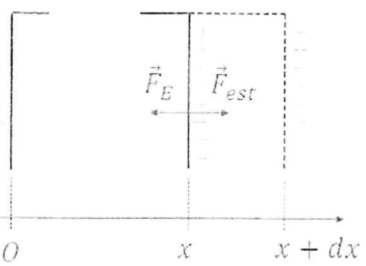
Universita` di Trieste, A.A. 2022/2023

Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Seconda simulazione di esame - 12/1/2023

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. Sulle armature di un condensatore a facce piane parallele distanti $x_1 = 5\,mm$ e` depositata una carica $Q_1 = 2\,\mu C$ ed e` applicata una differenza di potenziale $V = 400\,V$. Dopo avere isolato il condensatore, si porta molto lentamente la distanza fra le armature al valore $x_2 = 10\,mm$. Si supponga per semplicita` che l'armatura di sinistra sia fissa, come in figura.

a. Calcolate il lavoro necessario ad allontanare le due lastre.

$$C_1 = Q/V = \varepsilon_0 A/x_1 \Rightarrow A = \frac{Q_1 x_1}{\varepsilon_0 V} = 2.82\ m^2$$

$$\int_{x_1}^{x_2} |\vec{F}_{EST}|\, dx = \Delta\left(\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}\right) = \frac{Q^2}{2\varepsilon_0 A}(x_2 - x_1) = 4.00\times 10^{-4}\,J \qquad = \frac{QV}{2}\,\frac{x_2 - x_1}{x_1}$$

b. Utilizzate questa informazione per calcolare la forza $\vec{F}_E$ che il campo elettrico esercita sulla lastra di destra. Provate a confrontarla con il valore che avreste calcolato direttamente.

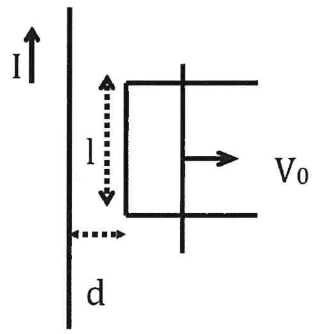
$$\int_{x}^{x+\Delta x} |\vec{F}_E|\, dt = \frac{Q^2}{2\varepsilon_0 A}\Delta x \Rightarrow |\vec{F}_E| = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{\varepsilon_0 A} = \frac{1}{2}\frac{\sigma}{\varepsilon_0} Q = 8.00\times 10^{-2}\,N$$

c. Adesso supponete che il condensatore rimanga collegato al generatore di f.e.m. durante lo spostamento delle lastre. Come cambia l'energia necessaria per operare questo spostamento? Suggerimento: nota la forza $\vec{F}_E$, calcolate la differenza di energia elettrostatica per un piccolo spostamento dx, tenendo conto che la tensione costante implica uno scambio di carica, ed integrate il risultato cosi` ottenuto.

$$\int_{x_1}^{x_2} |\vec{F}_E|\, dx = \int_{x_1}^{x_2} \frac{C^2 V^2}{2\varepsilon_0 A}\, dx = \frac{1}{2}\varepsilon_0 A V^2 \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{x^2} = \frac{1}{2}\varepsilon_0 A V^2\left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2}\right) = 2.00\times 10^{-4}\,J$$

$$\neq \Delta\left(\frac{1}{2}CV^2\right)\ !$$

2. Una sbarra conduttrice si appoggia a due rotaie conduttrici distanziate di $l = 30\,cm$, come in figura. La sbarra viene fatta muovere con velocità costante v_0 rimanendo perpendicolare alle due rotaie. Il sistema è immerso nel campo magnetico generato da un filo infinito percorso da corrente $I = 45\,A$ che giace sullo stesso piano delle rotaie e della sbarra. All'istante iniziale la sbarra è a distanza $d = 0.2\,m$ dal filo, in coincidenza dell'inizio delle rotaie.



a) Sapendo che la forza elettromotrice misurata nel circuito quando la sbarra si trova a distanza $x_1 = 0.5\,m$ dal filo è di 0.002 V, determinate la velocità della sbarra.

$$\frac{d\phi_B}{dt} = \frac{d\phi_B}{dx}\frac{dx}{dt} = \ell \frac{\mu_0 I}{2\pi x} v_0 = |\mathcal{E}|$$

$$v_0 = \frac{2\pi x_1}{\mu_0 I \ell}|\mathcal{E}| = 370\ m/s$$

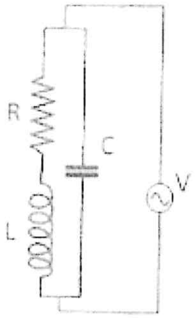
b) Sapendo che la sbarra è costituita da filo di rame di raggio $r = 1\,mm$ e la resistenza delle rotaie è trascurabile, calcolate il modulo della forza che agisce sulla sbarra nella posizione x_1.

$$R = \frac{\rho \ell}{\pi r^2} = 1.60 \times 10^{-3}\,\Omega, \quad F = \frac{|\mathcal{E}|}{R}\ell \frac{\mu_0 I}{2\pi x_1} = 6.76 \times 10^{-6}\,N$$

$$F = \frac{B^2 \ell^2 v_0}{R} = \frac{|\mathcal{E}|\pi r^2}{\rho}B \quad \text{dove } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x_1}$$

c) Calcolate il modulo della carica che ha attraversato il circuito durante il movimento della sbarra fino al punto x1.

$$i(t) = \frac{\ell}{R}\frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I v_0}{(d + v_0 t)}, \quad Q = \int_0^{x_1/v_0} i(t)\,dt = \frac{\ell}{R}\frac{\mu_0 I}{2\pi}\ln\frac{x_1}{d} = 1.55\ mC$$



3. Il circuito riportato in figura ha: $V_{eff} = 100\,V$, $\nu = 50\,Hz$, $L = 0.5\,H$, $C = 20\,\mu F$ e $R = 50\,\Omega$.

a. Calcolate l'impedenza totale sia come parte reale e immaginaria che come modulo e fase.

$$Z = \frac{R X_c^2}{R^2 + (X_L - X_c)^2} - \frac{R^2 X_c + X_L X_c (X_L - X_c)}{R^2 + (X_L - X_c)^2} j = 506 - 138j\ \Omega$$

$$|Z| = 524\,\Omega, \quad \phi_z = -15.3^\circ$$

b. Calcolate la potenza dissipata sulla resistenza.

$$P = \frac{V_{eff}^2}{|Z|^2} R\left[\cos^2\phi_z + \left(\operatorname{sen}\phi_z + \frac{|Z|}{X_c}\right)^2\right] = 18.4\ W$$

c. A che frequenza il circuito va in risonanza?

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}} \quad \text{se } R < \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad \omega_0 = 300\ rad/s$$