Universita` di Trieste, A.A. 2020/2021

Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Primo appello autunnale - 2/9/2021

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. Tre piccole sfere identiche di dimensioni trascurabili e massa $m=3\,g$, cariche con $q_1=248\,nC$, $q_2=240\,nC$ e $q_3=62\,nC$, giacciono allineate su un piano orizzontale, vincolate a mantenere la propria posizione. La sfera 2 sta in mezzo, la sua distanza dalle sfere 1 e 3 e` rispettivamente $d_{12}=0.8\,m$ e $d_{23}=0.4\,m$. Definiamo l'asse x come la retta che interseca le tre cariche (in direzione dalla 1 alla 3), e poniamo l'origine sulla carica 2.

a. Calcolate l'energia elettrostatica del sistema.

$$U=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1q_2}{d_{12}}+\frac{q_2q_3}{d_{23}}+\frac{q_1q_3}{d_{12}+d_{23}}\right)=1.17\times10^{-3}\,J$$

b. La sfera 2 viene lasciata libera di muoversi lungo l'asse y, e le viene dato un minuscolo impulso in direzione delle y positive. Calcolate la forza (vettore!) del campo elettrico quando la carica e` a $y=0.5\,m$.

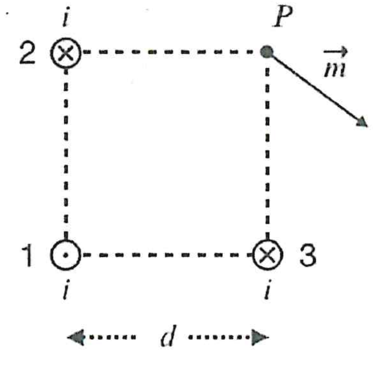
$$\alpha_1=\arctan\left(\frac{y}{d_{12}}\right),\quad \alpha_3=\arctan\left(\frac{y}{d_{23}}\right)$$

$$\vec{F}=\frac{q_2}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q_1}{d_{12}^2+y^2}\left(\cos\alpha_1\,\hat{i}+\sin\alpha_1\,\hat{j}\right)+\frac{q_3}{d_{23}^2+y^2}\left(-\cos\alpha_3\,\hat{i}+\sin\alpha_3\,\hat{j}\right)\right]=$$

$$=\left(3.06\,\hat{i}+5.73\,\hat{j}\right)\times10^{-4}\,N$$

c. Calcolate la velocita` della carica dopo un tempo adeguatamente lungo.

$$U_2=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1q_2}{d_{12}}+\frac{q_2q_3}{d_{23}}\right),\quad v=\sqrt{\frac{2U_2}{m}}=0.82\,m/s$$



2. Tre fili indefiniti, paralleli tra di loro, sono disposti sui quattro vertici di un quadrato di lato d=2 cm (vedi figura) e sono percorsi da correnti i_1=0.48 A (uscente), i_2=0.22 A (entrante), i_3=0.76 A (entrante). Nel punto P della figura poniamo l'ago di una calamita, con momento magnetico $\vec{m}=16(\hat{i}-\hat{j})\ \mu A m^2$, dove $\hat{i}$ e $\hat{j}$ sono i versori degli assi x (orizzontale) e y (verticale) nella figura.

a. Determinare il campo magnetico $\vec{B}$ nel punto P.

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi d}\left[\left(i_3 - \frac{i_2}{2}\right)\hat{\imath} + \left(\frac{i_1}{2} - i_2\right)\hat{\jmath}\right] = 5.2\hat{\imath} + 0.2\hat{\jmath}\ \mu T$$

b. Quale momento meccanico dobbiamo esercitare sul magnete per mantenerlo in quella posizione?

$$\tau_{vincolo} = -\vec{m} \times \vec{B} = -8.64 \times 10^{-11}\,\hat{k}\ Nm$$

c. Lasciamo l'ago libero di ruotare senza attrito. Con quanta energia l'ago si ritrova riallineato con il campo magnetico?

$$U = |\vec{m} \cdot \vec{B}| = 8.0 \times 10^{-11}\ J$$

3. Un circuito e` composto dalla serie di un condensatore e del parallelo di una resistenza e un'induttanza, al quale e` applicata una f.e.m. alternata. Si ha che $V_0 = 350\,V$, $\nu = 100\,Hz$, $L = 0.4\,H$, $R = 470\,\Omega$, $C = 7\,\mu F$.

a. Calcolare l'impedenza totale del circuito (sia complessa, riportando la formula, che come modulo, riportando solo il valore) e lo sfasamento della corrente sul capacitore rispetto alla tensione (solo il valore).

$$Z = \frac{R X_L^2}{R^2 + X_L^2} + j\left(\frac{R^2 X_L}{R^2 + X_L^2} - X_C\right) = 104 - 31j\ \Omega,\ |Z| = 108\ \Omega$$

$$\phi_i = -\phi_Z = 17.0^\circ$$

b. Calcolare a quale frequenza il circuito va in risonanza.

$$\nu_{ris} = \frac{1}{2\pi}\frac{1}{\sqrt{LC - \frac{L^2}{R^2}}} = 110\ Hz$$

c. Calcolare la potenza dissipata sulla resistenza.

$$i_{eff}^2 = \frac{V_0^2}{2}\frac{1}{|Z|^2}\frac{X_L^4 + R^2 X_L^2}{(R^2 + X_L^2)^2} = (1.07\,A)^2,\ P = i_{eff}^2 R = 536\ W$$