

Prova scritta di Fisica II - 07 Novembre 2024

Nome _____ Cognome _____ Canale _____

Matricola _____ Ritirato/a

Nota Bene: Il formulario vuole essere un supporto qualora non ricordate alcune formule e non abbiate tempo per ricavarle. Tenete presente che il solo scrivere la formula giusta trovata nel formulario per rispondere ad una domanda **non** porta ad avere alcun punteggio in quella domanda. Si ricorda anche che tutte le risposte vanno correttamente motivate, la sola risposta numerica non è sufficiente per avere punti relativi alla domanda in questione.

Primo Esercizio

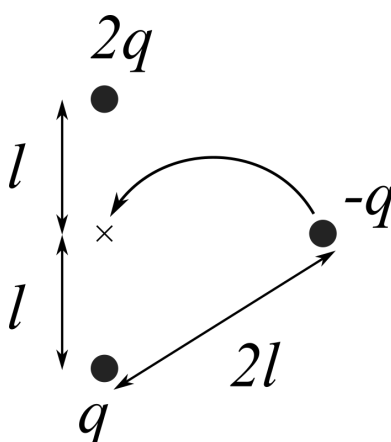


Figura 1.

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

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

Secondo Esercizio

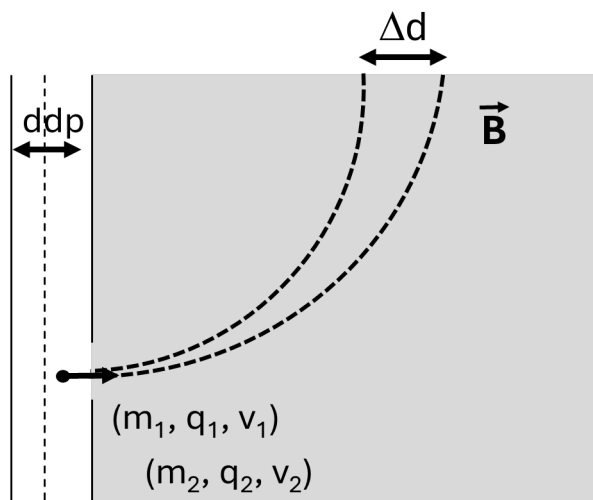


Figura 2.

Due particelle aventi la stessa carica elettrica $q = -1.6 \cdot 10^{-18}$ C ma diverse masse $m_1 \neq m_2$, sono accelerate da ferme da una differenza di potenziale $\Delta V = 7 \cdot kV$ e successivamente entrano con velocità $v_1 = 3.8 \cdot 10^5$ m/s e $v_2 = 3.7 \cdot 10^5$ m/s in una regione (indicata in grigio in Fig. ??) sottoposta ad un campo magnetico \vec{B} di intensità $B = 500$ mT diretto ortogonalmente alla velocità e al foglio.

1. Determinare l'energia cinetica delle due particelle (**4 punti**).
2. Calcolare le masse m_1 ed m_2 delle due particelle (**4 punti**).
3. Indicare il verso del campo magnetico B che produce le traiettorie disegnate in Fig. ?? (**2 punti**).
4. Calcolare la differenza Δd tra i punti d'impatto sullo schermo delle due particelle (**6 punti**).

Soluzione del primo esercizio

1. 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

$$W = \frac{3q^2}{8\pi\epsilon_0 l} = 1.35 \times 10^{-6} \text{ J.}$$

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

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

$$U_e = -\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} - \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 l} + \frac{2q^2}{8\pi\epsilon_0 l} = -\frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 l} = -1.8 \times 10^{-6} \text{ J}$$

3. 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 $F = 9.0 \times 10^{-7} \text{ N}$.

Soluzione del secondo esercizio

1. L'energia cinetica delle due particelle è pari all'energia potenziale elettrica accumulata nel condensatore piano (la regione iniziale di accelerazione delle due particelle) ed è data da:

$$E_k^1 = E_k^2 = q \cdot \Delta V = 1.6 \cdot 10^{-18} C \cdot 7 \cdot 10^3 V = 1.12 \times 10^{-14} J$$

2. A partire dall'energia cinetica delle due particelle è possibile ricavare le loro masse:

$$E_k^1 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

$$E_k^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

da cui si trova

$$m_1 = \frac{2E_k^1}{v_1^2} = 0.155 \cdot 10^{-24} \text{ kg}$$

$$m_2 = \frac{2E_k^2}{v_2^2} = 0.164 \cdot 10^{-24} \text{ kg}$$

3. Poiché la carica delle particelle è negativa, applicando la regola della mano destra all'espressione della forza di Lorentz si trova che la deviazione subita dalle cariche (disegnata in Fig. 2) si può avere solo se il campo magnetico \vec{B} è uscente dal foglio.
4. La distanza tra i punti di arrivo sugli schermi è pari alla differenza tra i raggi di curvatura delle traiettorie, che si possono calcolare come:

$$r = \frac{v \cdot m}{B \cdot q}$$

$$r_1 = 7.59 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$r_2 = 7.36 \times 10^{-2} \text{ m}$$

da cui si ottiene:

$$\Delta d = r_1 - r_2 \approx 2.2 \text{ mm}$$