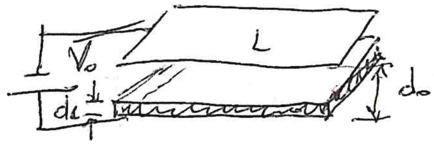
Università di Trieste, A.A. 2024/2025
Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica
Fisica Generale 2 - Secondo appello invernale - 25/02/2025
Cognome .... Nome ....

Accetto il voto della simulazione per il [ ] primo, [ ] secondo, [ ] terzo problema

Istruzioni per gli esercizi: *Per ciascuna domanda rispondete 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. Realizzate inoltre un* ***disegno*** *che schematizzi l'esercizio.*



1. Un condensatore piano è formato da due lastre metalliche parallele quadrate di lato L=5.3 cm, separate da una distanza d_0=4.3 mm e caricate ad una differenza di potenziale V_0=12000 V. La rigidita` elettrica dell'aria e` $E_{max,aria}$=30 kV/cm

a. Calcolate la capacità C_0, la sua energia U_0 e il campo elettrico E_0 nello spazio tra le lastre.

$$C_0 = \frac{\varepsilon_0 L^2}{d_0} = 5.78\ pF, \quad U_0 = \frac{1}{2} C_0 V_0^2 = 4.16 \times 10^{-4}\ J$$

$$E_0 = \frac{V_0}{d_0} = 2.79 \times 10^6\ \frac{V}{m} < E_{max,aria} = 3 \times 10^6\ \frac{V}{m}$$

b. Mentre il condensatore e` tenuto in tensione, tra le due lastre si inserisce una lastra di dielettrico di spessore d_1=1.3 mm, costante dielettrica κ=2.3 e rigidità dielettrica E_{max}=100 kV/cm. Calcolate la capacità C_V del sistema e dite se il condensatore si rompe e su quale dielettrico.

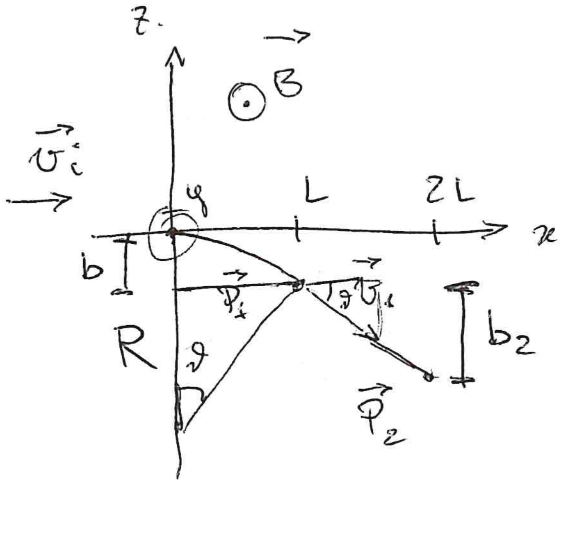
$$C_V = \frac{\varepsilon_0 L^2}{d_0 + \frac{(1-k)}{k} d_1} = 6.97\ pF, \quad Q = V_0 C_V = 83.7\ nC$$

$$E_d = \frac{Q}{\varepsilon_0 k^2 L^2} = 6.36 \times 10^5\ \frac{V}{m} < E_{max}, \quad E_{aria} = \frac{Q}{\varepsilon_0 L^2} = 3.36 \times 10^6\ \frac{V}{m} > \underline{E_{max,aria}}$$

c. Ripetete i calcoli del punto precedente supponendo di avere scollegato il condensatore dal generatore prima dell'inserimento della lastra. Riportate C_Q e dite se uno dei dielettrici si rompe.

$$C_Q = C_V, \quad Q_0 = V_0 C_0, \quad E_d = \frac{Q_0}{\varepsilon_0 k^2 L_0} = 5.27 \times 10^5\ \frac{V}{m} < E_{max}$$

$$E_{aria} = \frac{Q_0}{\varepsilon_0 L^2} = 2.79 \times 10^6\ \frac{V}{m} < E_{max,aria}$$



2. Un elettrone, che ha energia cinetica K = 10.2 KeV e si muove lungo l'asse x, entra in una regione, definita da 0<x<L dove L=10 cm, in cui è presente un campo magnetico **B**=(0,B_y,0), con B_y=1.7 x 10^{-3} T.

a. Calcolate il punto **P** (vettore!) della traiettoria dell'elettrone per cui x = L.

$\vec{P} = (L, 0, -b)$, $R = \frac{m_e v_i}{eB} = 20.0 \text{ cm}$, $v_i = \sqrt{\frac{2ke}{m_e}} = 5.93 \times 10^6 \text{ m/s}$

$b = R - \sqrt{R^2 - L^2} = 2.67 \text{ cm}$, $\vec{P} = (10, 0, -2.67) \text{ cm}$

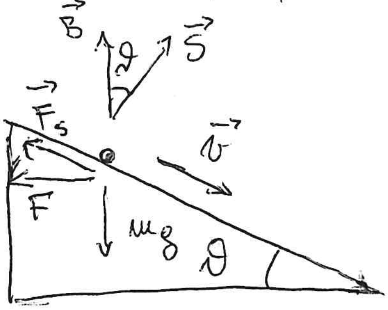
b. Calcolate la velocità **v** (vettore!) nello stesso punto **P**.

$\vec{v}_1 = \left(v_i \frac{R-b}{R}, 0, -v_i \frac{L}{R}\right) = \left(5.18 \times 10^6, 0, -2.93 \times 10^6\right) \text{ m/s}$

c. Calcolate il punto $\mathbf{P_2}$ della traiettoria per cui x = 2L e la velocità $\mathbf{v_2}$ nello stesso punto $\mathbf{P_2}$.

$\vec{v}_2 = \vec{v}_1$, $\vec{P}_2 = (2L, 0, -(b+b_2))$, $b_2 = \frac{L^2}{R-b} = 5.96 \text{ cm}$

$\vec{P}_2 = (20, 0, -8.63) \text{ cm}$



3. Una sbarra di materiale conduttore di resistività ρ=1.9 μΩm ha lunghezza L=53 cm, sezione Σ=3.1 cm^2 e massa m=390 g. Partendo da ferma, e rimanendo orizzontale, la sbarra cade scivolando senza attrito lungo due guide parallele distanti L inclinate di un angolo θ=30° rispetto al piano orizzontale. Le guide sono perfettamente conduttrici e cortocircuitate nel punto più alto. Il sistema è immerso in un campo magnetico uniforme allineato alla coordinata verticale, con modulo B=0.43 T. Trascurando l'autoinduzione determinate:

a. l'espressione della forza elettromotrice E(v) indotta nella sbarra in funzione della velocità v della stessa lungo le guide, quantificandola per v=1 m/s;

$|\mathcal{E}| = LBv\cos\vartheta = 0.197 \text{ V}$, $R = \rho\frac{L}{\Sigma} = 3.25 \text{ m}\Omega$

$I = \frac{|\mathcal{E}|}{R} = 60.8 \text{ A}$

b. l'espressione della componente forza magnetica $F_s(v)$ che agisce sulla sbarra nella direzione delle guide, in funzione della velocità v, quantificandola per v=1 m/s;

$F_s(v) = ILB\cos\vartheta = \frac{(LB\cos\vartheta)^2}{R} v = 12.0 \left(\frac{v}{1 \text{ m/s}}\right) \text{ N}$

c. l'andamento in funzione del tempo v(t) della velocità con cui la sbarra scivola lungo le guide e il suo valore a regime.

$v_\infty = \frac{mgR\,\text{sen}\,\vartheta}{(LB\cos\vartheta)^2} = 0.159 \text{ m/s}$, $\tau = \frac{mR}{(LB\cos\vartheta)^2} = 32.5 \text{ ms}$

$v(t) = v_\infty\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$