

Università di Trieste, A.A. 2020/2021

Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Primo appello estivo - 21/7/2021

Cognome Nome

Istruzioni per gli esercizi:

Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: **la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date o di quelle ottenute in altre risposte, e il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate.**

1. Due sfere conduttrici, di raggi $R_1=12.0\text{ cm}$ e $R_2=4.5\text{ cm}$, sono fisse a una certa distanza d (da intendere come distanza tra i due centri). Queste sono caricate con la stessa carica $Q=7.4\text{ nC}$.

a. Calcolate la differenza di potenziale tra le due sfere $\Delta V=V_2-V_1$, ipotizzando che la distanza d sia tale che le sfere non si influenzino.

$$\Delta V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) = 1678\text{ V} - 554\text{ V} = 324\text{ V}$$

b. Richiedendo che il campo elettrico che la sfera 2 esercita sulla superficie della sfera 1 sia molto più piccolo (per es., $< 1/100$) del campo elettrico sulla superficie della sfera grande, suggerite a quale distanza devono stare le due sfere per non influenzarsi.

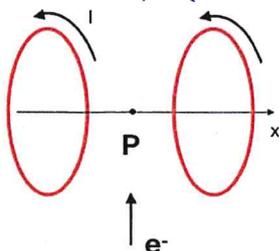
$$d > 11R_1 \approx 1.32\text{ m}$$

c. Le due sfere vengono collegate con un filo conduttore, per un tempo sufficientemente lungo da far tornare il sistema statico. Calcolare la differenza di energia potenziale

$\Delta U=U'-U$ tra le due configurazioni, prima (senza ') e dopo (con ') il collegamento del filo.

$$Q_1' = \frac{2R_1Q}{R_1+R_2} = 10.8\text{ nC}, \quad Q_2' = \frac{2R_2Q}{R_1+R_2} = 4.0\text{ nC}$$

$$\Delta U = \left(\frac{Q_1'^2}{R_1} + \frac{Q_2'^2}{R_2} \right) \frac{1}{8\pi\epsilon_0} - \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q^2}{R_1} + \frac{Q^2}{R_2} \right) = 5.97\text{ nJ} - 7.52\text{ nJ} = -1.55\text{ nJ}$$



2. Un elettrone ($m_e=9.11 \times 10^{-31}\text{ kg}$) viene sparato tra due "bobine di Helmholtz" (Fig. 2), due bobine coassiali di $N=50$ spire l'una, di raggio $R=5.40\text{ cm}$, separate da una distanza $d=2R$ ed attraversate, nello stesso senso come in figura, da una corrente $I=1.2\text{ A}$. La velocità dell'elettrone è $v=1.43 \times 10^8\text{ m/s}$.

a. Calcolare il campo magnetico \vec{B} nel punto P a metà tra i centri delle due bobine.

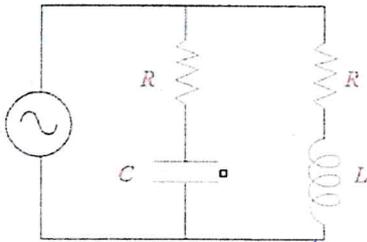
$$\vec{B} = \mu_0 \frac{\sqrt{2}}{4} \frac{NI}{R} \hat{i} = 6.93 \times 10^{-4} \text{ T } \hat{i}$$

b. Supponendo che il campo magnetico sia uniforme nel cilindro che ha le due bobine come basi, e nullo al di fuori, calcolate la forza \vec{F} esercitata sull'elettrone dal campo magnetico e il tempo δt di durata dell'interazione, supponendo che la traiettoria dell'elettrone sia approssimativamente imperturbata.

$$|\vec{F}| = eBv = 4.13 \times 10^{-14} \text{ N}, \quad \delta t = \frac{2R}{v} = 7.55 \times 10^{-10} \text{ s}$$

c. Eguagliando l'impulso $\vec{F} \delta t$ alla variazione della quantità di moto dell'elettrone, calcolare l'angolo di deflessione dello stesso. Quanto era buona l'ipotesi di traiettoria imperturbata?

$$\Delta p = \frac{eB \delta t R}{m_e} = 9.36 \times 10^6 \text{ m/s}, \quad \theta \approx \frac{\Delta p}{v} \approx \frac{F \delta t}{m_e v} \approx 3.75^\circ$$



3. Un circuito è composto dal parallelo di un RC serie e di un RL serie, con $R=12.0\Omega$ uguale per le due resistenze, $C=120\mu\text{F}$ e $L=16.0\text{mH}$. Viene attraversato da una corrente alternata di $\nu=80.0\text{Hz}$ e $V_{\text{eff}}=20.0\text{V}$.

a. Calcolare l'impedenza totale del circuito.

$$Z = \frac{ZR(R^2 + L/C) + R(\omega L - 1/\omega C)}{iR^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2} + j \frac{(R^2 - L/C)(\omega L - 1/\omega C)}{iR^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2} = 11.6 - 0.14i \Omega$$

$$|Z| = 11.6 \Omega, \quad \phi_Z = -0.68^\circ$$

b. Calcolare il valore efficace della corrente che circola nei due rami e il suo sfasamento con la tensione.

$$i_{RC} = \frac{V_{\text{eff}}}{\sqrt{R^2 + 1/\omega^2 C^2}} = 0.98 \text{ A}, \quad \phi_{i_{RC}} = -\arctan \frac{1}{\omega RC} = +54.1^\circ$$

$$i_{RL} = \frac{V_{\text{eff}}}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = 1.38 \text{ A}, \quad \phi_{i_{RL}} = -\arctan \frac{\omega L}{R} = -33.8^\circ$$

c. Calcolare la frequenza di risonanza del circuito e la sua impedenza in questo caso.

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 721 \text{ rad/s}, \quad \nu_0 = 115 \text{ Hz}, \quad Z_{\text{ris}} = \frac{R^2 + L/C}{2R} = 11.6 \Omega$$