

Prova scritta di Fisica II - 13 Giugno 2024

Nome _____ Cognome _____ Canale _____

Matricola _____ Ritirato/a

Nota Bene: Il formulario vuole essere un supporto qualora non ricordiate 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

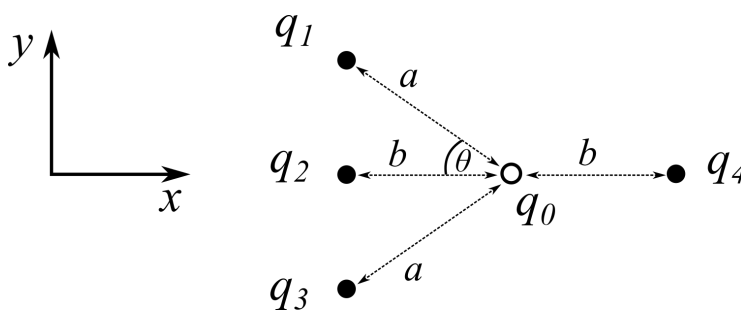


Figura 1.

Quattro cariche fisse di valore $q_1 = 2 \times 10^{-8}$ C, $q_2 = -10^{-8}$ C, $q_3 = q_1$ e $q_4 = -q_2$ C sono disposte come in figura: le prime tre sono equidistanti lungo y e, insieme a un punto posto a distanza b lungo x da q_2 (indicato con il cerchio), formano un triangolo isoscele che ha lati obliqui lunghi $a = 1$ cm, e l'angolo indicato in figura vale $\theta = \pi/4 = 45^\circ$. La quarta carica è posta a una distanza $2b$ da q_2 , sempre lungo x .

Se nel punto equidistante da q_2 e q_4 (indicato con il cerchio) viene posta una carica di prova $q_0 = -q_4$, si trova che essa non risente di alcuna forza elettrostatica.

1. Calcolare il modulo della forza totale che q_1 , q_2 e q_3 esercitano su q_0 (**5 punti**).
2. Determinare la differenza di potenziale tra il punto in cui viene messa q_0 e l'infinito, e l'energia elettrostatica di q_0 (**6 punti**).

3. Calcolare la differenza di energia elettrostatica tra il valore calcolato precedentemente e quello che si otterrebbe se q_4 avesse segno opposto (**5 punti**).

Secondo Esercizio

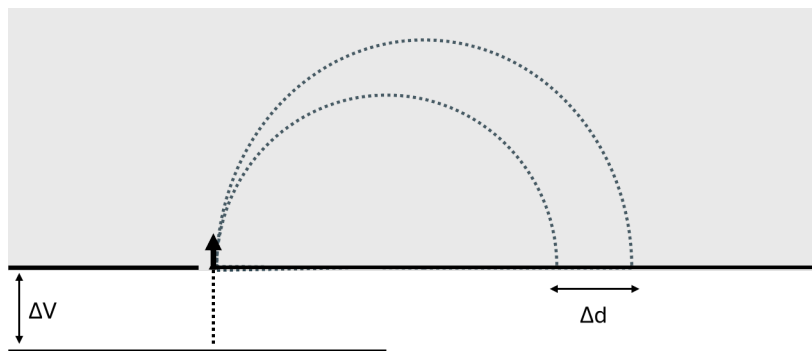


Figura 2.

In uno spettrometro di Dempster (mostrato in Figura 2), due isotopi di masse $m_1 = 3.981 \times 10^{-22}$ g e $m_2 = 3.931 \times 10^{-22}$ g e carica $q_1 = q_2 = q = 1.602 \times 10^{-18}$ C, vengono accelerati a partire da una velocità nulla da una d.d.p. $\Delta V = 10$ kV ed entrano in una camera a vuoto in cui agisce un campo magnetico. Il campo magnetico B ha modulo $B = 1$ T ed è diretto perpendicolarmente al foglio.

1. Calcolare l'energia cinetica E_i dei due isotopi quando entrano nella camera da vuoto dello spettrometro di Dempster (**4 punti**)
2. Indicare il verso del campo magnetico B che produce le traiettorie disegnate in Figura 2. Calcolare la velocità di ciascun isotopo (**6 punti**)
3. Calcolare la differenza Δd tra i punti d'impatto sullo schermo dei due isotopi (**6 punti**)

Soluzione del primo esercizio

1. Poiché q_0 è in equilibrio, la forza esercitata dalle cariche q_1 , q_2 e q_3 deve essere uguale e opposta (e quindi uguale in modulo) a quella dovuta a q_4 . La cosa più semplice è quindi calcolare quest'ultima:

$$F_{123} = F_4 = \frac{|q_0 q_4|}{4\pi\epsilon_0 b^2} = 1.83 \times 10^{-2} \text{ N},$$

dove $b = a \cos\theta = 0.7 \text{ cm}$.

2. Se prendiamo il potenziale all'infinito uguale a 0, il potenziale di q_0 finale è dato dalla somma dei potenziali generati dalle quattro cariche. La differenza totale vale quindi

$$\Delta V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1 + q_3}{a} + \frac{q_2 + q_4}{b} \right) = \frac{q_1}{2\pi\epsilon_0 a} = 3.6 \times 10^4 \text{ V},$$

dove abbiamo utilizzato il fatto che $q_1 = q_3$ e $q_2 + q_4 = 0$. L'energia potenziale si ottiene moltiplicando questo valore per quello della carica di prova q_0 , quindi

$$U = q_0 \Delta V = -3.6 \times 10^{-4} \text{ J}.$$

3. Se q_4 avesse segno opposto la nuova espressione della differenza di potenziale sarebbe

$$\Delta V_n = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1 + q_3}{a} + \frac{q_2 + q_4}{b} \right) = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{a} + \frac{q_2}{b} \right) = 1.05 \times 10^4 \text{ V},$$

da cui si trova $U_n = q_0 \Delta V = -1.05 \times 10^{-4} \text{ J}$. La differenza tra le due energie vale quindi

$$\Delta U = U_n - U = 2.55 \times 10^{-4} \text{ J}$$

Soluzione del secondo esercizio

1. L'energia cinetica delle particelle è pari all'energia potenziale elettrica accumulata nel condensatore piano e identica tra le due particelle data la medesima carica:

$$E_k^1 = E_k^2 = q \cdot \Delta V = 1.602 \times 10^{-14} \text{ J}$$

2. La direzione del campo magnetico per avere traiettorie in senso orario deve essere uscente dal foglio. La velocità di ingresso delle due particelle si calcola a partire dall'energia cinetica:

$$v = \sqrt{2 \frac{E_k}{m}}$$

$$v_1 = 2.837 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$$

$$v_2 = 2.855 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$$

3. 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:

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

$$r_1 = 7.05 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$r_2 = 7.01 \times 10^{-2} \text{ m}$$

E quindi la distanza Δd tra i due punti d'impatto è:

$$\Delta d = (2r_1 - 2r_2) = 0.8 \text{ mm}$$