

Facoltà di SMFN Dipartimento di Chimica -
A.A. 2021-22

20/04/2022 – Scritto di Fisica 2. Canale:

Nome:

Cognome:

Matricola:

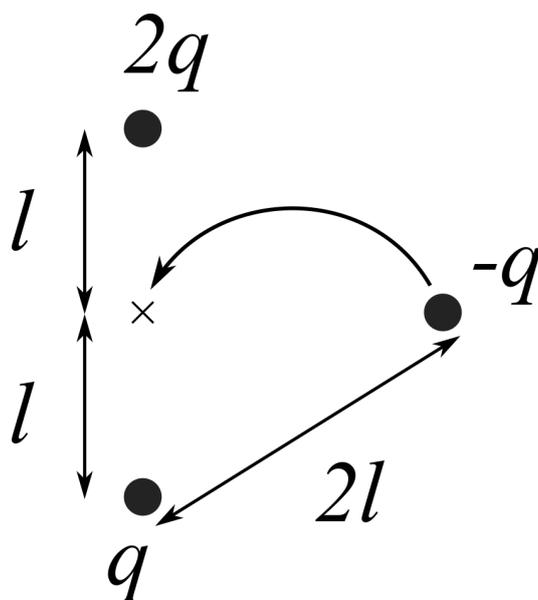
Orale in questo appello: SI NO

Nota Bene: Il formulario (o il libro) vuole essere un supporto qualora non ricordiate alcune formule e non abbiate tempo per ricavarle. Tenete presente che il solo scrivere la formula giusta per rispondere ad una domanda **non** porta ad avere alcun punteggio in quella domanda.

Esercizio 1

Tre cariche ($q = 10^{-8}$ C) sono disposte su di un triangolo equilatero di lato $2l = 1$ m come in figura. La carica a destra (negativa) viene spostata in maniera da allinearla alle altre due (positive) lasciandola equidistante. Calcolare:

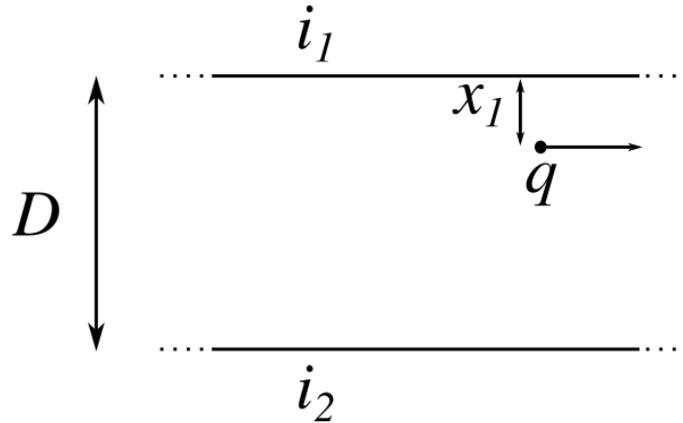
- il lavoro fatto dalle forze elettrostatiche durante lo spostamento (**5 punti**);
- l'energia potenziale elettrostatica del sistema nello stato finale (**5 punti**);
- la forza agente sulla carica negativa dopo lo spostamento, indicandone chiaramente modulo, direzione e verso (**6 punti**).



Esercizio 2

Due fili conduttori fissi, rettilinei ed indefiniti, paralleli fra loro, si trovano alla distanza di $D = 25$ cm. Ognuno esercita sull'altro una forza per unità di lunghezza pari a $f_{12} = 1.5 \times 10^{-3}$ N/m e sono percorsi da correnti di intensità, rispettivamente, i_1, i_2 . Una carica che viaggia fra i due fili con velocità parallela ai fili stessi non viene deviata se la distanza dal primo filo (quello percorso dalla corrente i_1) è $x_1 = 5.0$ cm. **Note Bene:** non è necessario conoscere il valore della carica per svolgere l'esercizio. Determinare:

- se le due correnti sono concordi o discordi, giustificando la risposta (**5 punti**);
- l'intensità della corrente che scorre in ciascun filo (**6 punti**);
- il valore dei due campi magnetici \vec{B}_1, \vec{B}_2 , generati da ciascuno dei fili nel punto x_1 , indicando chiaramente anche direzione e verso rispetto al sistema di riferimento scelto (**5 punti**).



Soluzione Esercizio 1

a) Possiamo calcolare il lavoro a partire dalla differenza di energia elettrostatica. Vale infatti $W = -\Delta U_e = -(U_e^f - U_e^i)$. Poiché solo la carica negativa si muove, solo i termini relativi a quest'ultima cambieranno. Possiamo quindi scrivere

$$\Delta U_e = U_e^f - U_e^i = \left(-\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} - \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 l} \right) - \left(-\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 2l} - \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 2l} \right) = -\frac{3q^2}{4\pi\epsilon_0 l} + \frac{3q^2}{8\pi\epsilon_0 l} = -\frac{3q^2}{8\pi\epsilon_0 l}$$

e quindi

$$W = \frac{3q^2}{8\pi\epsilon_0 l} = 2.7 \times 10^{-6} \text{ J.}$$

Si trova che il lavoro è positivo come dovrebbe essere, in quanto forza e spostamento sono concordi.

b) L'energia elettrostatica del sistema è data dalla somma delle tre coppie di cariche presenti nel sistema. Si ha quindi

$$U_e = -\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} - \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 l} + \frac{2q^2}{8\pi\epsilon_0 l} = -\frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 l} = -3.6 \times 10^{-6} \text{ J}$$

c) La forza percepita dalla carica negativa è $\vec{F} = -q\vec{E}_+$, con \vec{E}_+ campo elettrico generato dalle altre due cariche. Se definiamo \hat{y} il versore che va da q a $2q$ allora il campo elettrico vale

$$\vec{E}_+ = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0 l^2} \hat{y}$$

e quindi la forza vale

$$\vec{F} = -q\vec{E}_+ = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l^2} \hat{y},$$

che ha modulo $F = 3.6 \times 10^{-6} \text{ N}$.

Soluzione Esercizio 2

a) Sappiamo che il campo magnetico si annulla a distanza x_1 dal primo filo (se la forza di Lorentz su una carica che si muove con velocità ortogonale al campo magnetico generato dai due fili è nulla vuol dire che il campo stesso è nullo). Dunque il campo magnetico generato da ciascun filo nella regione fra loro deve essere opposto a quello dell'altro, cosa possibile solo se le due correnti sono nello stesso verso. Dunque le due correnti sono in verso CONCORDE.

b) La forza per unità di lunghezza fra i due fili è data da: $f_{12}/L = \mu_0 \frac{i_1 i_2}{2\pi D}$. Nota la forza e la distanza possiamo calcolare il valore del prodotto delle due correnti: $i_1 i_2 = \frac{2\pi f_{12} D}{L \mu_0} = \frac{1.5 \times 10^{-3} \times 0.25}{2 \times 10^{-7}} \text{ A}^2 = 1.9 \times 10^3 \text{ A}^2$.

Ricordando l'espressione del campo generato da ciascun filo rettilineo indefinito, e sapendo che in x_1 si annulla, deve anche essere: $\frac{\mu_0}{2\pi} \left(\frac{i_1}{x_1} - \frac{i_2}{D-x_1} \right) = 0$. Ossia: $\frac{i_1}{i_2} = \frac{x_1}{D-x_1} = \frac{5}{20} = 0.25$.

Abbiamo dunque che conosciamo sia il prodotto che il rapporto delle due correnti:

$i_1 i_2 = 1.9 \times 10^3 \text{ A}^2 = B$ e $\frac{i_2}{i_1} = 4 = C$, dove abbiamo definito B e C che ci permettono di scrivere

$i_2 = C i_1$, $C i_1^2 = B$, da cui si ricava:

$$i_1 = \sqrt{B/C} = 22 \text{ A}, \quad i_2 = 88 \text{ A}.$$

c) Ovviamente basta calcolare il valore di uno dei due e l'altro sarà, per quanto detto ai punti a) e b), solo opposto in verso. Prendendo l'asse z ortogonale al piano dove si trovano i 2 conduttori e positivo verso l'alto, l'asse y lungo l'asse dei conduttori e positivo verso l'alto e le due correnti concordi ad \hat{y} , si ha che il campo generato dal primo filo è $-\hat{z}$ e quello generato dal secondo è \hat{z} .

In modulo: $B_1 = \mu_0 \frac{i_1}{2\pi x_1} = 8.8 \cdot 10^{-5} \text{ Tesla}$. E $B_2 = B_1$.