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

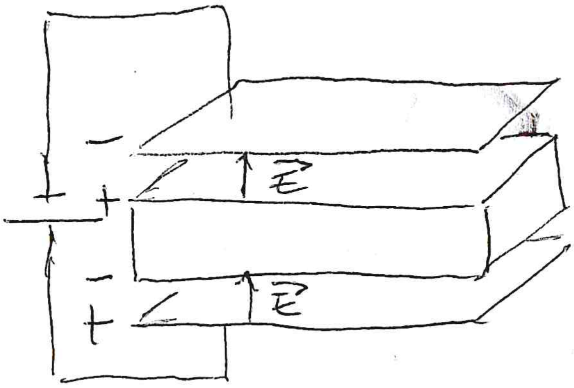
Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

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

Cognome .... Nome ....

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

<u>Istruzioni per gli esercizi:</u>
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 ℓ=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 meta` tra le piastre, scorrendo lungo il lato piu` lungo.

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

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

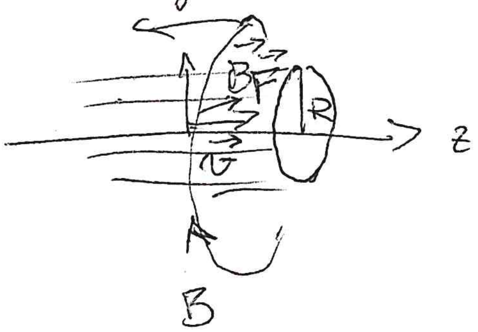
b. Calcolate la carica ottenuta (+) o ceduta (-) dal condensatore durante l'inserimento.

$$C = \varepsilon_0 \frac{\ell p}{d} = 163\,pF, \quad C' = \varepsilon_0 \frac{\ell p}{d-b} = 407\,pF$$

$$\Delta Q = V(C' - C) = 2.93\,nC$$

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

$$F = \frac{1}{2} V^2 \varepsilon_0 \frac{pb}{d(d-b)} = 3.90 \times 10^{-8}$$



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 e` centrato sull'asse z del nostro sistema di riferimento. Gli elettroni hanno una velocita` pari a 1/10 della velocita` della luce, all'interno

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

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

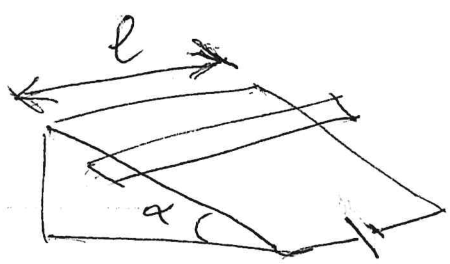
$$\vec{J} = -\frac{I}{\pi R^2}\hat{k} = -3410\,\hat{k}\ A\,m^{-2}$$

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

$$B(r) = \begin{cases} B_0 \frac{r}{R} & r<R \\ B_0 \frac{R}{r} & r>R \end{cases} \qquad B_0 = \frac{\mu_0 J R}{2} = 8.83\times10^{-5}\,T$$

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.

$$F = eB_0\frac{c}{10} = 4.24\times10^{-16}\,N \quad \text{COLLIMARE}$$



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

a. Calcolate la tensione V affinche' la barretta stia ferma.

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

b. Sostituiamo al generatore un cortocircuito, calcolate la velocita` a cui cadra` la barretta a regime.

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

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

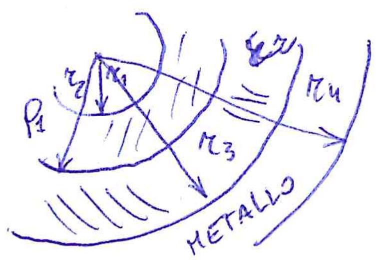
$$i = \frac{mg}{\ell B}\tan\alpha = 5.65\,A = \frac{\ell B v\cos\alpha}{R}$$

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

Università di Trieste, A.A. 2024/2025
Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica
Fisica Generale 2 - Secondo appello invernale - 04/02/2025
Cognome .... Nome ....

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 $\varrho_1 = 5.9\ \mu C/m^3$ occupa un guscio sferico di raggio interno $r_1 = 1.1$ cm e raggio esterno $r_2 = 2.3$ 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 $r_3 = 4.7$ cm. A sua volta il dielettrico è contenuto in un guscio conduttore di raggio interno r_3 e raggio esterno $r_4 = 9.7$ cm che è stato caricato con una carica $q_2 = 0.31$ nC. Si calcoli:

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

$$\vec{E}_1(r) = \frac{\rho_1}{3\varepsilon_0}\frac{r^3 - r_1^3}{r^2}\hat{r}, \quad E(r_0) = 3.40\ \frac{kV}{m}$$

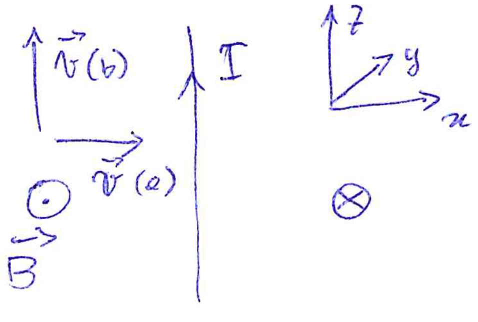
b. la carica totale q_p nel dielettrico e la densità superficiale $\sigma_p(r3)$ della carica di polarizzazione presente sulla superficie esterna del dielettrico;

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

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

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~~.

$$\Delta V = \frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3}\right) = 12.4\ V$$



2. Un elettrone viaggia con una velocità di 10^7 m/s in prossimità di un filo rettilineo di sezione circolare, raggio 2mm, resistività $1{,}68\times 10^{-8}\ \Omega$m e percorso da corrente di 20A. Si calcoli la forza che agisce sull'elettrone quando esso si trova a 5cm dal filo nei seguenti 3 casi:

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

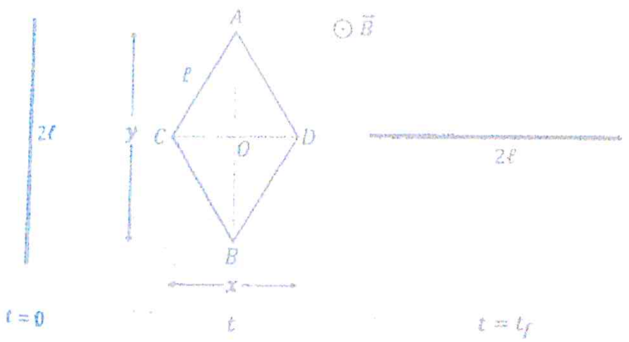
$$\vec{F} = -e v \frac{\mu_0 I}{2\pi r}(-\hat{k}) = 1.28\times 10^{-16}\ N\ \hat{k}$$

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

$$\vec{F} = -\frac{e v \mu_0 I}{2\pi r}\,\hat{\imath} = -1.28\times10^{-16}\,N\,\hat{\imath}$$

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

$$\vec{F} = \vec{0}$$



3. Un telaio metallico snodabile è formato da quattro lati equali di lunghezza l = 1m. Esso si trova immerso all'interno di un campo magnetico di induzione uniforme B = 0.5 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= 3.413s.

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

$$\Phi_B = \frac{By}{2}\sqrt{4\ell^2-y^2} \qquad y = 2\ell\left(1-\frac{t}{t_f}\right)$$

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

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

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

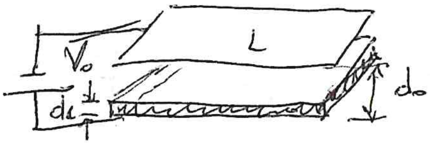
c. Calcolare dopo quanto tempo dall'istante iniziale il suo valore assoluto è minimo.

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

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 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.

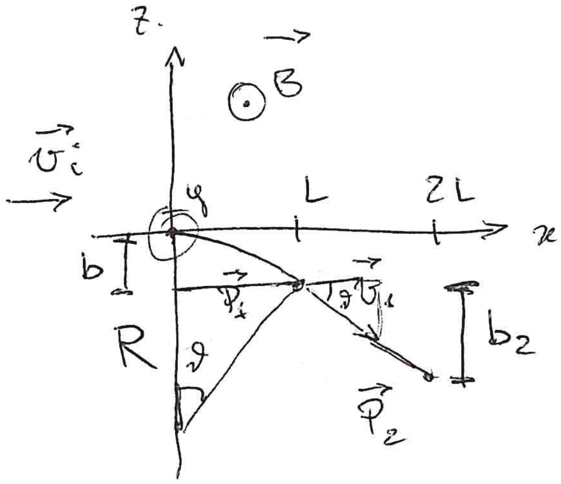
$$C_V = \frac{\varepsilon_0 L^2}{d_0 + \frac{(1-k)}{k} d_1} = 6.97\ pF, \quad Q = V_0 C_V = 83.7\ nC$$

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

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.

$$\vec{P} = (L, 0, -b), \quad R = \frac{m_e v_i}{eB} = 20.0\ \text{cm}, \quad v_i = \sqrt{\frac{2ke}{m_e}} = 5.99\times10^{6}\ \text{m/s}$$

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

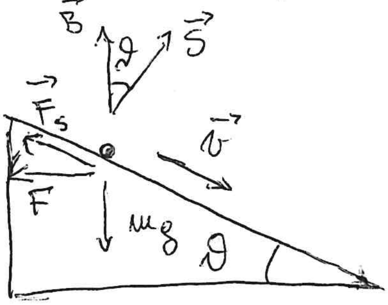
b. Calcolate la velocità **v** (vettore!) nello stesso punto **P**.

$$\vec{v}_1 = \left(v_i \frac{R-b}{R}, 0, -v_i \frac{L}{R}\right) = \left(5.18\times10^{6}, 0, -2.99\times10^{6}\right)\ \text{m/s}$$

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

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

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



3. Una sbarra di materiale conduttore di resistività 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;

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

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

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 m/s;

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

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.

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

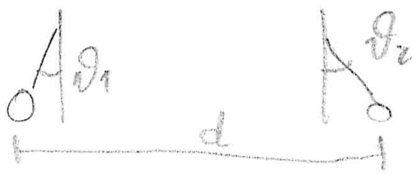
$$v(t) = v_\infty\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

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

<u>Istruzioni per gli esercizi:</u> *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 (densita` di massa $\rho$=8.96 g cm$^{-3}$) di raggio $R_1$=12.0 mm e $R_2$=6.7 mm, poste a distanza d=1.42 m, sono caricate entrambe con una carica Q. Le sfere sono sospese tramite fili isolanti; la lunghezza di questi fili e` molto minore di d. Il filo che sostiene la sfera 1 e` inclinato di θ_1=11.3 gradi rispetto alla verticale.

a. Calcolate la carica Q.

$$m_1 = \frac{4}{3}\pi R_1^3 \rho = 64.8 \text{ g}$$
$$m_2 = \frac{4}{3}\pi R_2^3 \rho = 11.3 \text{ g}$$

$$Q = \sqrt{\tan\vartheta_1 \, 4\pi\varepsilon_0 d^2 m_1 g} = 5.34\ \mu C$$

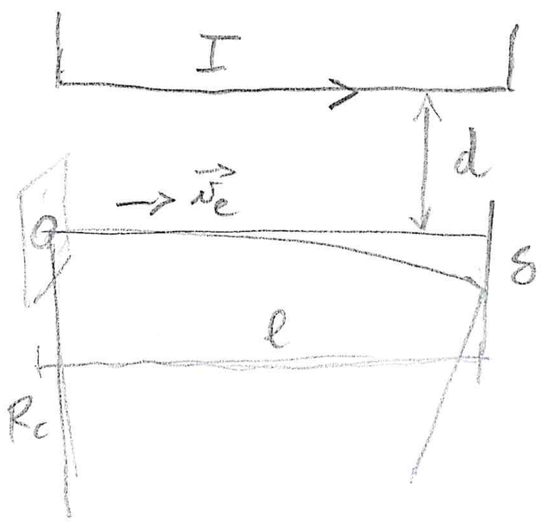
b. Calcolate l'angolo θ_2 di inclinazione della seconda sfera.

$$\vartheta_2 = \arctan\left(\frac{m_1}{m_2}\tan\vartheta_1\right) = 48.9°$$

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.

$$Q_1 = \frac{2QR_1}{R_1+R_2} \qquad Q_2 = \frac{2QR_2}{R_1+R_2}$$

$$\tan\vartheta_2' = \frac{4R_1R_2}{(R_1+R_2)^2}\frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2 m_2 g} \qquad \vartheta_2 = 46.6°$$



2. Un fascio di elettroni viene accelerato (da fermo) da una differenza di potenziale V=12.4 keV, e viene sparato nello spazio vuoto attraverso un foro circolare di diametro D=1 mm, fino a scontrarsi con uno schermo a distanza l=0.98 m. Un filo parallelo al fascio, di pari lunghezza e distante d=42 cm dallo stesso, e` 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 velocita` v_e degli elettroni del fascio.

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

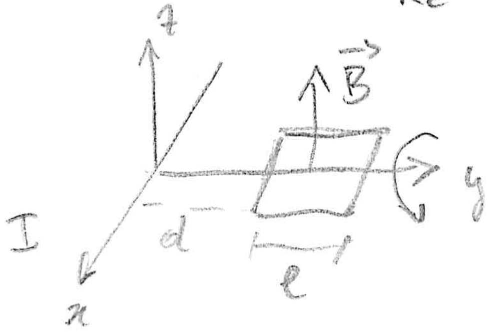
b. Calcolate la densita` n_e degli elettroni del fascio.

$$i = \frac{F\,2\pi d}{\mu_0 I \ell} = 3.19 \ mA, \quad n_e = \frac{i}{S v_e e} = 3.84 \times 10^{14} \ m^{-3}$$

c. Ipotizzando 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?

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{d} = 5.76 \ \mu T, \quad R_c = \frac{m_e v_e}{eB} = 65.2 \ m, \quad \delta \simeq \frac{\ell^2}{2R_c} = 7.36 \ mm$$

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



3. Un filo, posizionato lungo l'asse x, e` percorso da un corrente I=40.2 A che scorre nel verso delle x positive. Una spira quadrata, di lato l=32 mm e resistenza R=13 mΩ, 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∈[-l/2,l/2] e y∈[d,d+l], con d=14.2 cm.

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

$$\Phi_0 = \ell \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln\left(\frac{d+\ell}{d}\right) = 52.2 \ nWb$$

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

$$I_{max} = \frac{\omega \Phi_0}{R} = 12.6 \ mA$$

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

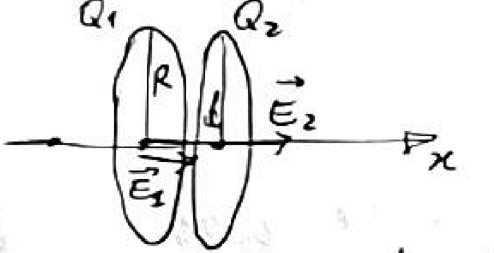
$$P_{eff} = \frac{1}{2} I_{max}^2 R = 1.04 \times 10^{-6} \ W$$

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 μC e Q_2=-0.8μC.

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

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{Q_1}{R} + \frac{Q_2}{\sqrt{R^2+d^2}}\right] = 255.8 \text{ kV}$$

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{Q_2}{R} + \frac{Q_1}{\sqrt{R^2+d^2}}\right] = 84.9 \text{ kV}$$

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

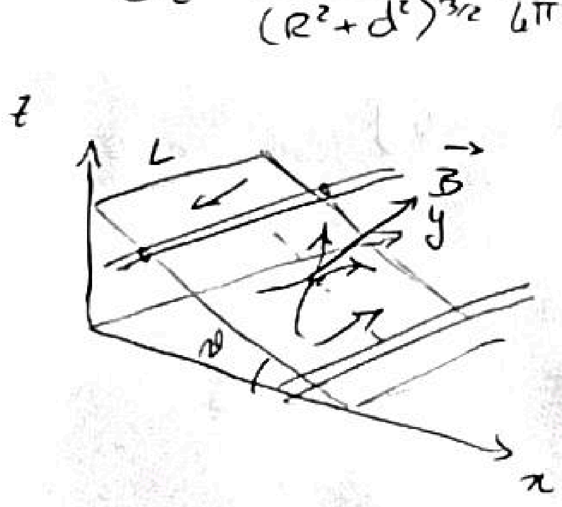
$$\Delta = \sqrt{d^2 - R^2\left[1-\left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^2\right]\left[1-\left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^2+\left(\frac{d}{R}\right)^2\right]} = 1.74 \text{ mm}$$

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

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

$$\vec{E}_1 = -\frac{Q_2 d}{(R^2+d^2)^{3/2}}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\hat{\imath} = +2.57\times10^7 \text{ V/m } \hat{\imath}$$

$$\vec{E}_2 = \frac{Q_1 d}{(R^2+d^2)^{3/2}}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\hat{\imath} = 3.22\times10^7 \text{ V/m } \hat{\imath}$$



2. Due fili indefiniti di lunghezza L=13 cm, paralleli all'asse y, sono posti su un piano inclinato di un angolo θ = 10° rispetto al piano orizzontale xy, dove x e` la direzione lungo la quale il piano e` in discesa. Il filo posto più in basso è fisso e in esso scorre una corrente i_b = 20 A nella direzione y. Il filo posto più in alto ha una densità di massa λ = 0.01 kg/m e in esso scorre una corrente i_a; 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 Ia.

$$i_a = -\frac{2\pi d}{\mu_0 i_b}\lambda g \sin\vartheta = -42.6\ A$$

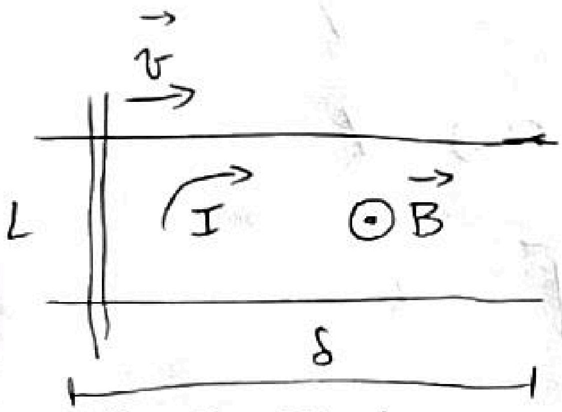
b. Determinate il vettore campo magnetico $\vec{B}$ nel punto medio della congiungente i due fili.

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

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

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

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



NB: $\delta = 3L$!

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

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

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

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

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

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

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

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

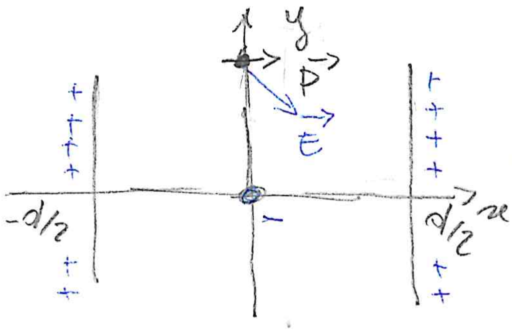
$$Q = |\mathcal{E}|C\left(1 - e^{-\frac{\delta t}{RC}}\right), \quad \tau = RC = 1.5\times10^{-4}\,s$$

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

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 σ_1=35.0 nC/m^2 ($x = -d/2$) e σ_2=12.0 nC/m^2 ($x = d/2$). Un filo isolante indefinito, carico con densità lineare λ=-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 e` allineato al campo elettrico generato dai piani.

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

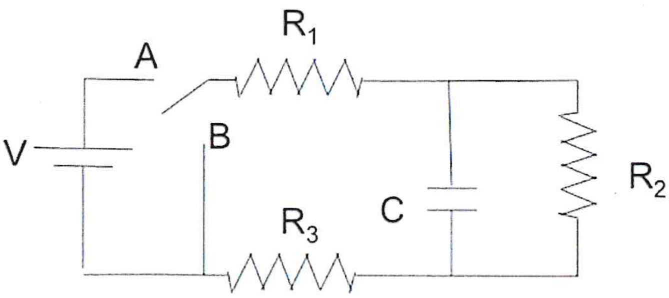
$$\vec{E} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2\varepsilon_0}\hat{i} + \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 R}\hat{j} = (1300\,\hat{i} - 540\,\hat{j})\frac{V}{m}, \quad E = 1410\frac{V}{m}$$

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

$$\vec{p} = ql\hat{i} = 4.4\times10^{-14}\,Cm, \quad \vec{\tau} = \vec{p}\times\vec{E} = \frac{\lambda q l}{2\pi\varepsilon_0 R}\hat{k} = -2.37\times10^{-11}\hat{k}\ Nm$$

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 e` uniforme. Qual'e` la forza esercitata da questo sul dipolo?

$$\delta = l\frac{\lambda}{2\pi R(\sigma_1 - \sigma_2)}; \quad \vec{F} = \frac{q\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{R+\delta} - \frac{1}{R-\delta}\right]\hat{j} = -3.25\times10^{-10}\hat{j}\ N$$



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;

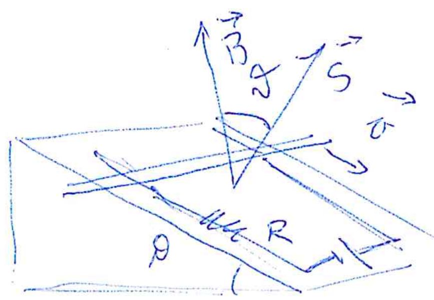
$$I = \frac{V}{R_1 + R_3} = 4.00 \times 10^{-4}\ A$$

b. la carica Q_0 accumulata sul condensatore a regime.

$$Q_0 = \frac{VCR_2}{R_1 + R_2 + R_3} = 7.60\ \mu C$$

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

$$\tau = \frac{R_2(R_1+R_3)}{R_1+R_2+R_3} C = 1.90 \times 10^{-5}\ s, \quad t = \tau \ln 10 = 4.37 \times 10^{-5}\ s$$



3. Su un piano inclinato di ϑ=22.0° e` fissato un circuito composto da un generatore di f.e.m. continua $\mathcal{E}$=12 V.0, una resistenza R=10.0 Ω e un amperometro. Il circuito presenta due binari paralleli, lungo la direzione di massima inclinazione, distanti ℓ=55.0 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 mT. La barretta scende con velocità costante, l’amperometro misura I=1.24 A. Calcolate:

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

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

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

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

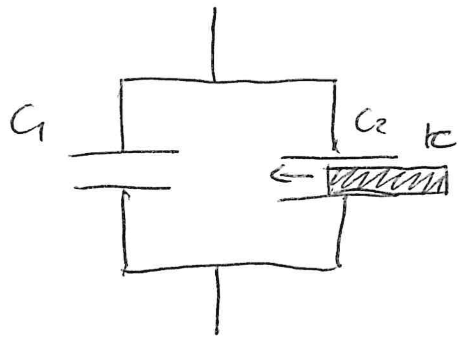
c. la massa m della barretta.

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

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 $C_1 = 250$ pF e $C_2 = 900$ pF collegati in parallelo sono caricati con una differenza di potenziale di 200V, 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;

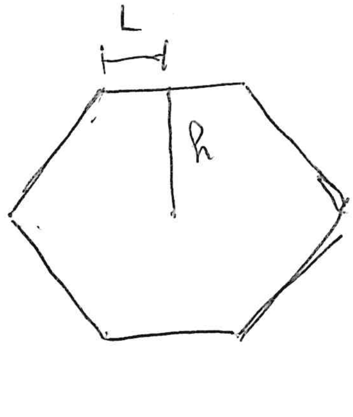
$$\Delta V = V\left(\frac{C_1 + C_2}{C_1 + kC_2} - 1\right) = -196.8 \text{ V}$$

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

$$\Delta Q = C_1 \Delta V = -49.2 \text{ nC}$$

c) il lavoro necessario per inserire il dielettrico.

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



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

a) la velocità di deriva degli elettroni;

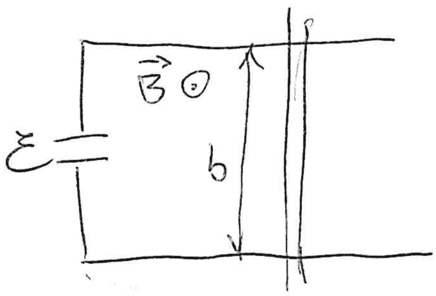
$$v_d = \frac{I}{\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2} \frac{1}{n_e e} = 3.54 \times 10^{-4} \ m/s$$

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

$$R = 6\rho \frac{2L}{\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2} = 255 \ m\Omega, \quad V = RI = 306 \ mV$$

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

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



3. Una sbarretta conduttrice di massa m=20 g è appoggiata su due rotaie distanti fra loro b=20 cm e collegate a un generatore di f.e.m. $\mathcal{E}$ = 1V. Il circuito che si viene a formare ha una resistenza complessiva di R=0.5 Ω ed è immerso in un campo magnetico B=0.5 T uniforme ed ortogonale al piano delle rotaie. All'istante t_0=0.0 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 $t \to \infty$;

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

b) la velocità v_1 della sbarretta a regime;

$$v_1 = \frac{\mathcal{E}}{Bb} = 10.0 \ m/s$$

c) L'energia cinetica della sbarretta a regime.

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