Universita` di Trieste, A.A. 2023/2024

Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Primo appello invernale - 15/1/2024

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.***

1. Una sferetta di raggio trascurabile ha massa m=0.328 mg e carica q=1.27 nC. La sferetta cade verticalmente senza attrito, partendo da ferma da un'altezza di L=27.2 cm, ed entra in un un condensatore, di altezza h=2.03 cm, che ha due piccoli fori allineati in verticale in modo da far passare la carica.

a. Calcolate l'energia della particella in funzione della differenza di potenziale (d.d.p.) del condensatore, quando la particella e` in fondo al condensatore (solo formula).

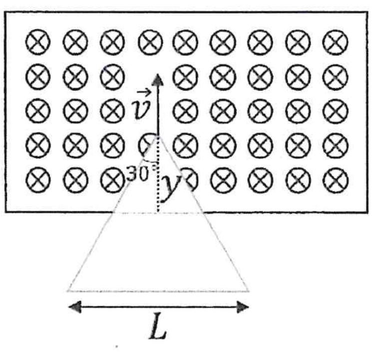
$$U = mg(h+L) - qV$$

b. Calcolate d.d.p. e il campo elettrico minimi necessari affinche' la sferetta non possa passare attraverso il condensatore.

$$V = \frac{m}{q} g(h+L) = 740\,V \quad , \quad E = \frac{V}{h} = 36400\,\frac{V}{m}$$

c. Per questa d.d.p. minima determinate dopo quanto tempo e a che velocita` la sferetta esce nuovamente dal condensatore dall'alto.

$$t_{out} = 2h\sqrt{\frac{2}{gL}} = 35.2\ ms$$



2. Una spira ha la forma di un triangolo equilatero di lato L=12.1 cm, ed ha resistenza $R=1.44\,\Omega$. La spira viene trasportata, a velocita` costante di modulo v=7.29 m/s, in una regione di altezza 2L, in cui e` presente un campo magnetico di modulo B=3.81 T, con direzion di $\vec{v}$ e $\vec{B}$ come in figura. Chiamiamo y la coordinata lungo il moto della spira, il campo magnetico e` presente per $0 \le y \le 2L$.

a. Calcolate il flusso di B concatenato alla spira in funzione del tempo, quantificandone il suo valore massimo.

$$H = \frac{\sqrt{3}}{2} L = 10.5\ \text{cm}, \quad y = vt$$

$$y<H: \ \phi_B = \frac{B y^2}{\sqrt{3}} \qquad 2L<y<2L+H: \ \phi_B = \frac{B}{\sqrt{3}}\left(H^2-(y-2L)^2\right)$$

$$H<y<2L: \ \phi_B = \frac{\sqrt{3}}{4} BL^2 \qquad \phi_{max} = \frac{\sqrt{3}}{4} BL^2 = 2.42\times 10^{-2}\ \text{Wb}$$

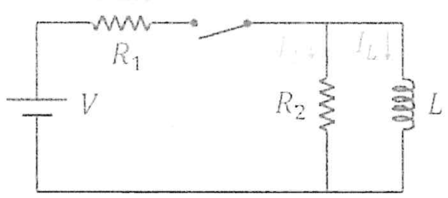
b. Calcolate la corrente che circola nella spira in funzione del tempo (col segno), quantificandone il suo valore massimo.

$$y<H: \ I = -\frac{Byv}{R}\frac{2}{\sqrt{3}} \qquad I_{max} = \frac{BLv}{R} = 0{,}583\ \text{A}$$

$$2L<y<2L+H: \ I = \frac{B(y-2L)v}{R}\frac{2}{\sqrt{3}}$$

c. Calcolate la potenza dissipata in totale nella spira dopo che questa ha attraversato la regione con il campo magnetico.

$$U_{diss} = \frac{8}{3}\frac{B^2H^3v}{R} = 7.52\times 10^{-3}\ \text{J}$$



3. Nel circuito riportato in figura si ha che $V=12.6\,V, R_1=14.0\,\Omega, R_2=31.4\,\Omega, L=2.02\,H$.
L'interruttore viene chiuso al tempo t=0. Calcolate:

a. la corrente che attraversa l'induttanza a t=0.3 s;

$$V' = \frac{R_2}{R_1+R_2}V = 8.71\ \text{V}, \quad R' = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} = 9.68\ \Omega$$

$$I_L = \frac{V'}{R'}\left(1-e^{-\frac{t}{\tau'}}\right), \quad I_L(t=0.3\,s) = 0.687\ \text{A} \qquad \tau' = \frac{L}{R'} = 0.20$$

b. la corrente che attraversa R_1 a regime;

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = 0.9\ \text{A}$$

c. la potenza totale dissipata sulla resistenza R_2.

$$U_{diss} = \frac{V'^2}{R_2}\frac{\tau'}{2} = 5.27\times 10^{-2}\ \text{J}$$

Universita` di Trieste, A.A. 2023/2024

Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

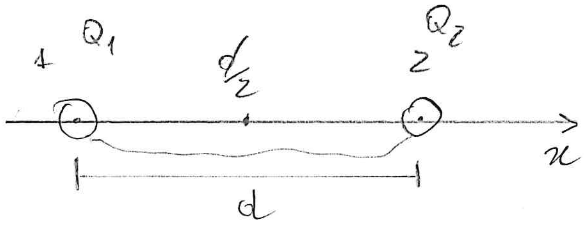
Fisica Generale 2 - Secondo appello invernale - 8/2/2024

Cognome .... Nome ....

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

<u>*Istruzioni per gli esercizi:*</u>

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. Due sferette metalliche, di raggi R_1=0.49 cm ed R_2=2.04 cm, sono poste a grande distanza tra loro. Sulla seconda sferetta e` depositata una carica Q=5.82 nC, mentre la prima sferetta e` scarica. Ad un certo istante esse vengono messe a contatto attraverso un lungo filo conduttore, e viene dato tempo al sistema di tornare statico.

a. Calcolate la carica finale delle due sferette.

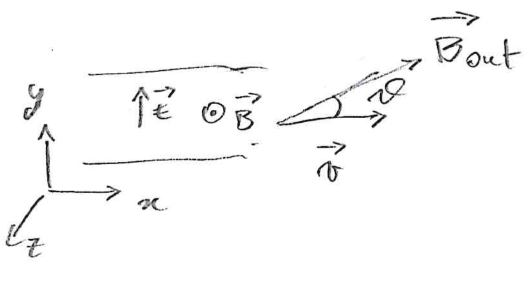
$$Q_1 = \frac{R_1}{R_1+R_2} Q = 1.13 \text{ nC} \qquad Q_2 = \frac{R_2}{R_1+R_2} Q = 4.69 \text{ nC}$$

b. Le due sferette vengono avvicinate a distanza d=1.00 m. Calcolate il campo elettrico $\vec{E}$ nel punto medio tra i due centri (supponendo che l'asse x passi attraverso i due centri, da 1 verso 2).

$$\vec{E} = \frac{1}{\pi\varepsilon_0}\frac{Q_2-Q_1}{d^2}\hat{\imath} = \frac{1}{\pi\varepsilon_0}\frac{R_2-R_1}{R_1+R_2}\frac{Q}{d^2}\hat{\imath} = -128\,\hat{\imath}\ \frac{V}{m}$$

c. Ci aspettiamo che a distanza d le cariche sulle superfici delle sferette siano ancora distribuite uniformemente? argomentate la risposta usando il valore del campo elettrico.

$$\vec{E}_{sup1} \gg \vec{E}_{2\to1} \Rightarrow (d-R_1)^2 \gg R_1R_2$$
$$\vec{E}_{sup2} \gg \vec{E}_{1\to2} \Rightarrow (d-R_2)^2 \gg R_1R_2$$
$$\Rightarrow \sim d^2 \gg R_1R_2$$



2. Un fascio di elettroni che si propaga lungo l'asse x attraversa un selettore di velocita` dove il campo elettrico e il campo magnetico hanno valore uniforme: $\vec{E}=54.2\,\hat{j}$ kV/m, $\vec{B}=25.0\,\hat{k}$ mT.

a. Calcolate velocita` $\vec{v}$ ed energia, in eV, degli elettroni che non vengono deviati.

$$\vec{v} = \frac{E}{B}\hat{\imath} = 2{,}17\times 10^{6}\ m\,s^{-1}\ ,\quad K = \frac{1}{e}\frac{1}{2} m_e v^2 = 13.4\ eV$$

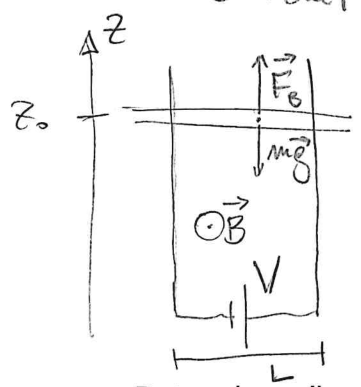
b. Questi elettroni vengono iniettati in una regione in cui e` presente un campo magnetico $\vec{B}_{out} = 1\hat{\imath} - 0.866\hat{k}$ T. Calcolate il raggio dell'orbita degli elettroni.

$$v_\perp = v \operatorname{sen}\vartheta \qquad \vartheta = \left|\arctan \frac{B_{out,z}}{B_{out,x}}\right| = 40.9^\circ\ ,\quad R = \frac{m_e v_\perp}{e|\vec{B}_{out}|} = 6.11\ \mu m$$

$$v_\parallel = v\cos\vartheta$$

c. Calcolate di quanto si e` spostato un elettrone lungo la direzione del campo magnetico dopo un'orbita completa.

$$T = \frac{2\pi m_e}{e|\vec{B}_{out}|} = 2.70\times 10^{-11}\ s\ ,\quad \ell = v_\parallel T = 44.3\ \mu m$$



3. Una barretta conduttrice, di lunghezza L=9.84 cm, massa m=28.0 g e resistenza R=0.29 Ω, puo` scorrere in verticale senza attrito su due guide parallele di resistenza trascurabile, rimanendo in contatto con esse. Gli estremi inferiori delle guide sono collegati ad una pila con f.e.m. V=6.01 V. Il circuito cosi` costituito si trova immerso in un campo magnetico B perpendicolare al piano del circuito formato dalle guide e dalla barretta.

a. Determinate il valore B_0 del campo magnetico tale che la barretta rimanga ferma.

$$B_0 = \frac{mgR}{LV} = 0{,}135\ T$$

b. Supponiamo che il campo magnetico sia $B<B_0$; partendo da ferma ($z(t=0)=z_0$), lasciamo cadere la barretta. Scrivete l'equazione del moto della barretta, chiamando $z(t)$ la sua posizione al tempo t .

$$m\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{B^2L^2}{R}\frac{dz}{dt} + mg - \frac{VLB}{R} = 0$$

c. Fissando il modulo del campo magnetico a $B=0.95\ B_0$, ricavate il valore costante della velocita` che si ottiene dopo un lungo tempo (se le guide sono sufficientemente lunghe).

$$mg - \frac{VLB}{R} = 0{,}05\ mg\ ,\quad v = 0.05\ mg\frac{R}{B^2L^2} = 25.1\ m\,s^{-1}$$

Universita` di Trieste, A.A. 2023/2024

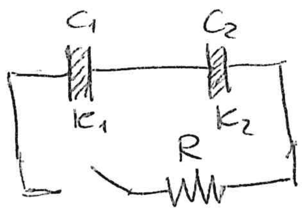
Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Terzo appello invernale - 26/2/2024

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.***



1. Due condensatori di capacita` C_1=1.48 μF e C_2=3.16 μF sono connessi in serie ad una batteria di f.e.m. V_0=502 V. Successivamente, essi vengono sconnessi dalla batteria e riempiti con dielettrici di costante dielettrica relativa κ_1=3.14 e κ_2=4.88.

a. Calcolate la tensione ai capi della serie dopo l'inserimento dei dielettrici.

$$V_0' = \frac{k_1 C_1 + k_2 C_2}{k_1 k_2 (C_1 + C_2)} V_0 = \frac{Q}{C'_{eq}} = 142\ V$$

$Q = V_0 C_{eq} = 506\ \mu C$

$C_{eq} = C_1 C_2 / (C_1 + C_2) = 1.01\ \mu F$

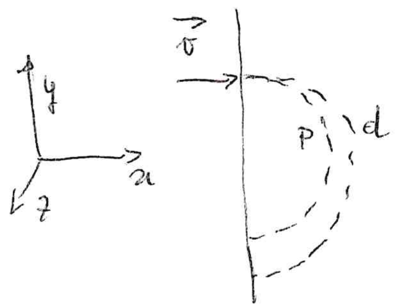
$C'_{eq} = k_1 k_2 C_1 C_2 / (k_1 C_1 + k_2 C_2) = 3.57\ \mu F$

b. A t=0 i condensatori vengono connessi in serie ad una resistenza R=121 kΩ. Calcolate dopo quanto tempo la corrente assume il valore di 0.50 mA. $I_1 = 0{,}50\ mA$

$$\tau = R C'_{eq} = 0.43\ s \quad , \quad t' = \tau \ln\left(\frac{Q}{\tau I_1}\right) = 0.368\ s$$

c. Calcolate l'energia totale dissipata dalla resistenza.

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C'_{eq}} = 3.58 \times 10^{-2}\ J$$



2. Le particelle di un fascio composto da protoni e deutoni (nuclei di deuterio, di massa $2m_p$) sono accelerate mediante una d.d.p. di 10^6 V. Le particelle si muovono inizialmente lungo l'asse x ; a partire da $x=k$ entrano in un campo magnetico di modulo B=1.03 T, diretto lungo l'asse z ed occupante tutto lo spazio con $x>k$. Calcolate le seguenti quantita`:

a. La velocita` delle particelle all'entrata del campo magnetico.

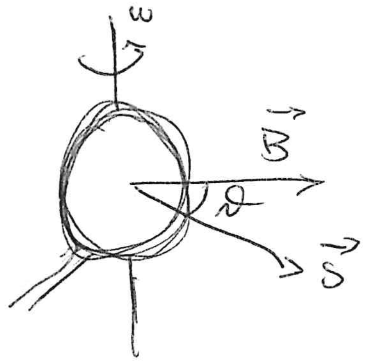
$$\vec{v}_p = \sqrt{\frac{2V_0 e}{m_p}}\,\hat{i} = 1.38\times10^7\ m/s\ \hat{i}\ ,\ v_d = \sqrt{\frac{V_0 e}{m_p}}\,\hat{i} = 0.98\times10^7\ m/s$$

b. La distanza tra protoni e deutoni all'uscita dal campo magnetico.

$$\Delta d = \frac{2}{B}\sqrt{\frac{2V_0 m_p}{e}}\left(\sqrt{2}-1\right) = 11.6\ cm$$

c. L'intervallo di tempo di arrivo tra un protone e un deutone che entrano nel campo magnetico allo stesso momento.

$$\Delta t = \frac{\pi m_p}{eB} = 31.9\ ns$$



3. Una bobina di N=40 spire metalliche rettangolari, di superficie S=482 cm^2, resistenza totale R=1.83 Ω e spessore trascurabile, ruota a velocita` angolare costante ω = 205 rad/s attorno ad un suo asse centrale. La spira e` immersa in un campo magnetico uniforme e ortogonale all'asse di rotazione della spira, di modulo B=0.19 T.

a. Calcolate la corrente generata dalla spira, quantificandone il valore efficace.

$$I(t) = \frac{NBS\omega}{R}\,\mathrm{sen}\,\omega t\ ,\ I_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}}\frac{NBS\omega}{R} = 28.0\ A$$

b. Calcolate la potenza dissipata dalla resistenza, quantificandone il valore efficace.

$$P(t) = I^2(t)R\ ,\quad P_{eff} = \frac{1}{2}\frac{N^2B^2S^2\omega^2}{R} = 1.54\ kW$$

c. Calcolate il momento meccanico necessario a mantenere la spira in rotazione, quantificandone il valore massimo.

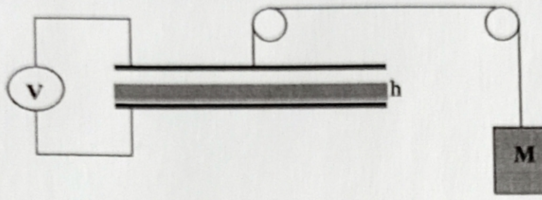
$$\tau(t) = \frac{N^2B^2S^2\omega}{R}\,\mathrm{sen}^2\omega t\ ,\ \tau_{max} = \frac{N^2B^2S^2\omega}{R} = 15.0\ Nm$$

Università di Trieste, A.A. 2023/2024
Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica
Fisica Generale 2 - Primo appello estivo - 18/6/2024

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.**



1. Due lastre metalliche piane di area A = 0.8 m², sono giustapposte a una distanza h= 4 mm e formano un condensatore piano. Le armature sono collegate a un generatore di tensione che instaura tra esse una d.d.p. pari a V. L'armatura inferiore (cfr. figura) è fissa, mentre quella superiore è tenuta in equilibrio da una massa M = 0.8 kg.

a) calcolare la capacità del condensatore trascurando gli effetti di bordo;

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{h} = 1.77\,nF$$

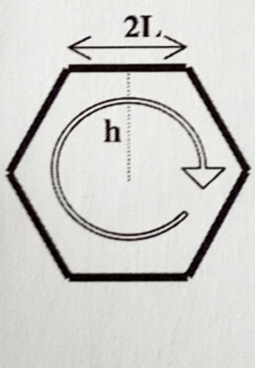
b) considerando trascurabili le masse delle armature, della corda e della carrucola, calcolare la tensione V alla quale il sistema è in equilibrio meccanico; a un certo istante tra le lastre viene inserito un dielettrico di spessore s = 2 mm e costante dielettrica relativa k = 2.5, in questa nuova configurazione

$$\frac{\varepsilon_0 V^2 A}{2h^2} = Mg \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2h^2 Mg}{\varepsilon_0 A}} = 5.95\,KV$$

c) calcolare la nuova capacità del condensatore e determinare se è variata e di quanto la forza tra le armature.

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{h-s}{\varepsilon_0 A} + \frac{s}{\varepsilon_0 k A}; \quad C = 2{,}53\,nF$$

$$F_{new} = \frac{C^2 V^2}{2 A \varepsilon_0} = 14.1N > F_{old} = Mg = 7.85$$



2. Una spira conduttrice, a forma di esagono regolare di lato 2L=20 cm (cfr. figura) 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. Determinare:

a) la velocità di deriva degli elettroni.

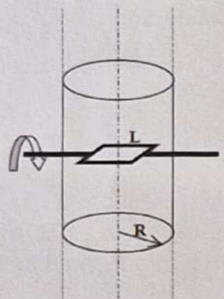
$$v_d = \frac{J}{n_e e} = \frac{I}{\pi r^2} \cdot \frac{1}{n_e e} = 9.54 \cdot 10^{-4} \, m/s$$

b) la FEM necessaria a mantenere la corrente.

$$R = \rho \cdot \frac{6 \cdot 2L}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} = 25.5 \cdot 10^{-3} \, \Omega \; ; \; V = RI = 25.5 \cdot 10^{-3} \cdot 12 = 306 \, mV$$

c) Il campo magnetico B generato al centro della spira. $h = L\sqrt{3}$

$$B = 6 \frac{\mu_0 i L}{2\pi h \sqrt{h^2 + L^2}} = \frac{\mu_0 6 I L}{4\pi L^2 \sqrt{3}} = 4.16 \cdot 10^{-5} \, T$$



3. Un solenoide infinito (schematizzato in figura con un cilindro) ha raggio R = 15 cm e numero di spire per unità di lunghezza n = 1200 spire/m.

a) Determinare l'intensità della corrente i_0 necessaria a generare nel solenoide un campo magnetico B_0 di intensità 0.12 T.

$$i_0 = \frac{B}{\mu_0 n} = 79.6 \, A$$

b) All'interno del solenoide è disposta una spira conduttrice di forma quadrata avente lato L = 5 cm e resistenza R = 12 Ohm; inizialmente la spira è disposta in un piano ortogonale all'asse del solenoide. Calcolare il coefficiente di muta induzione solenoide - spira.

$$M = \frac{\Phi}{i_0} = \mu_0 n L^2 = 3.77 \cdot 10^{-6} \, H$$

c) La spira viene fatta ruotare con velocità angolare costante ω = 600 rad/s attorno al suo asse ortogonale all'asse del solenoide (cfr. figura). Calcolare la massima forza elettromotrice indotta nella spira e la potenza media dissipata sulla spira.

$$FEM = -\frac{\partial \Phi}{\partial t} = B L^2 \omega \, sen(\omega t) \Rightarrow B L^2 \omega = 0.18 \, V$$

$$\left(P = \frac{V^2}{R} = \frac{B^2 L^4 \omega^2 sen^2(\omega t)}{R} \right) \quad P_m = \frac{B^2 L^4 \omega^2}{2R} = 1.35 \cdot 10^{-3} \, W$$

Universita` di Trieste, A.A. 2023/2024

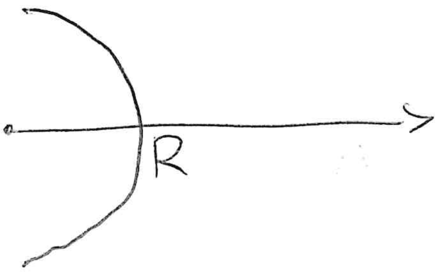
Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Secondo appello estivo - 22/7/2024

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.***



1. Su una sfera isolante di raggio R=47.2 cm e` depositata una carica Q=12.4 nC, in modo tale che la sua densita` vari seguendo la legge $\rho(r)=\alpha/r^2$

a. Calcolate il valore di α con la sua unita` di misura, richiedendo che l'integrale di volume della densita` di carica sia uguale a Q.

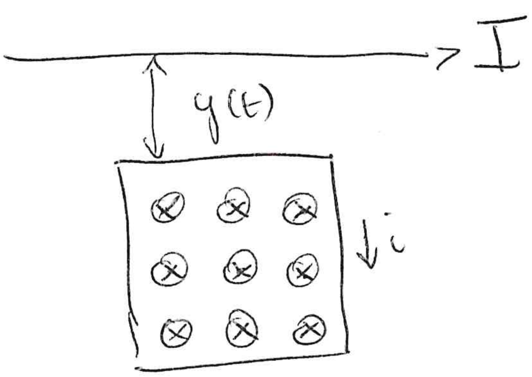
$$\alpha = \frac{Q}{4\pi R} = 2.09 \ nC/m$$

b. Calcolate il campo elettrico in tutto il volume, quantificandone il valore alla superficie della sfera. Nella formula usate α al posto di Q.

$$\vec{E}(r) = \begin{cases} \frac{\alpha}{\varepsilon_0 r}\hat{r} & r<R \\ \frac{\alpha R}{\varepsilon_0 r^2}\hat{r} & r>R \end{cases}, \quad \vec{E}(R) = 500\ \hat{r}\ \frac{V}{m}$$

c. Calcolate il valore totale, su tutto lo spazio, dell'energia del campo elettrostatico.

$$U = \frac{4\pi\alpha^2 R}{\varepsilon_0} = 2.93\ \mu J$$



2. Una spira quadrata di lato l=6.1 cm, realizzata con un filo di resistenza R=0.25 mΩ e posta in modo che il suo vettore superficie sia orizzontale, cade per effetto della gravita` in una regione dove si trova il campo magnetico generato da un filo rettilineo percorso da corrente I=11.4 A. Il filo e` orizzontale, ed e` parallelo al lato superiore della spira. Il moto della spira non e` influenzato dall'attrazione del filo. Chiamando y(t) la distanza del lato superiore della spira dal filo, si suppone che la spira parta ferma da y=0, con il lato superiore che tocca il filo.

a. Dopo avere riportato la legge oraria della spira, esprimete il flusso magnetico intercettato al tempo t (solo formula).

$$y(t) = \frac{1}{2} g t^2$$

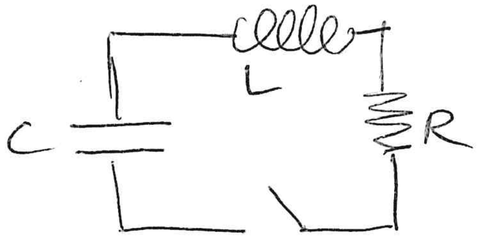
$$\phi_B = \frac{\mu_0 I \ell}{2\pi} \ln\left(1 + \frac{\ell}{y(t)}\right)$$

b. Determinate la forza elettromotrice indotta nella spira al tempo t (solo formula).

$$\mathcal{E} = \frac{2 \mu_0 I \ell^2}{\pi t \left(g t^2 + 2\ell\right)}$$

c. Quantificate la corrente indotta a t=1s.

$$i = \frac{\mathcal{E}(t=1s)}{R} = 13.7 \ \mu A$$



3. In un circuito RLC serie, senza forzante (C=2 μF, R=600 Ω, L=2 H) il condensatore viene caricato a una tensione V_0=100 V. A t=0 il circuito viene chiuso.

a. Determinate la frequenza di oscillazione ω, in rad/s.

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}} = 477 \ rad/s$$

b. Determinate il tempo di decadimento esponenziale della corrente.

$$\tau = \frac{2L}{R} = 6.67 \ ms$$

c. Dopo quanto temo la corrente massima raggiunge I_1=0.05 A?

$$I_0 = \frac{V_0}{\sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{4}}} = 0.105 \ A$$

$$t = \tau \ln\left(\frac{I_0}{0.05A}\right) = 4.95 \ ms$$

Universita` di Trieste, A.A. 2023/2024

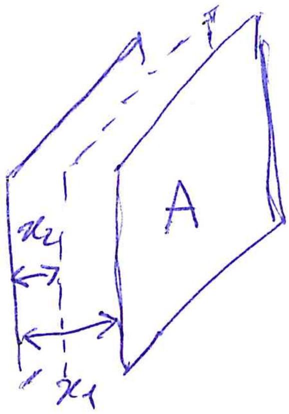
Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Secondo appello invernale - 3/9/2024

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.***



1. Sulle armature di un condensatore a facce piane parallele distanti x_1=10 mm è depositata una carica Q=2 μC ed è applicata una differenza di potenziale V=200 V.

a. Calcolate l'area del condensatore e la sua capacità trascurando gli effetti di bordo.

$$C_1 = \frac{Q}{V} = 10.0\ nF$$

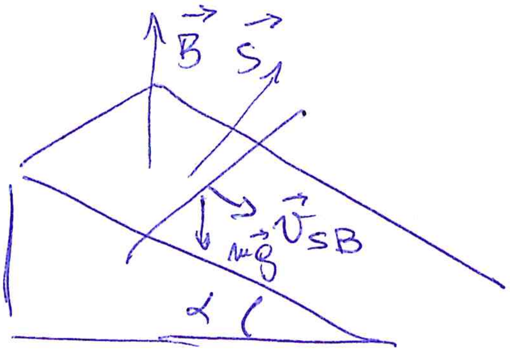
$$A = \frac{C_1 x_1}{\varepsilon_0} = \frac{Q x_1}{\varepsilon_0 V} = 11.3\ m^2$$

b. Dopo aver isolato il condensatore, si porta molto lentamente la distanza fra le armature ad un valore x_2=5 mm. Si supponga per semplicità che l'armatura a sinistra sia fissa. Calcolate il lavoro necessario per avvicinare le due lastre.

$$L = \Delta\left(\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}\right) = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{\varepsilon_0 A}(x_2 - x_1) = -1.00 \times 10^{-4}\ J$$

c. Utilizzate questa informazione per calcolare la forza che il campo elettrico esercita sulla lastra di destra. Provate a confrontarla con il valore che avreste calcolato direttamente.

$$F = \frac{L}{x_2 - x_1} = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{\varepsilon_0 A} = 2.00 \times 10^{-2}\ N$$



2. In un piano inclinato di angolo α=30° sono poste due rotaie parallele di resistenza elettrica trascurabile, connesse elettricamente tra loro alla sommità e distanti L=20 cm. Su di esse può scorrere senza attrito una sbarretta conduttrice di massa m=20.0 g e resistenza elettrica R=0.20 Ω. Il tutto e` immerso in un campo magnetico uniforme

e costante, diretto verticalmente, di modulo B=1.0 T. All'istante t=0 la sbarretta viene lasciata libera di scivolare lungo il piano inclinato.

a. Calcolate la forza elettromotrice indotta nella sbarretta in funzione della velocità V_{sb} della sbarretta, quantificandola per V_{sb}=1 m/s. (Prendiamo come senso positivo della corrente quello antiorario quando il circuito e visto dall'alto).

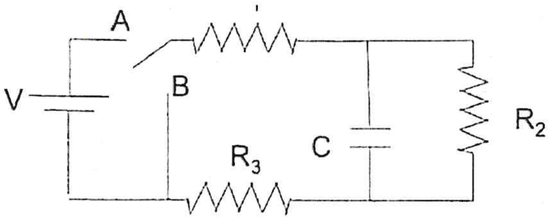
$$\mathcal{E} = -LB\cos\alpha\, v_{sb} = -0{,}173\,V$$

b. Determinate il valore di velocità che realizza l'equilibrio dinamico fra forza magnetica e forza peso.

$$v_{sb} = \frac{mg\,\mathrm{sen}\,\alpha\, R}{L^2B^2\cos^2\alpha} = 0.65\ m/s$$

c. Riportate la corrente (con segno!) che circola nel circuito in equilibrio dinamico.

$$i = -\frac{mg}{LB}\tan\alpha = -0.56\,A$$



3. Consideriamo il circuito in figura, con C=1.31 nF, V=12 V , R_1 = 12.4 kΩ, R_2=14.3 kΩ, R_3= 23.3 kΩ . Calcolate:

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

$$I = \frac{V}{R_1+R_3} = 3.36\times10^{-4}\,A$$

b. la carica Q_0 accumulatasi sul condensatore a regime.

$$Q_0 = \frac{VCR_2}{R_1+R_2+R_3} = 4.50\ nC$$

c. Successivamente commutiamo l'interruttore da A a B. Calcolate dopo quanto tempo la carica del condensatore è pari Q_0/20

$$\tau = \frac{R_2(R_1+R_2)}{R_1+R_2+R_3}C = 1.34\times10^{-5}\,s,\quad t=\tau\ln 20$$

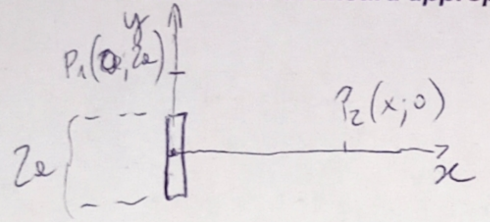
$$= 4\times10^{-5}\,s$$

Universita` di Trieste, A.A. 2023/2024
Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica
Fisica Generale 2 - Secondo appello invernale - 17/9/2024

Cognome ....SOLUZIONE.... **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.***



1. Una sottile sbarra di lunghezza 2a, con a=10 cm, e` posta lungo l'asse y del piano xy, con il centro sull'origine degli assi. La sbarra e` caricata con una densita` di carica λ=31.6 nC/m.

a. Calcolate il valore del campo elettrico $\vec{E}$ nel punto P_1 di coordinate (0,2a).

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2}{3a}\hat{j} = 1890\ \frac{V}{m}\ \hat{j}$$

b. Calcolate (solo la formula) il valore del potenziale V in un generico punto P_2 sulle ascisse, di coordinate (x,0). Suggerimento: $\int \frac{dt}{\sqrt{t^2+b^2}} = \ln|t + \sqrt{t^2 + b^2}|$

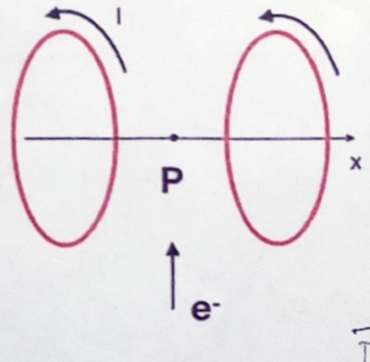
$$V_2 = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln\left|\frac{a+\sqrt{x^2+a^2}}{x}\right| = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\ln\left|\frac{a+\sqrt{a^2+x^2}}{-a+\sqrt{a^2+x^2}}\right|$$

c. Per x=2a, che lavoro bisogna fare per portare una carica q=4.22 μC dal punto P_1 al punto P_2?

$$V_1 = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\ln(3) = 284\ V$$

$$V_2(x=2a) = 68.2\ V$$

$$W = +(V_1 - V_2)q = -0.91\ mJ$$



2. Un elettrone viene sparato tra due "bobine di Helmoltz, due bobine coassiali di N=50 spire l'una, di raggio R=5.40 cm, separate da una distanza di d=2R ed attraversate, nello stesso senso come in figura, da una corrente I=1.2 A. La velocita` dell'elettrone e` v=1.43 x 10^8 m/s.

a. Calcolate il campo magnetico $\vec{B}$ nel punto P a meta` tra i centri delle due bobine.

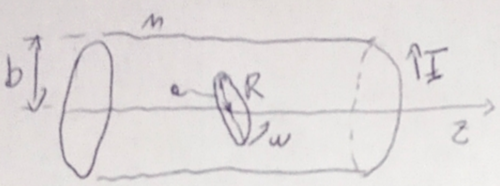
$$\vec{B} = \mu_0\frac{\sqrt{2}}{4}\frac{NI}{R}\hat{\imath} = 4.93\cdot 10^{-4}\ T$$

b. Supponendo che il campo magnetico sia uniforme nel cilindro che ha le due bobine come basi, e nullo al di fuori, calcolate la forza $\vec{F}$ esercitata sull'elettrone dal campo magnetico ed il tempo δt di durata dell'interazione, supponendo che la traiettoria dell'elettrone sia approssimativamente imperturbata.

$$\vec{F} = e B v = 1.13 \times 10^{-14}\, N \; ; \quad \delta t = \frac{2R}{v} = 7.55 \cdot 10^{-10}\, s$$

c. Eguagliando l'impulso $|\vec{F}|\delta t$ alla variazione della quantita` di moto dell'elettrone, calcolate l'angolo di deflessione dello stesso.

$$\delta v = \frac{e B 2R}{m_e} = 9.36 \cdot 10^{6}\, m/s \qquad \vartheta = \frac{\delta v}{v} = 3.75^\circ$$



3. Una bobina composta da N=50 spire di raggio a=3 cm, con resistenza R=42 mΩ, e` immersa in un solenoide di raggio b=25 cm con n=350 m$^{-1}$ spire per unita` di lunghezza, in cui scorre una corrente di I=3.2 A come indicato in figura. La bobina viene fatta ruotare ad una frequenza costante ν=35 Hz. Trascuriamo l'effetto della bobina sul solenoide.

a. Calcolate il flusso del campo magnetico del solenoide attraverso la bobina, in funzione del tempo; chiamiamo α l'angolo tra il momento magnetico della bobina e l'asse del solenoide ed ω la velocita` angolare della bobina.

$$\omega = 2\pi\nu = 220\ rad\, s^{-1} \qquad B = \mu_0 n I = 1.41\, mT$$

$$\phi = N \pi a^2 \mu_0 n I \cos(\omega t) = (1.99 \cdot 10^{-4}\, Wb) \cos(\omega t)$$

b. Calcolate la corrente i(t) che scorre nella bobina, in funzione del tempo.

$$i(t) = \frac{1}{R} N \pi a^2 \mu_0 n I \omega \sin(\omega t) = i_0 \sin \omega t = (1.09\, A) \sin(\omega t)$$

c. Trascurando gli attriti, calcolate la potenza efficace spesa per mantenere in moto la bobina.

$$\langle P \rangle = \frac{1}{2} i_0^2 R = 0.0228\, W$$