - \vec{r}_1 = (x+L;y)$ $\vec{r} - \vec{r}_2 = (x;y)$ $\vec{r} - \vec{r}_3 = (x-L;y)$

$$\vec{F}_{q\,TOT}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{qe((x+L)\hat{i} + y\hat{j})}{[(x+L)^2 + y^2]^{3/2}} - \frac{q2e(x\hat{i} + y\hat{j})}{(x^2+y^2)^{3/2}} + \frac{qe((x-L)\hat{i} + y\hat{j})}{[(x-L)^2 + y^2]^{3/2}} \right]$$

master COPY

DISTRIBUZIONE DI CARICA

La distribuzione di carica di una particella è concentrata prevalentemente attorno al nucleo o vicino agli e⁻. Per passare dal DISCRETO al CONTINUO si inserisce la DISTRIBUZIONE DI CARICA. Una porzione di V infinitesimo (dV) contiene una quantità di carica infinitesima (dq). Si definisce una densità di carica volumetrica, superficiale e lineare attraverso il limite del rapporto incrementale e poi si ricava la carica di volume, di superficie e di linea:

VOLUME: $\rho_q(x,y,z) = \lim_{\Delta V \to 0} \frac{q}{\Delta V} = \frac{dq}{dV} \longrightarrow \boxed{dq = \rho\, dV}$

$$Q_V = \lim_{n \to \infty} \sum_{i=1}^{n} \rho_q(\vec{r}_i)\Delta V_i = \int_V \rho_q(\vec{r}_i)\, dV$$