

Prova scritta di Fisica II - Appello Straordinario - 18 Aprile 2023

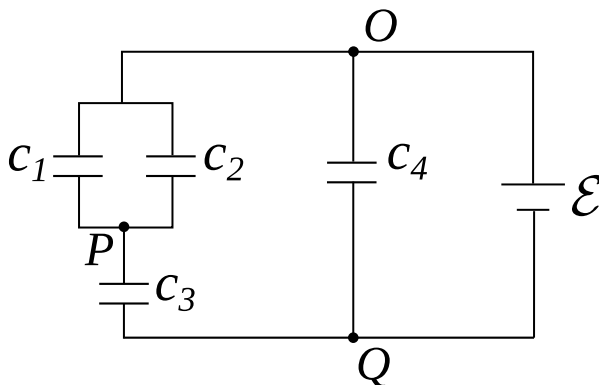
Nome _____ Cognome _____

Matricola _____ Orale in questo appello 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

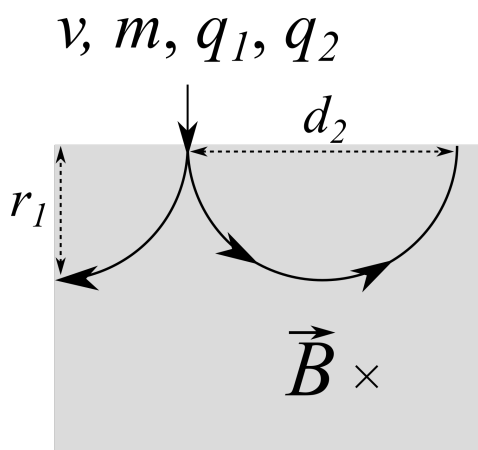
Considerare il circuito illustrato in figura, formato da tre nodi (O, P, Q) collegati da condensatori con valori $C_1 = 1 \text{ nF}$, $C_2 = 1 \text{ nF}$, $C_3 = 2 \text{ nF}$, $C_4 = 3 \text{ nF}$ e da un generatore con forza elettromotrice $\mathcal{E} = 10 \text{ V}$.



1. Determinare il circuito equivalente (**5 punti**).
2. Determinare la differenza di potenziale tra i nodi O e P del circuito (**5 punti**).
3. Determinare le cariche q_1, q_2, q_3, q_4 immagazzinate in ciascuno dei condensatori (**6 punti**).

Secondo Esercizio

Un fascio di ioni è composto da due tipi di particelle aventi stessa massa $m = 10^{-20}$ Kg ma cariche q_1 e q_2 differenti. Il fascio entra con velocità $v = 10^4$ m/s in una camera in cui è presente un campo magnetico entrante (ortogonale alla velocità) di intensità $B = 1$ T. Le cariche q_1 vengono deviate verso sinistra, compiono un quarto di circonferenza di raggio $r_1 = 50$ cm e poi colpiscono una parete. Le cariche q_2 vengono deviate verso destra, compiono una semicirconferenza di diametro $d_2 = 2r_1$ e poi colpiscono la parete.



1. Determinare il valore (compreso di segno) di q_1 e q_2 (**6 punti**).
2. Calcolare i tempi t_1 e t_2 che trascorrono dal momento in cui le cariche di tipo 1 e 2 entrano nella camera al momento in cui colpiscono le pareti (**5 punti**).
3. Determinare verso, direzione e intensità del campo elettrico che bisognerebbe aggiungere all'interno della camera per far sì che la traiettoria delle particelle non venga più curvata dal campo magnetico (**5 punti**).

Soluzione del primo esercizio

1. Per trovare il circuito equivalente, applichiamo le regole per i condensatori in serie e parallelo fino ad ottenere una singola capacità C_{eq} connessa al generatore. Prima troviamo la capacità associata ai due condensatori in parallelo C_1 e C_2 :

$$C_p = C_1 + C_2 = 2 \text{ nF}.$$

Questa capacità si trova in serie con C_3 :

$$C_s = \left(\frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_3} \right)^{-1} = \frac{C_p C_3}{C_p + C_3} = 1 \text{ nF}.$$

Infine, questa capacità si trova in parallelo con C_4 . Otteniamo dunque:

$$C_{\text{eq}} = C_s + C_4 = 4 \text{ nF}.$$

2. Siano V_O, V_P, V_Q i potenziali nei nodi del circuito indicati con A, B, C nel disegno. Abbiamo le eguaglianze $V_O - V_Q = \mathcal{E}$ e inoltre, dato che la stessa carica è immagazzinata in C_3 e in C_p , $C_p(V_O - V_P) = C_3(V_P - V_Q)$. Rimpiazzando $V_Q = V_O - \mathcal{E}$ in quest'ultima equazione, si trova:

$$V_O - V_P = \frac{C_3}{C_p + C_3} \mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}}{2} = 5 \text{ V}.$$

3. La carica immagazzinata in q_4 è data da

$$q_4 = C_4 \mathcal{E} = 3 \cdot 10^{-8} \text{ C}.$$

La carica immagazzinata in C_3 è data da

$$q_3 = C_3(V_P - V_Q) = C_3(V_P - V_O + \mathcal{E}) = 1 \cdot 10^{-8} \text{ C}.$$

La carica totale immagazzinata in C_1 e C_2 deve essere uguale a q_3 , assumendo che il conduttore del nodo B sia neutro. Dunque $q_1 + q_2 = q_3$. Poichè i due condensatori sono uguali, ne consegue che

$$q_1 = q_2 = \frac{q_3}{2} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ C}.$$

Soluzione del secondo esercizio

1. Analizzando la direzione della forza di Lorentz nei due casi si trova che $q_1 < 0$ e $q_2 > 0$. Poiché le velocità delle particelle e i raggi delle due circonferenze sono uguali, anche q_1 e q_2 devono essere uguali in modulo. Si trova quindi

$$|q_1| = |q_2| = \frac{mv}{r_1 B} = 2 \times 10^{-16} \text{ C.}$$

2. Entrambi i tipi di particelle hanno la stessa velocità angolare $\omega = |q_1|B/m = |q_2|B/m = 2 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$ ma percorrono frazioni di circonferenza differenti. Le particelle di tipo 1 spazzano un angolo $\pi/2$, mentre quelle di tipo 2 spazzano un angolo π . Si trova quindi

$$t_1 = \frac{\pi}{2\omega} = 0.79 \times 10^{-4} \text{ s}$$

$$t_2 = 2t_1 = \frac{\pi}{\omega} = 1.57 \times 10^{-4} \text{ s}$$

3. Affinché la forza dovuta al campo elettrico aggiunto si opponga a quella di Lorentz, \vec{E} deve essere diretto verso sinistra e si deve avere

$$\vec{F}_{\text{tot}} = q_1(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) = q_2(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) = 0$$

e quindi

$$E = vB = 10^4 \text{ V/m}$$