

Universita' di Trieste, A.A. 2024/2025

Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Primo appello invernale - 14/1/2025

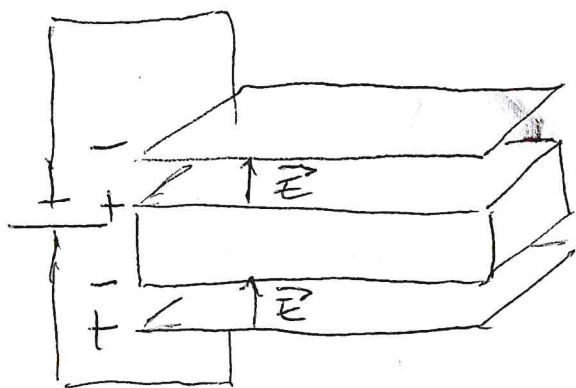
Cognome Nome

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 tre cifre significative e con le unità di misura corrette.

Utilizzate lo spazio vuoto a destra della domanda per fare un grafico del problema in questione.



1. In un condensatore a facce piane (rettangolari) e parallele, con lati di dimensioni $\ell=45.1$ cm e $p=20.4$ cm poste a distanza $d=5.00$ mm, mantenuto ad una tensione di $V=12.0$ V, inseriamo una lamina metallica di spessore $b=3.00$ mm, esattamente a metà tra le piastre, scorrendo lungo il lato più lungo.

a. Calcolate il modulo del campo elettrico negli spazi liberi dopo l'inserimento, rappresentandolo come vettore nel grafico a fianco.

$$E = \frac{V}{d-b} = 6000 \frac{V}{m}$$

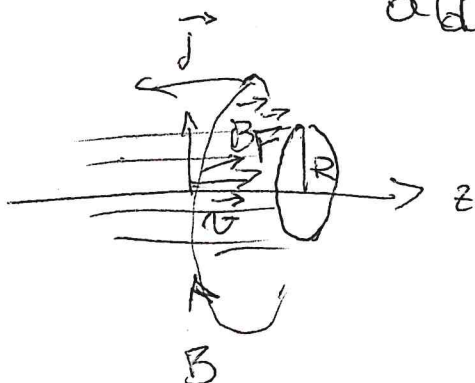
b. Calcolate la carica ottenuta (+) o ceduta (-) dal condensatore durante l'inserimento.

$$C = \epsilon_0 \frac{\ell p}{d} = 163 \text{ pF}, \quad C' = \epsilon_0 \frac{\ell p}{d-b} = 407 \text{ pF}$$

$$\Delta Q = V(C' - C) = 2.93 \text{ nC}$$

c. Calcolate il modulo della forza con cui la lamina viene attratta nel condensatore.

$$F = \frac{1}{2} V^2 \epsilon_0 \frac{p b}{d(d-b)} = 3.80 \times 10^{-8}$$



2. In una macchina acceleratrice viene prodotto un fascio cilindrico di elettroni che ha una sezione circolare di raggio $R=4.12$ cm. Questo cilindro è centrato sull'asse z del nostro sistema di riferimento. Gli elettroni hanno una velocità pari a $1/10$ della velocità della luce, all'interno

del fascio hanno densità di corrente j uniforme, tale che la corrente trasportata da questo fascio è pari a 18.2 A. Il moto degli elettroni è allineato col versore dell'asse z .

a. Calcolate la densità di corrente (vettore) all'interno del fascio.

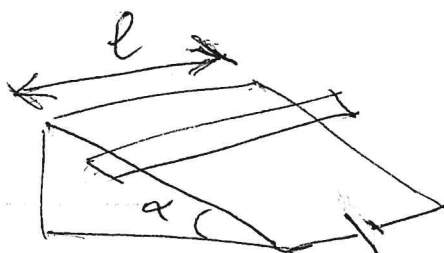
$$\vec{j} = -\frac{I}{\pi R^2} \hat{k} = -3410 \hat{k} \text{ A m}^{-2}$$

b. Calcolate il modulo del campo magnetico generato da questa corrente in tutto lo spazio, quantificandolo al bordo del fascio.

$$B(z) = \begin{cases} B_0 \frac{r}{R} & r < R \\ B_0 \frac{R}{r} & r > R \end{cases} \quad B_0 = \frac{\mu_0 j R}{2} = 8.83 \times 10^{-5} \text{ T}$$

c. Calcolate la forza che il campo magnetico esercita su un elettrone al bordo del fascio, e dichiarate se questa forza tende ad allargare o a collimare il fascio.

$$F = e B_0 \frac{c}{10} = 4.24 \times 10^{-16} \text{ N} \quad \text{COLLIMARE}$$



3. Una barretta orizzontale di lunghezza $\ell = 20.0$ cm, massa $m = 60.0$ g e resistenza $R = 40.0$ m Ω scivola senza attrito su due guide parallele, separate dalla distanza ℓ ed inclinate di $\alpha = 30.0^\circ$ rispetto al piano orizzontale. Le due guide sono collegate ad un generatore di f.e.m. V . Il sistema è immerso in un campo magnetico verticale di modulo $B = 0.3$ T.

a. Calcolate la tensione V affinché la barretta stia ferma.

$$V = \frac{mgR}{\ell B} \tan \alpha = 0.226 \text{ V}$$

b. Sostituiamo al generatore un cortocircuito, calcolate la velocità a cui cadrà la barretta a regime.

$$v = \frac{mgR \sin \alpha}{(\ell B \cos \alpha)^2} = 4.36 \text{ m/s}$$

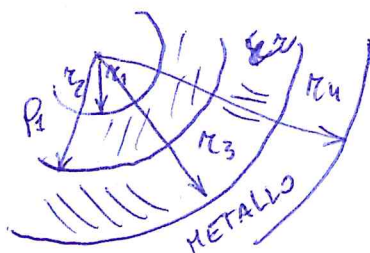
c. Calcolate la potenza dissipata sulla resistenza quando la barretta cade a velocità costante.

$$\bar{i} = \frac{mg}{\ell B} \tan \alpha = 5.65 \text{ A} = \frac{\ell B v \cos \alpha}{R}$$

$$P = \bar{i}^2 R = \left(\frac{mg \tan \alpha}{\ell B} \right)^2 R = 1.28 \text{ W} = \frac{(\ell B v \cos \alpha)^2}{R}$$

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

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. Realizzate inoltre un disegno che schematizzi l'esercizio se esso non fosse già presente.



1) Una densità uniforme di carica di volume $\rho_1 = 5.9 \mu\text{C}/\text{m}^3$ occupa un guscio sferico di raggio interno $r_1 = 1.1 \text{ cm}$ e raggio esterno $r_2 = 2.3 \text{ cm}$. Concentrico al primo, un secondo guscio di materiale dielettrico di costante dielettrica relativa $\epsilon_r = 4.3$ ha raggio interno pari a r_2 e raggio esterno $r_3 = 4.7 \text{ cm}$. A sua volta il dielettrico è contenuto in un guscio conduttore di raggio interno r_3 e raggio esterno $r_4 = 9.7 \text{ cm}$ che è stato caricato con una carica $q_2 = 0.31 \text{ nC}$. Si calcoli:

- a. l'espressione del campo elettrico $E_1(r)$ nel primo guscio e il suo valore alla coordinata radiale $r_0 = 1.9 \text{ cm}$;

$$\vec{E}_1(r) = \frac{\rho_1}{3\epsilon_0} \frac{r^3 - r_1^3}{r^2} \hat{r}, \quad E(r_0) = 3.40 \frac{\text{KV}}{\text{m}}$$

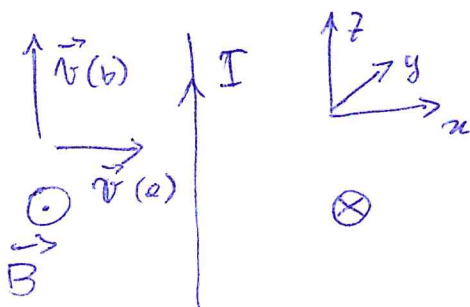
- b. la carica totale q_p nel dielettrico e la densità superficiale $\sigma_p(r_3)$ della carica di polarizzazione presente sulla superficie esterna del dielettrico;

$$q_1 = \rho_1 \frac{4\pi}{3} (r_2^3 - r_1^3) = 2.68 \times 10^{-10} \text{ C}$$

$$q_p = 0! \quad \sigma_p(r_3) = \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r} \frac{q_1}{4\pi r_3^2} = 7.41 \times 10^{-9} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$$

- c. la differenza di potenziale $\Delta V = V_3 - V_2$ tra le due superfici del dielettrico e il potenziale elettrostatico V_0 nel centro del sistema rispetto all'infinito.

$$\Delta V = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} \right) = 12.4 \text{ V}$$



2. Un elettrone viaggia con una velocità di 10^7 m/s in prossimità di un filo rettilineo di sezione circolare, raggio 2 mm , resistività $1.68 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ e percorso da corrente di 20 A . Si calcoli la forza che agisce sull'elettrone quando esso si trova a 5 cm dal filo nei seguenti 3 casi:

- a. $\vec{v}$ è diretta radialmente verso il filo;

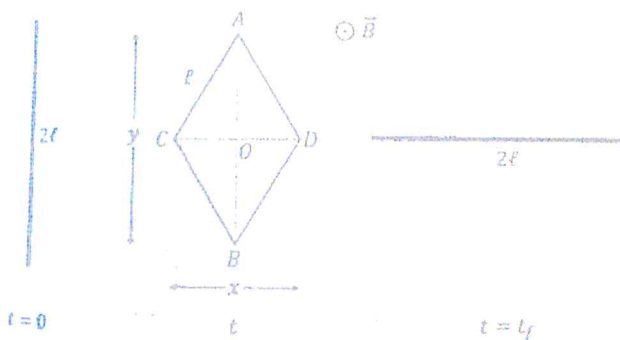
$$\vec{F} = -e v \frac{\mu_0 I}{2\pi r} (-\hat{k}) = 1.28 \times 10^{-16} \text{ N } \hat{k}$$

b. $\vec{v}$ è parallela al filo nel verso della corrente;

$$\vec{F} = - \frac{e v \mu_0 I}{2 \pi r} \hat{r} = - 1.28 \times 10^{-16} \text{ N } \hat{r}$$

c. $\vec{v}$ è ortogonale alle direzioni indicate in a. e b.

$$\vec{F} = 0$$



3. Un telaio metallico snodabile è formato da quattro lati equali di lunghezza $l = 1 \text{ m}$. Esso si trova immerso all'interno di un campo magnetico di induzione uniforme $B = 0.5 \text{ T}$ ortogonale al telaio stesso e uscente (vedi figura). All'istante iniziale, il telaio è completamente chiuso in verticale mentre successivamente la distanza tra gli estremi opposti del telaio viene diminuita linearmente finché esso non richiuso in orizzontale in un tempo complessivo di $t_f = 3.413 \text{ s}$.

a. Determinare il flusso del campo magnetico al tempo $t = t_f/2$ e al tempo $t = t_f$

$$\phi_B = \frac{B y}{2} \sqrt{4l^2 - y^2} \quad y = 2l \left(1 - \frac{t}{t_f} \right)$$

$$\phi_B(t_f/2) = \frac{\sqrt{3}}{2} B l^2 = 0.433 \text{ Wb} ; \quad \phi_B(t_f) = 0$$

b. Determinare l'andamento temporale della forza elettromagnetica indotta nel telaio.

$$\mathcal{E} = \frac{2 B l^2}{t_f} \frac{1 - 4 \left(\frac{t}{t_f} \right) + 2 \left(\frac{t}{t_f} \right)^2}{\sqrt{2 \left(\frac{t}{t_f} \right) - \left(\frac{t}{t_f} \right)^2}}$$

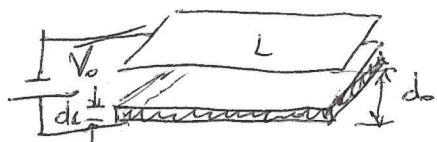
c. Calcolare dopo quanto tempo dall'istante iniziale il suo valore assoluto è minimo.

$$\min(|\mathcal{E}|) = 0, \quad t_{\min} = \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) t_f = 1.00 \text{ s}$$

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 rigidità elettrica dell'aria è $E_{\max, \text{aria}}=30$ kV/cm

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

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 L^2}{d_0} = 5.78 \text{ pF}, \quad U_0 = \frac{1}{2} C_0 V_0^2 = 4.16 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$E_0 = \frac{V_0}{d_0} = 2.78 \times 10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}} < E_{\max, \text{aria}} = 3 \times 10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

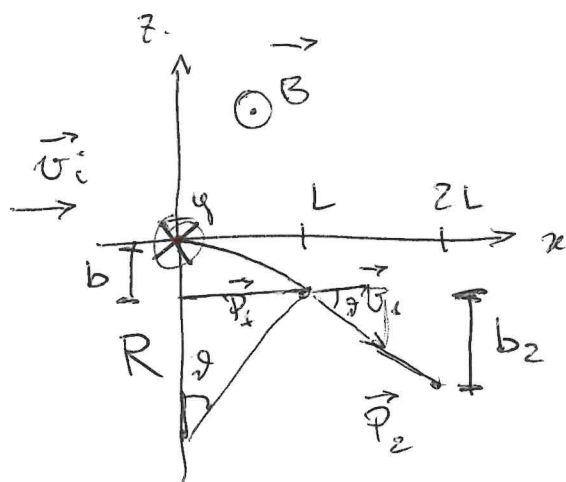
b. Mentre il condensatore è tenuto in tensione, tra le due lastre si inserisce una lastra di dielettrico di spessore $d_1=1.3$ mm, costante dielettrica $\kappa=2.3$ e rigidità dielettrica $E_{\max}=100$ kV/cm. Calcolate la capacità C_v del sistema e dite se il condensatore si rompe e su quale dielettrico.

$$C_v = \frac{\epsilon_0 L^2}{d_0 + \frac{(1-\kappa)d_1}{\kappa}} = 6.87 \text{ pF}, \quad Q = V_0 C_v = 83.7 \text{ nC}$$

$$E_d = \frac{Q}{\epsilon_0 \kappa^2 L^2} = 6.36 \times 10^5 \frac{\text{V}}{\text{m}} < E_{\max}, \quad E_{\text{aria}} = \frac{Q}{\epsilon_0 L^2} = 3.36 \times 10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}} > \underline{E_{\max, \text{aria}}}$$

c. Ripetete i calcoli del punto precedente supponendo di avere scollegato il condensatore dal generatore prima dell'inserimento della lastra. Riportate C_0 e dite se uno dei dielettrici si rompe.

$$C_0 = C_v, \quad Q_0 = V_0 C_0, \quad E_d = \frac{Q_0}{\epsilon_0 \kappa^2 L^2} = 5.77 \times 10^5 \frac{\text{V}}{\text{m}} < E_{\max}$$



$$E_{\text{aria}} = \frac{Q_0}{\epsilon_0 L^2} = 2.78 \times 10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}} < E_{\max, \text{aria}}$$

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 $\mathbf{B}=(0, B_y, 0)$, con $B_y=1.7 \times 10^{-3}$ T.

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

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

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

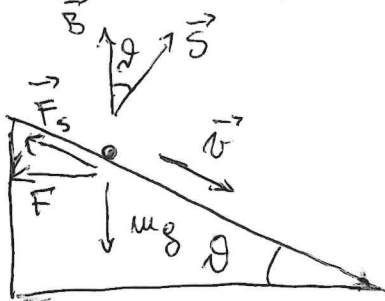
b. Calcolate la velocità **v** (vettore!) nello stesso punto **P**.

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

c. Calcolate il punto **P₂** della traiettoria per cui $x = 2L$ e la velocità **v₂** nello stesso punto **P₂**.

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_1, \quad \vec{P}_2 = (2L, 0, -(b+b_2)), \quad b_2 = \frac{L^2}{R-b} = 5.76 \text{ cm}$$

$$\vec{P}_2 = (20, 0, -8.43) \text{ cm}$$



3. Una sbarra di materiale conduttore di resistività $\rho = 1.9 \mu\Omega/\text{m}$ ha lunghezza $L = 53 \text{ cm}$, sezione $\Sigma = 3.1 \text{ cm}^2$ e massa $m = 390 \text{ g}$. Partendo da ferma, e rimanendo orizzontale, la sbarra cade scivolando senza attrito lungo due guide parallele distanti L inclinate di un angolo $\theta = 30^\circ$ 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 $B = 0.43 \text{ T}$. Trascurando l'autoinduzione determinate:

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

$$|\mathcal{E}| = LBv \cos \theta = 0.187 \text{ V}, \quad R = \rho \frac{L}{\Sigma} = 3.25 \text{ m}\Omega$$

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

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 $v = 1 \text{ m/s}$;

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

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.

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

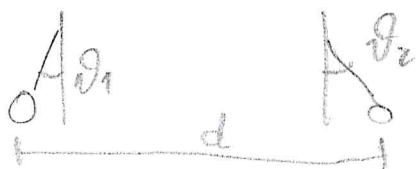
$$v(t) = v_\infty \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

Università di Trieste, A.A. 2024/2025
Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica
Fisica Generale 2 - Primo appello estivo - 26/06/2025

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. Due sfere di rame (densità di massa $\rho=8.96 \text{ g cm}^{-3}$) di raggio $R_1=12.0 \text{ mm}$ e $R_2=6.7 \text{ mm}$, poste a distanza $d=1.42 \text{ m}$, sono caricate entrambe con una carica Q . Le sfere sono sospese tramite fili isolanti; la lunghezza di questi fili è molto minore di d . Il filo che sostiene la sfera 1 è inclinato di $\theta_1=11.3$ gradi rispetto alla verticale.

a. Calcolate la carica Q .

$$m_1 = \frac{4}{3} \pi R_1^3 \rho = 64.8 \text{ g}$$

$$m_2 = \frac{4}{3} \pi R_2^3 \rho = 11.3 \text{ g}$$

$$Q = \sqrt{\tan \theta_1 \frac{4\pi \epsilon_0 d^2 m_1 g}{1}} = 5.34 \text{ nC}$$

b. Calcolate l'angolo θ_2 di inclinazione della seconda sfera.

$$\theta_2 = \arctan\left(\frac{m_1}{m_2} \tan \theta_1\right) = 48.9^\circ$$

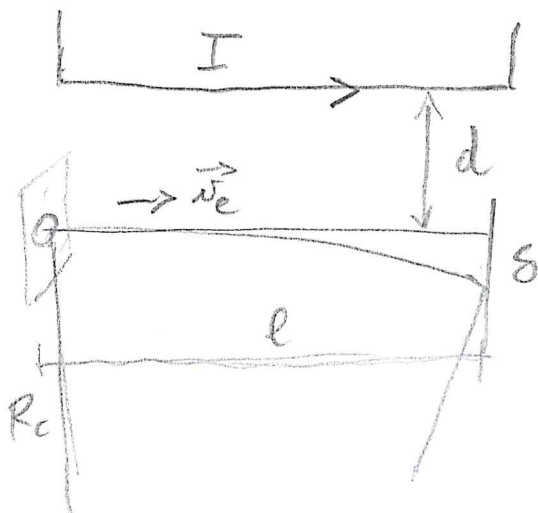
c. Le sfere vengono collegate tra loro da un filo metallico e, dopo opportuno tempo, scollegate e lasciate a riposo. Ricalcolate l'angolo θ_2 alla fine del processo.

$$\tan \theta_2' = \frac{4R_1 R_2}{(R_1 + R_2)^2} \frac{Q^2}{4\pi \epsilon_0 d^2 m_2 g}$$

$$\theta_2' = 46.6^\circ$$

$$Q_1 = \frac{2QR_1}{R_1 + R_2}$$

$$Q_2 = \frac{2QR_2}{R_1 + R_2}$$



2. Un fascio di elettroni viene accelerato (da fermo) da una differenza di potenziale $V=12.4 \text{ keV}$, e viene sparato nello spazio vuoto attraverso un foro circolare di diametro $D=1 \text{ mm}$, fino a scontrarsi con uno schermo a distanza $l=0.98 \text{ m}$. Un filo parallelo al fascio, di pari lunghezza e distante $d=42 \text{ cm}$ dallo stesso, è percorso da una corrente di 12.1 A che scorre lungo la direzione di propagazione degli elettroni. Il filo subisce una forza F di 18 nN .

a. Calcolate la velocità v_e degli elettroni del fascio.

$$v_e = \sqrt{\frac{2Ve}{m_e}} = 66.0 \times 10^6 \text{ m/s}$$

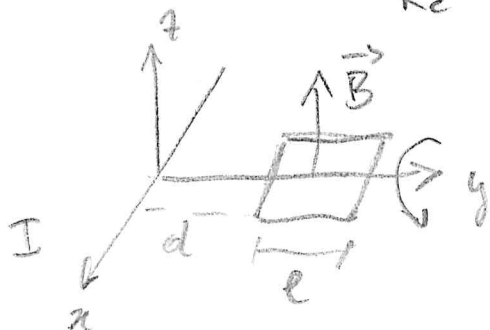
b. Calcolate la densità n_e degli elettroni del fascio.

$$i = \frac{F e n_e d}{\mu_0 I l} = 3.18 \text{ mA}, \quad n_e = \frac{i}{5 \pi e} = 3.84 \times 10^{14} \text{ m}^{-3}$$

c. Ipotezzando che la traiettoria degli elettroni sia debolmente perturbata dal campo magnetico del filo, calcolate di quanto deviano gli elettroni quando arrivano sullo schermo (suggerimento: usate il raggio di ciclotrone, ignorate la forza di gravità). Il fascio si allontana o si avvicina al filo?

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{d} = 5.76 \text{ } \mu\text{T}, \quad R_c = \frac{m_e v_e}{e B} = 65.2 \text{ } \mu\text{m}, \quad \theta \approx \frac{l^2}{2 R_c} = 7.36 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\vartheta = \arcsin \frac{l}{R_c}, \quad \delta = R(1 - \cos \vartheta)$$



3. Un filo, posizionato lungo l'asse x, è percorso da un corrente $I=40.2 \text{ A}$ che scorre nel verso delle x positive. Una spira quadrata, di lato $l=32 \text{ mm}$ e resistenza $R=13 \text{ m}\Omega$, ruota attorno all'asse y in senso antiorario, al ritmo di 500 giri al secondo; quando giace nel piano xy la spira occupa un quadrato definito da $x \in [-l/2, l/2]$ e $y \in [d, d+l]$, con $d=14.2 \text{ cm}$.

a. Calcolate il flusso di campo magnetico che la spira intercetta quando è sul piano xy.

$$\phi_0 = l \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \left(\frac{d+l}{d} \right) = 52.2 \text{ nWb}$$

b. Assumendo per semplicità che il campo magnetico sia sempre allineato con l'asse z, calcolate la corrente massima indotta nella spira.

$$I_{\text{max}} = \frac{\omega \phi_0}{R} = 12.6 \text{ mA}$$

c. Calcolate la potenza efficace che serve per mantenere la spira in rotazione.

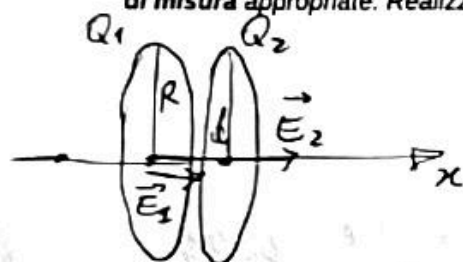
$$P_{\text{eff}} = \frac{1}{2} I_{\text{max}}^2 R = 1.04 \times 10^{-6} \text{ W}$$

Università di Trieste, A.A. 2024/2025
Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica
Fisica Generale 2 - Secondo appello estivo - 15/07/2025

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. Due anelli di raggio $R=1.0$ cm sono disposti parallelamente uno all'altro a una distanza reciproca pari a $d=0.5$ cm. I due anelli sono carichi con carica rispettivamente $Q_1=1.0 \mu\text{C}$ e $Q_2=-0.8 \mu\text{C}$.

a. Calcolate il potenziale in ciascuno dei centri degli anelli.

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{Q_1}{R} + \frac{Q_2}{\sqrt{R^2 + d^2}} \right] = 255.8 \text{ kV}$$

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{Q_2}{R} + \frac{Q_1}{\sqrt{R^2 + d^2}} \right] = 86.9 \text{ kV}$$

b. Calcolate le coordinate dei punti sull'asse comune ai due anelli in cui il potenziale è nullo.

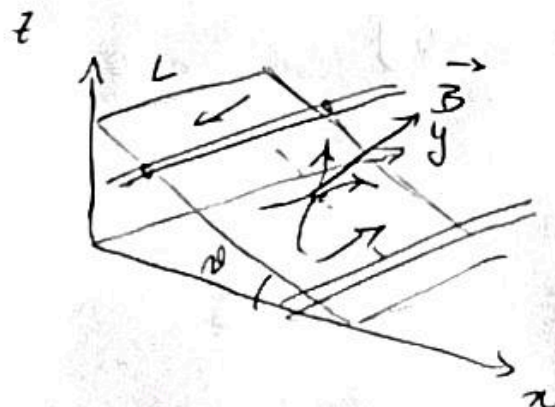
$$\Delta = \sqrt{d^2 - R^2 \left[1 - \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^2 \right] \left[1 - \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^2 + \left(\frac{d}{R} \right)^2 \right]} = 1.76 \text{ mm}$$

$$x = \frac{d \pm \Delta}{1 - \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^2} = 9.05 \text{ mm e } 18.73 \text{ mm}$$

c. Calcolate il vettore campo elettrico nei centri degli anelli.

$$\vec{E}_1 = - \frac{Q_2 d}{(R^2 + d^2)^{3/2}} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \hat{i} = +2.57 \times 10^4 \text{ V/m } \hat{i}$$

$$\vec{E}_2 = \frac{Q_1 d}{(R^2 + d^2)^{3/2}} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \hat{i} = 3.27 \times 10^7 \text{ V/m } \hat{i}$$



2. Due fili indefiniti di lunghezza $L=13$ cm, paralleli all'asse y , sono posti su un piano inclinato di un angolo $\theta = 10^\circ$ rispetto al piano orizzontale xy , dove x è la direzione lungo la quale il piano è in discesa. Il filo posto più in basso è fisso e in esso scorre una corrente $I_0 = 20$ A nella direzione y . Il filo posto più in alto ha una densità di massa $\lambda = 0.01$ kg/m e in esso scorre una corrente I_1 ; questo è libero di scivolare senza attrito sul piano inclinato. Quando la distanza d tra i due fili vale 1 cm, il filo posto più in alto resta fermo.

a. Calcolate l'intensità di corrente i_a .

$$i_a = -\frac{\pi d}{\mu_0 i_b} \lambda g \sin \vartheta = -42.6 \text{ A}$$

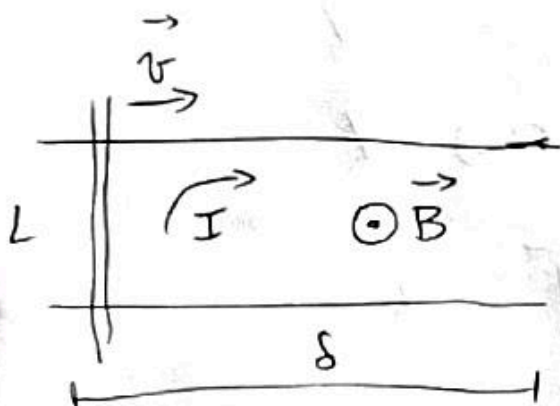
b. Determinate il vettore campo magnetico $\vec{B}$ nel punto medio della congiungente i due fili.

$$\vec{B} = (i_b - i_a) \frac{\mu_0}{\pi d} (\sin \vartheta \hat{i} + \cos \vartheta \hat{j}) = 0.43 \text{ mT } \hat{i} + 2.47 \text{ mT } \hat{j}$$

$$|\vec{B}| = 2.50 \text{ mT}$$

c. Successivamente il sistema viene immerso in un campo magnetico uniforme $\vec{B} = 0.1 \text{ T } \hat{j}$.
Determinate di quanto va cambiato λ affinché il sistema resti in equilibrio.

$$\delta i_a = 0 \quad (\vec{B} \text{ is parallel to the current})$$



$$\text{NB: } \delta = 3L!$$

3. Una sbarretta di massa $m = 1.5 \text{ kg}$ e resistenza $R = 0.1 \Omega$ entra, a $t=0$, a velocità $v_0 = 4.0 \text{ m/s}$ (costante) in una regione finita di dimensioni $L \times \delta$ che sta nel piano xy , in cui è presente un campo magnetico $\vec{B} = 0.2 \text{ T } \hat{k}$. La sbarretta scorre senza attrito su due binari metallici di resistenza trascurabile distanti $L = 50 \text{ cm}$ uno dall'altro lungo la direzione di lunghezza δ . I binari sono collegati tra loro mediante un condensatore di capacità $C = 1.5 \text{ mF}$, inizialmente scarico.

a. Calcolate la forza elettromotrice sulla sbarretta a $t=0$.

$$\mathcal{E} = -vLB = -0.40 \text{ V}$$

$$I = -\frac{\mathcal{E}}{R} = -4.00 \text{ A}$$

b. Quanta energia si è dissipata sulla resistenza quando la barretta esce dalla regione?

$$\delta t = \frac{3L}{v} = 0.375 \text{ s} \quad U = I^2 R \delta t = 0.6 \text{ J}$$

$$U = \frac{\delta L^2 B^2 v}{R} = 0.6 \text{ J}$$

c. Quanta carica ha accumulato il condensatore nello stesso tempo?

$$Q = |\mathcal{E}| C (1 - e^{-\frac{\delta t}{RC}}), \quad \tau = RC = 1.5 \times 10^{-4} \text{ s}$$

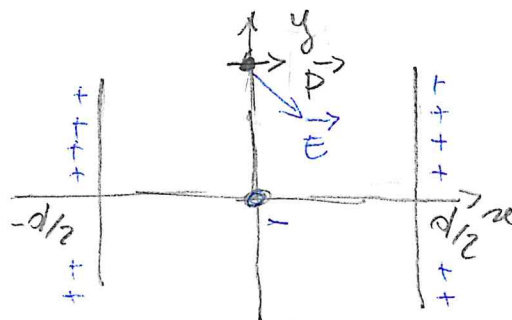
$$\Rightarrow Q \approx |\mathcal{E}| C = 600 \mu\text{C}$$

Università di Trieste, A.A. 2024/2025
Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica
Fisica Generale 2 - Primo appello autunnale - 5/9/2025

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. Due piani isolanti indefiniti e paralleli, giacenti in $x = \pm d/2$ con $d=5.00$ cm, sono caricati con densità superficiale di carica $\sigma_1=35.0$ nC/m² ($x = -d/2$) e $\sigma_2=12.0$ nC/m² ($x = d/2$). Un filo isolante indefinito, carico con densità lineare $\lambda=-840$ pC/m, è posto al centro dei piani e coincide con l'asse z . Nel punto C di coordinate $(0, R, 0)$, posto a distanza $R=2.80$ cm dal filo, poniamo un dipolo elettrico composto da cariche $q=44.0$ pC a distanza $l=1.00$ mm. Il dipolo è allineato al campo elettrico generato dai piani.

a. Calcolate il campo elettrico totale nel punto C, sia come vettore che come modulo.

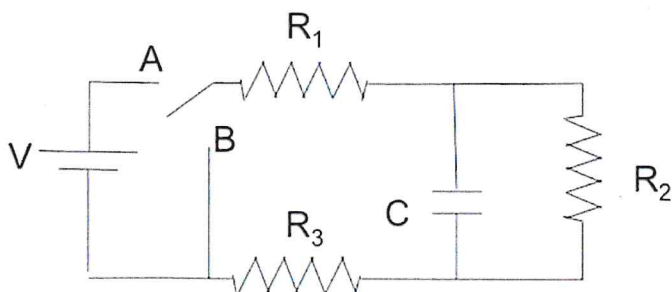
$$\vec{E} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2\epsilon_0} \hat{i} + \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R} \hat{j} = (1300 \hat{i} - 540 \hat{j}) \frac{V}{m}, E = 1410 \frac{V}{m}$$

b. Calcolate il momento meccanico (vettore e modulo) esercitato sul dipolo dal campo elettrico.

$$\vec{p} = q\vec{l} = 4.4 \times 10^{-16} \text{ C m}, \vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E} = \frac{\lambda q l}{2\pi\epsilon_0 R} \hat{k} = -2.37 \times 10^{-11} \hat{k} \text{ Nm}$$

c. Lasciate che il dipolo si allinei col campo elettrico totale, senza che il suo centro di massa si sposti. Il campo elettrico però non è uniforme. Qual'è la forza esercitata da questo sul dipolo?

$$F = q \frac{\lambda}{2\pi R(\sigma_1 - \sigma_2)}; \vec{F} = \frac{q\lambda}{2\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{R+\delta} - \frac{1}{R-\delta} \right] \hat{j} = -3.25 \times 10^{-10} \hat{j} \text{ N}$$



2. Consideriamo il circuito in figura, con $C=1.90$ nF, $V=12.0$ V, $R_1=10.0$ kΩ, $R_2=15.0$ kΩ, $R_3=20.0$ kΩ. Calcolate:

a. la corrente che esce dal generatore non appena viene chiuso l'interruttore sul punto A;

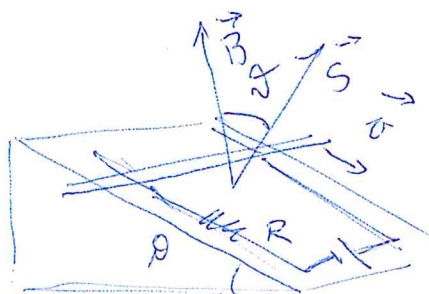
$$I = \frac{V}{R_1 + R_3} = 4.00 \times 10^{-4} \text{ A}$$

b. la carica Q_0 accumulata sul condensatore a regime.

$$Q_0 = \frac{VCR_2}{R_1 + R_2 + R_3} = 7.60 \text{ nC}$$

c. Successivamente l'interruttore viene commutato da A a B. Calcolate dopo quanto tempo la carica del condensatore è pari a $Q_0/10$.

$$\tau = \frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} C = 1.30 \times 10^{-5} \text{ s}, \quad t = \tau \ln 10 = 4.37 \times 10^{-5} \text{ s}$$



3. Su un piano inclinato di $\vartheta = 22.0^\circ$ è fissato un circuito composto da un generatore di f.e.m. continua $\mathcal{E} = 12 \text{ V}$, una resistenza $R = 10.0 \Omega$ e un amperometro. Il circuito presenta due binari paralleli, lungo la direzione di massima inclinazione, distanti $l = 55.0 \text{ cm}$ e una barretta che corre lungo i binari, normale ad essi. Il circuito è immerso in un campo magnetico costante, uniforme e allineato con la direzione verticale (verso l'alto), di intensità $B = 440 \text{ mT}$. La barretta scende con velocità costante, l'amperometro misura $I = 1.24 \text{ A}$. Calcolate:

a. la forza elettromotrice $\mathcal{E}_i$ indotta nel circuito;

$$\mathcal{E}_i = RI - \mathcal{E} = 0.4 \text{ V}$$

b. la velocità v con cui la barretta sta scendendo;

$$v = \frac{\mathcal{E}_i}{Bl \cos \vartheta} = 1.78 \text{ m/s}$$

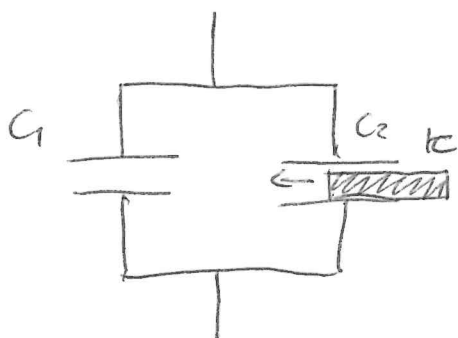
c. la massa m della barretta.

$$m = \frac{I l B}{g \tan \vartheta} = 75.8 \text{ g}$$

Università di Trieste, A.A. 2024/2025
Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica
Fisica Generale 2 - Primo appello autunnale - 26/9/2025
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. Due condensatori di capacità $C_1 = 250 \text{ pF}$ e $C_2 = 900 \text{ pF}$ collegati in parallelo sono caricati con una differenza di potenziale di 200 V , e quindi isolati. Successivamente viene inserito un dielettrico di costante $k=80$ fra le armature del condensatore C_2 . Calcolate:
- a) la variazione di potenziale ΔV causata dall'inserimento del dielettrico nel sistema;

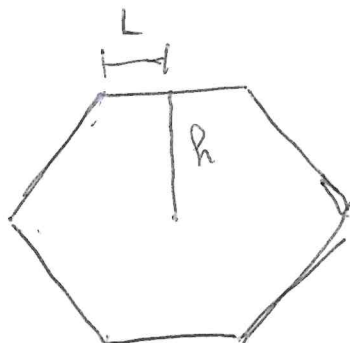
$$\Delta V = V \left(\frac{C_1 + C_2}{C_1 + kC_2} - 1 \right) = -186.8 \text{ V}$$

- b) la variazione Δq_1 delle cariche nel condensatore C_1 , dovuta all'inserimento del dielettrico nel condensatore C_2 .

$$\Delta Q = C_1 \Delta V = -48.2 \text{ nC}$$

- c) il lavoro necessario per inserire il dielettrico.

$$W = \Delta U = \frac{Q \Delta V}{2} = -22.6 \text{ nJ}$$



2. Una spira conduttrice, a forma di esagono regolare di lato $2L=20 \text{ cm}$ è percorsa da una corrente $i=12 \text{ A}$. La spira è composta da un filo di rame (resistività del rame $1.68 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$) di diametro $d=1 \text{ mm}$ e possiede $n_e=10^{23} \text{ cm}^{-3}$ elettroni di conduzione per unità di volume. Determinate:

a) la velocità di deriva degli elettroni;

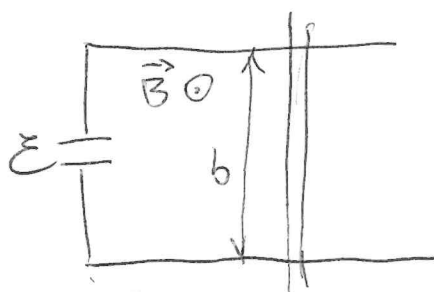
$$v_d = \frac{I}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 n_e e} = 3.54 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

b) la f.e.m. necessaria a mantenere la corrente;

$$R = 6 \rho \frac{2L}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} = 25.5 \text{ m}\Omega, \quad V = RI = 306 \text{ mV}$$

c) Il campo magnetico B generato al centro della spira.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{1}{2\pi \sqrt{3} L} = 4.16 \times 10^{-5} \text{ T}$$



3. Una sbarretta conduttrice di massa $m=20 \text{ g}$ è appoggiata su due rotaie distanti fra loro $b=20 \text{ cm}$ e collegate a un generatore di f.e.m. $\mathcal{E} = 1 \text{ V}$. Il circuito che si viene a formare ha una resistenza complessiva di $R=0.5 \Omega$ ed è immerso in un campo magnetico $B=0.5 \text{ T}$ uniforme ed ortogonale al piano delle rotaie. All'istante $t_0=0.0 \text{ s}$ in cui comincia a circolare la corrente, la sbarretta è ferma. A regime la barretta si muove con velocità v_1 . Calcolate:

a) la corrente i_0 all'istante t_0 e la corrente a regime i_1 per $t \rightarrow \infty$;

$$i_0 = \frac{\mathcal{E}}{R} = 2.00 \text{ A}, \quad F = i_1 B b = 0 \Rightarrow i_1 = 0$$

b) la velocità v_1 della sbarretta a regime;

$$v_1 = \frac{\mathcal{E}}{B b} = 100 \text{ m/s}$$

c) L'energia cinetica della sbarretta a regime.

$$K_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = 1.00 \text{ J}$$