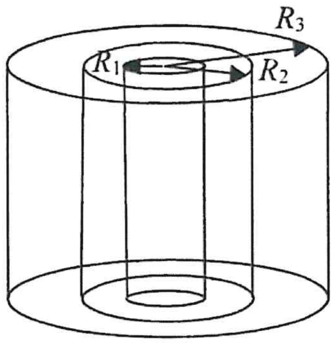
Universita` di Trieste, A.A. 2021/2022

Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Primo appello invernale - 17/1/2022

Cognome .... Nome ....

Istruzioni per gli esercizi:
Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: ***la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date o di quelle ottenute in altre risposte, e il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate.***



1. Si hanno tre gusci metallici cilindrici coassiali di lunghezza indefinita, spessore trascurabile e raggi R_1 = 0.9 cm, R_2 = 3.2 cm e R_3 = 4.8 cm (Figura 1). Sui tre gusci vengono depositate rispettivamente cariche per una densita` lineare $\lambda_1 = 6.34\,10^{-10}\,\cancel{C}$ C/m, $\lambda_2 = 2\lambda_1$ e $\lambda_3 = -\lambda_1$.

a. Chiamando $\hat{r}$ il versore radiale di un sistema di coordinate cilindriche, calcolate il vettore campo elettrico a r=4.2 cm e r=5.7 cm.

$$E(r=4.2\,cm) = \frac{3\lambda_1}{2\pi\varepsilon_0}\frac{1}{4.2\,cm}\hat{r} = 814\ N/m\ \hat{r}$$

$$E(r=5.7\,cm) = \frac{2\lambda_1}{2\pi\varepsilon_0}\frac{1}{5.7\,cm}\hat{r} = 400\ N/m\ \hat{r}$$

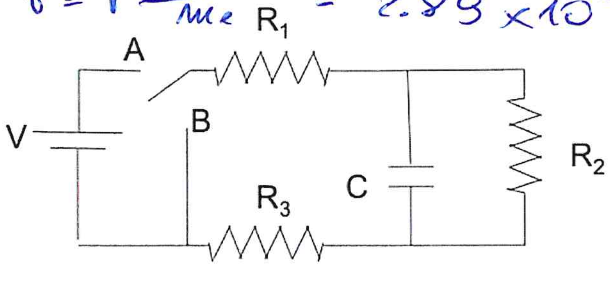
b. Determinate la differenza di potenziale elettrostatico tra r=0 ed r=5.7 cm.

$$\Delta V = \frac{\lambda_1}{2\pi\varepsilon_0}\left(\ln\frac{R_2}{R_1} + 3\ln\frac{R_3}{R_2} + 2\ln\frac{5.7\,cm}{R_3}\right) = -32.3\ V$$

c. Un elettrone parte da r=0 in direzione radiale, passando attraverso i gusci tramite appositi fori, e arriva a r=4.2 cm per poi tornare indietro. Calcolatene la velocita` iniziale.

$$|\Delta V(r=4.2\,cm)| = \frac{\lambda_1}{2\pi\varepsilon_0}\left(\ln\frac{R_2}{R_1} + 3\ln\left(\frac{4.2\,cm}{R_2}\right)\right) = 23.8\ V$$

$$v = \sqrt{\frac{2e\Delta V_e}{m_e}} = 2.89\times10^{6}\ m/s$$



2. Consideriamo il circuito in figura, con $C = 1.31\,nF$, $V = 12\,V$, $R_1 = 11.4\,k\Omega$, $R_2 = 19.3\,k\Omega$, $R_3 = 33.3\,k\Omega$. Calcolate:

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

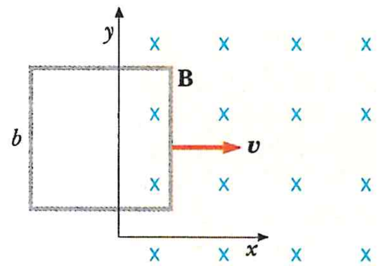
$$I = \frac{V}{R_1 + R_3} = 2.68 \times 10^{-4}\, A$$

b. la carica Q_0 accumulatasi sul condensatore a regime.

$$Q_0 = \frac{VCR_2}{R_1 + R_2 + R_3} = 4.74\ \mu C$$

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

$$\tau = \frac{R_2(R_1+R_3)}{R_1+R_2+R_3} C = 1.77 \times 10^{-5}\, s\ ,\ t = \tau \ln(10) = 4.07 \times 10^{-5}\, s$$



3. Una spira conduttrice quadrata, di lato $b=20\,cm$, massa $m=4\,g$, resistenza $R=25\,\Omega$, si muove senza attrito sul piano xy, con velocita` costante $v_0 4\,10^{-2}\,m/s$. Per $x \geq 0$ esiste un campo magnetico uniforme e costante di valore $B=0.5\,T$, con direzione come in figura; la spira entra in questa regione a t=0.

a. Calcolate la f.e.m. indotta nel periodo in cui la spira e` solo parzialmente nel campo (solo formula).

$$\mathcal{E} = vbB$$

b. Calcolate la velocita` v_1 raggiunta dalla spira dopo t_1=2.9 s.

$$\tau = \frac{mR}{(bB)^2} = 10\,s\ ,\ v_1 = v_0\, e^{-t_1/\tau} = 2.99 \times 10^{-2}\, m/s$$

c. Calcolate l'energia dissipata nel circuito fino a quel momento.

$$U = \frac{1}{2} m v_0^2 \left(1 - e^{-\frac{2t_1}{\tau}}\right) = \frac{1}{2} m (v_0^2 - v_1^2) =$$

$$= 1.41 \times 10^{-6}\, J$$

Universita` di Trieste, A.A. 2021/2022

Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Primo appello invernale - 31/1/2022

Cognome .... Nome ....

Istruzioni per gli esercizi:
Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: ***la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date o di quelle ottenute in altre risposte, e il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate.***

1. In una regione dello spazio vuoto è presente un campo elettrico il cui potenziale è dato da $V(x,y)=C(x^2-y^2)$, dove C è una costante. Noto il modulo del campo elettrico nel punto $\vec{P}=(x=1m, y=2m, z=0)$, $|\vec{E}(\vec{P})|=22.4$ V/m, considerate un cilindro di altezza $H=3m$, raggio $R=2m$ e asse coincidente con l'asse z del nostro sistema di riferimento, quindi calcolate:

a. il vettore campo elettrico nel punto $\vec{P}$,

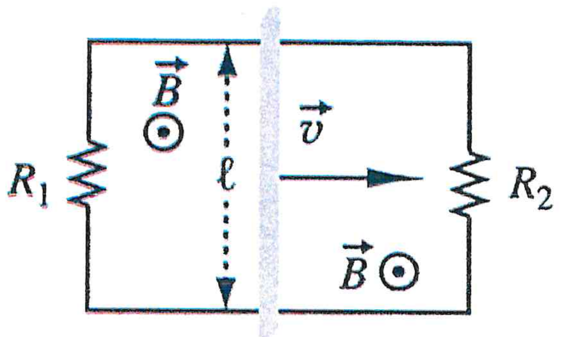
$$\vec{E}(\vec{P}) = -10\,\hat{i} + 20\,\hat{j}\ \frac{V}{m}, \quad C = 5\frac{V}{m^2}$$

b. l'energia del campo elettrico contenuta nel volume cilindrico,

$$U = \pi \varepsilon_0 H R^4 C^2 = 3.34\times10^{-8}\ J$$

c. la carica totale contenuta nel cilindro.

$$\vec{\nabla}\cdot\vec{E} = 0 \quad \Rightarrow \quad Q = 0$$



2. Il circuito quadrato di lato $l=15\,cm$ mostrato in figura ha due resistori rispettivamente di resistenza $R_1=2.0\Omega$ e $R_2=4.0\Omega$ ed è immerso in un campo magnetico uniforme normale al circuito di intensità $B=0.5\,T$. Una sbarretta conduttiva posta perpendicolarmente a due lati del circuito può scorrere senza attrito su di esso. Sapendo che la sbarretta si muove con velocità costante $v=0.3\,m/s$, determinate:

a. la forza elettromotrice indotta sulle due maglie del circuito,

$$\mathcal{E}_1 = -Bl v = 7.25\times 10^{-2}\,V, \quad \mathcal{E}_2 = -\mathcal{E}_1$$

b. l'intensità della corrente che circola sulla sbarretta,

$$i = Blv\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right) = 1.69\times 10^{-2}\,A$$

c. la potenza dissipata nel circuito.

$$P = (Blv)^2\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right) = 3.80\times 10^{-4}\,W$$

3. In un circuito RLC serie misuriamo le tensioni efficaci ai capi dei tre elementi del circuito, ottenendo V_R=100 V, V_C=260 V, V_L=160 V. Sapendo che la resistenza e` $R=50\,\Omega$ e che la frequenza della f.e.m. e` $\nu=50\,Hz$, calcolate:

a. la tensione efficace del generatore,

$$V_{eff} = \sqrt{V_R^2+(V_L-V_C)^2} = 141\,V$$

b. i valori di L e C,

$$L = \frac{V_L}{V_R}\,\frac{R}{\omega} = 0{,}255\,H, \quad C = \frac{V_R}{V_C R\omega} = 24.5\,\mu F$$

c. lo sfasamento tra tensione e corrente.

$$\phi_i = \arctan\frac{V_C-V_L}{V_R} = +45^\circ$$

Universita` di Trieste, A.A. 2021/2022

Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Terzo appello invernale - 28/2/2022

Cognome .... Nome ....

Istruzioni per gli esercizi:
Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: ***la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date o di quelle ottenute in altre risposte, e il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate.***

1. Due sfere metalliche di raggi R_1=0.5 cm e R_2=2 cm sono poste a grande distanza tra di loro. Sulla seconda sfera e` posta una carica di $Q_2$=6 x $10^{-10}$ C, mentre la prima sfera e` scarica. Poniamo a zero il potenziale elettrostatico all'infinito.

a. Calcolate il potenziale elettrostatico delle due sfere.

$$V_1 = 0\,V, \quad V_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_2}{R_2} = 270\,V$$

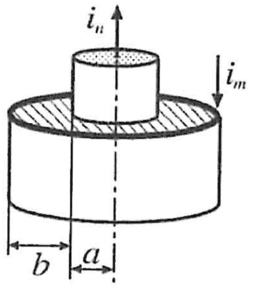
b. Le due sfere vengono quindi collegate con un filo conduttore. Calcolate il modulo del campo elettrico sulla superficie delle sfere nella nuova configurazione di equilibrio.

$$Q_1' = \frac{R_1}{R_1+R_2}Q_2 = 1.2\times10^{-10}C \qquad V' = \frac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0(R_1+R_2)} = 216\,V \qquad E_1 = \frac{V'}{R_1} = 43200\,V$$

$$Q_2' = \frac{R_2}{R_1+R_2}Q_2 = 4.8\times10^{-10}C \qquad E_2 = \frac{V'}{R_2} = 10800\,V$$

c. Infine, le due sferette vengono avvicinate. A a che distanza dobbiamo pensare che l'ipotesi che le cariche siano distribuite sfericamente sulla superficie delle due sfere non sia piu` valida? Suggerimento: imponete che il campo elettrico generato dalla sfera 1 sulla superficie della sfera 2 sia meno di 1/10 del campo elettrico alla superficie della sfera 2 quando questa e` isolata; rifate poi il calcolo invertendo il ruolo delle sfere.

$$d < \sqrt{10R_1R_2} + R_1 = 3{,}67\,cm \quad e \quad d < \sqrt{10R_1R_2} + R_2 = 5{,}16\,cm$$



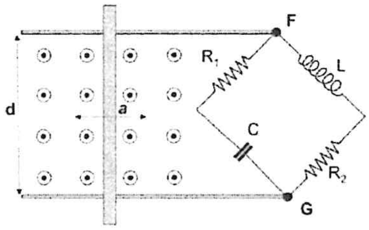
2. Un cavo coassiale di lunghezza indefinita è costituito da un nucleo di ma;teriale conduttore di raggio a = 2.0 mm, una guaina di plastica di spessore b = 3.0 mm, e una maglia metallica esterna di spessore trascurabile. Nel nucleo e nella maglia scorrono due correnti, i_n e i_m con versi opposti.

a. Stabilite l'intensità delle due correnti affinché il campo magnetico a distanza $r_1 = 3.0$ mm dall'asse del cavo abbia modulo $|\vec{B}(r_1)|=10^{-3}\ T$ e sia opposto al campo a $r_2 = 6.0$ mm.

$$i_{in} = (10^{-3}T)\frac{2\pi r_1}{\mu_0} = 15A \quad , \quad i_{in} = -(10^{-3}T)\frac{2\pi(r_1+r_2)}{\mu_0} = -45A$$

b. Che effetto ha il campo magnetico generato dal filo interno su quello esterno? tendera` ad allargare o a restringere la maglia?

allargare



3. Una sbarretta conduttrice di resistenza trascurabile si muove (senza attrito) di moto armonico, $x(t)=x_0+a\sin(\omega t+\phi)$, attorno ad un generico punto x_0, con ampiezza $a=2cm$ e frequenza angolare $\omega=1000\ rad/s$. Il moto avviene su due guide rettilinee conduttrici distanti d=0.3 m, anche loro di resistenza trascurabile, in una zona che e` immersa in un campo magnetico di modulo $B=0.5T$, orientato come in figura. La corrente alternata generata da questa barretta confluisce su un circuito costituito da due rami in parallelo, RC ed RL. Si ha che $R_1=50\Omega$, $R_2=20\Omega$, $L=40mH$, $C=40\mu F$.

a. Calcolate la f.e.m. alternata generata dalla barretta, mettendone a zero la fase.

$$V = -B d a \omega\, e^{j(\omega t+\phi)} \quad , \quad V_{max} = 3V \quad , \quad \phi = \pi \rightarrow$$
$$V_{eff} = 2.12\ V \rightarrow V = V_{max}\, e^{j\omega t}$$

b. Calcolate la corrente che passa sul ramo RL, inclusa la fase.

$$|Z_{RL}| = \sqrt{R_2^2+\omega^2L^2} = 44.7\Omega \quad , \quad i_{RL,eff} = \frac{V_{eff}}{|Z_{RL}|} = 47.4\ mA$$
$$\phi_{Z_{RL}} = 63,4^\circ \qquad \phi_i = -\phi_{Z_{RL}} = -63.4^\circ$$

c. Calcolate la corrente che passa sul ramo RC, inclusa la fase.

$$|Z_{RC}| = \sqrt{R_1^2+\frac{1}{\omega^2C^2}} = 55.9\Omega \quad , \quad i_{RC,eff} = \frac{V_{eff}}{|Z_{RC}|} = 37.9\ mA$$
$$\phi_{Z_{RC}} = -26.6^\circ \qquad \phi_i = -\phi_Z = 26,6^\circ$$

d. Calcolate la corrente che passa attraverso la sbarretta, inclusa la fase.

$$Z = \frac{Z_{RL}Z_{RC}}{Z_{RL}+Z_{RC}} = 31 + 14.6j\ \Omega \quad , \quad |Z| = 34.9\ \Omega, \quad \phi_Z = 24.8^\circ$$

$$i = \frac{V_{eff}}{Z} = 60,7\ mA \quad , \quad \phi_i = -24.8^\circ$$

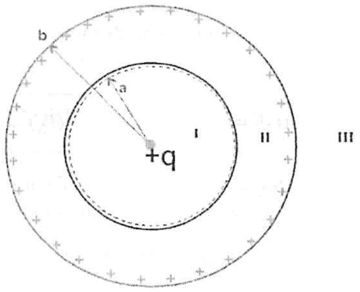
Universita` di Trieste, A.A. 2021/2022

Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Primo appello estivo - 14/6/2022

Cognome .... Nome ....

Istruzioni per gli esercizi:
Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: ***la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date o di quelle ottenute in altre risposte, e il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate.***



1. Nel centro di uno spesso involucro sferico conduttore, di raggio interno a=30 mm, raggio esterno b=50mm e carica totale nulla, e` posta una carica puntiforme positiva q=28 nC.

a. Determinate la densita` di carica sperficiale σ_i sulla superficie interna e σ_e sulla superficie esterna del conduttore.

$$\sigma_i = -\frac{q}{4\pi a^2} = -2.48\,\mu C\,m^{-2}, \quad \sigma_e = \frac{q}{4\pi b^2} = 0.89\,\mu C\,m^{-2}$$

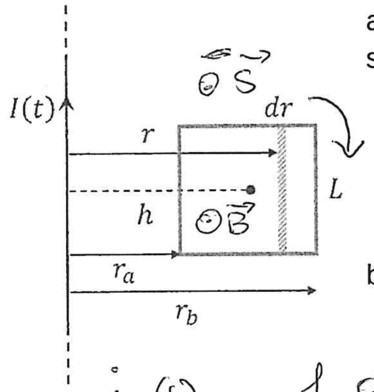
b. Determinate il campo elettrico a distanza R_1=20 mm, R_2=40 mm e R_3=60 mm.

$$E(R_1) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R_1^2} = 6.29\times10^5\,\frac{V}{m}, \quad E(R_2) = 0, \quad E(R_3) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R_3^2} = 6.99\times10^4\,\frac{V}{m}$$

c. Al posto dell'involucro metallico viene messo un involucro isolante, geometricamente identico, di costante dielettrica κ=4.5 . Ricalcolate σ_i e il campo elettrico a R_2=40 mm.

$$\sigma_i = \frac{\kappa-1}{\kappa}\,\frac{-q}{4\pi a^2} = -1.92\,\mu C\,m^{-2}, \quad E(R_2) = \frac{1}{\kappa}\,\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R_2^2} = 3.50\times10^4\,\frac{V}{m}$$

2. Un filo rettilineo indefinito e` percorso da una corrente variabile in funzione del tempo secondo la legge $I(t)=I_0 e^{-t/t_0}$ con $I_0=1A$ e $t_0=1s$. Accanto al filo abbiamo una spira quadrata, avente resistenza $R=2\Omega$, di lato L=2 cm, complanare al filo e con il centro a distanza h=1.5 cm dal filo stesso (vedi figura).



a. Calcolate il flusso del campo magnetico intercettato dalla spira a t=0.

$r_a = h - \frac{L}{2} = 0.5\ cm, \quad r_b = h + \frac{L}{2} = 0.75\ cm$

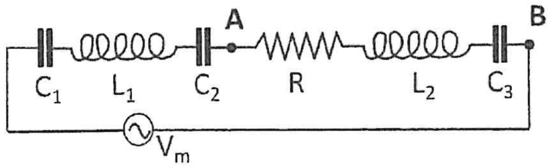
$\phi_B(0) = \frac{\mu_0 I_0 L}{2\pi} \ln \frac{r_b}{r_a} = 6.63\ \mu Wb$

b. Calcolate la corrente indotta dal filo sulla spira a t_0.

$i_i(t_0) = -\frac{1}{R}\frac{d\phi_B}{dt}(t_0) = \frac{1}{R}\frac{\phi_B(0)}{t_0} e^{-1} = 1.18\times10^{-8}\ A$

c. Calcolate la potenza totale dissipata dalla spira a tempi molto lunghi.

$P = \frac{\phi_B^2(0)}{R}\frac{t_0}{2} = 1.03\times10^{-17}\ W$



3. Nel circuito riportato in figura abbiamo $V_{max}=100V$, $\nu=50\,Hz$, $R=2000\,\Omega$, $L_1=1H$, $L_2=1.8H$, $C_1=2\mu F$, $C_2=1\mu F$ e $C_3=3\mu F$.

$C_{eq} = (C_1^{-1} + C_2^{-1} + C_3^{-1})^{-1} = 0.546\ \mu F$

a. Calcolate l'impedenza totale del circuito.

$Z = 2000 - 4350j\ \Omega, \quad |Z| = 5339\ \Omega$

b. Calcolate la corrente massima erogata dal generatore.

$I_m = \frac{V_m}{|Z|} = 18.7\ mA$

c. Calcolate lo sfasamento ϕ_{AB} tra la differenza di potenziale tra i punti A e B e la corrente.

$Z_{AB} = R + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_3}\right), \quad \phi_z = \tan^{-1}\frac{\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_3}}{R} = -13.8°$

$\phi_i = 13.8°$

Universita` di Trieste, A.A. 2021/2022

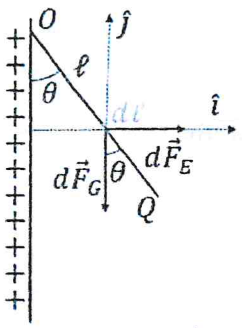
Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Primo appello estivo - 25/7/2022

Cognome .... Nome ....

Istruzioni per gli esercizi:

Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: ***la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date o di quelle ottenute in altre risposte, e il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate.***



1. Un piano verticale indefinito e` carico positivamente con una densita` di carica uniforme positiva $\sigma=8.3\mu C m^{-2}$. A questo piano e` incernierata un'asta isolante omogenea di lunghezza L e massa m=15 g, contenente una carica Q anch'essa positiva, distribuita uniformemente lungo l'asta. L'asta e` inclinata di un angolo θ=30 gradi.

a. Calcolate il momento meccanico esercitato dalla forza gravitazionale sull'asta.

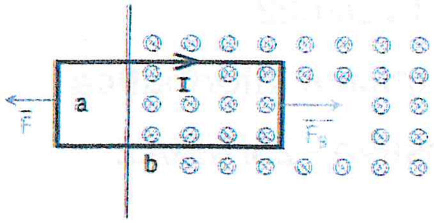
$$\vec{\tau}_G = -\frac{1}{2} m g \operatorname{sen}\vartheta L \hat{k}$$

b. Calcolate il momento meccanico esercitato dalla forza elettrica sull'asta (solo formula).

$$\vec{\tau}_E = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0} Q L \cos\vartheta \hat{k}$$

c. Determinate la carica Q.

$$Q = \frac{2\varepsilon_0 m g}{\sigma} \tan\vartheta = 1.81 \times 10^{7} C$$



2. Una spira rettangolare di lati a=0.2 m e b=1.5 m, con resistenza $R=3\Omega$, viene estratta con velocita` $\vec{v}$ costante, muovendosi lungo il lato b, da una zona in cui e` presente un campo magnetico uniforme, perpendicolare al piano della spira, di modulo B=2T. La forza applicata e` di F=0.1 N.

a. Calcolate il modulo della velocita` $\vec{v}$.

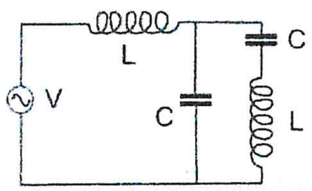
$$v = \frac{FR}{B^2 a^2} = 1.88 \text{ m/s}$$

b. Calcolate la corrente indotta nella spira.

$$i = \frac{Bav}{R} = \frac{F}{aB} = 0{,}25 \text{ A}$$

c. Calcolate l'energia totale dissipata nella resistenza alla fine dell'estrazione.

$$P\Delta t = i^2 R \frac{b}{v} = 0.\cancel{15}5 \text{ J}$$



3. Il circuito in figura ha due induttanze uguali di L=2 H e due capacita` di C=3 nF.

a. Calcolate l'impedenza totale del sistema.

$$Z_{TOT} = j \frac{\omega^4 L^2 C^2 - 3\omega^2 LC + 1}{\omega^2 C^2 \left(\omega L - \frac{2}{\omega C}\right)}$$

b. Calcolare la frequenza, o le frequenze, di risonanza.

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{3 \pm \sqrt{5}}{2}} = \begin{cases} 20800 \text{ Hz} \\ 7980 \text{ Hz} \end{cases}$$

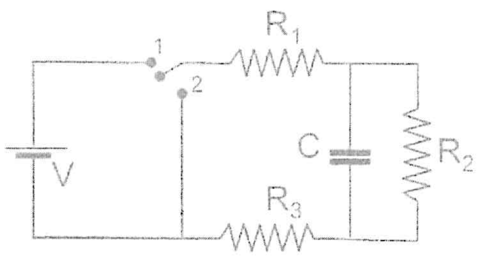
Universita` di Trieste, A.A. 2021/2022

Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Primo appello autunnale - 2/9/2022

Cognome .... Nome ....

<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.***



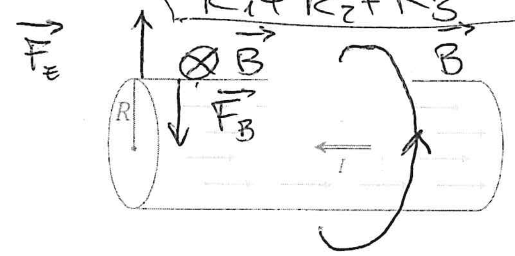
1. Nel circuito riportato in figura, il deviatore si trova inizialmente posizionato in 1, e il cirtuito e` a regime. Si ha che $V=100\,V$, $C=2\mu F$, $R_1=90\,\Omega$, $R_2=100\,\Omega$ e $R_3=60\,\Omega$.

a. Calcolate la carica Q_0 che si trova sulle armature del condensatore.

$$Q_0 = \frac{CR_2}{R_1+R_2+R_3} V = 80\,\mu C$$

b. A $t=0$ il deviatore viene spostato alla posizione 2; calcolate il tempo necessario affinche' la carica diventi uguale a $0.1\,Q_0$.

$$\tau = \frac{(R_1+R_3)R_2}{R_1+R_2+R_3} C = 120\,\mu s, \quad t^* = \tau \ln 10 = 276\,\mu s$$



2. In una macchina acceleratrice viene prodotto un fascio cilindrico di elettroni che ha una sezione circolare di raggio $R=3$ 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, ed all'interno del fascio hanno densita` di numero uniforme n, tale che la corrente trasportata da questo fascio e` pari a 18 A.

a. Calcolate il campo elettrico generato da questa distribuzione di carica in tutto lo spazio, ipotizzando che il fascio abbia lunghezza indefinita e chiamando $\hat{r}$ il versore radiale.

$$n = \frac{I}{e v \pi R^2} = 1.37 \times 10^{-15}\, m^{-3}, \quad E_0 = -\frac{e n R}{2\varepsilon_0} = 3.60 \times 10^5 \frac{V}{m}$$

$$\vec{E}(r) = \begin{cases} E_0 \left(\frac{r}{R}\right) \hat{r} & r < R \\ E_0 \left(\frac{R}{r}\right) \hat{r} & r > R \end{cases}$$

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

$$\vec{F}_E(R) = \frac{e^2 n R}{2\varepsilon_0}\hat{r} = \left(5.76\times10^{-14}\,N\right)\hat{r} \quad , \text{ allargare}$$

c. Calcolate il campo magnetico generato da questa corrente in tutto lo spazio.

$$B_0 = \mu_0 \frac{n e v R}{2} = 1.2\times10^{-4}\,T \quad , \quad B(r) = \begin{cases} B_0\left(\frac{r}{R}\right) & r<R \\ B_0\left(\frac{R}{r}\right) & r>R \end{cases}$$

d. 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.

$$\vec{F}_B(R) = -\frac{e^2 v^2 \mu_0 n R}{2}\hat{r} = \left(5.76\times10^{-16}\,N\right)\hat{r} \quad , \text{ collimare}$$

e. Calcolate infine, come formula, il rapporto tra le due forze, ed esprimetelo in funzione della velocita` della luce. Il fascio tende ad espandersi o a collimarsi?

$$\frac{F_E}{F_B} = \frac{1}{\varepsilon_0\mu_0}\frac{1}{v^2} = \frac{c^2}{v^2} = \frac{1}{100}$$

3. In un circuito RLC parallelo, con $R_1=200\,\Omega$ e $C=2\mu F$, il generatore fornisce una f.e.m. alternata $V(t)=100V\,e^{j\omega t}$. La corrente massima erogata dal generatore e` $i_G=0.8\,A$ , mentre quella che attraversa il ~~conduttore~~ CONDENSATORE e` $i_C=2\,A$.

a. Calcolate il valore della corrente che attraversa l'induttanza (la soluzione potrebbe non essere unica).

da $V_m^2\left(\frac{1}{R^2}\right) + (I_C - I_L)^2 = I_G^2$, $V_m = 100V$

$$\Rightarrow I_L^2 - 2I_C I_L - I_G^2 + I_C^2 + \frac{V_m^2}{R^2} = 0$$

$$I_L = 2 \pm \sqrt{4-3.61}\;A = \begin{cases} 2.62\,A \\ 1.38\,A \end{cases}$$

b. Calcolate il valore dell'induttanza .

$$\omega = \frac{I_C}{V_m C} = 10^4\ rad\,s^{-1} \quad , \quad L = \begin{cases} 3.82\,mH \\ 7.25\,mH \end{cases} \quad \left(I_L = \frac{V_m}{\omega L}\right)$$

Universita` di Trieste, A.A. 2021/2022

Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Secondo appello autunnale - 20/9/2022

Cognome .... Nome ....

<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. Nell'atmosfera, in prossimita` della superficie terrestre, il campo elettrostatico vale $E_T = 100\,V/m$, mentre ad un'altezza $h = 1.5\,km$ esso vale $E_H = 25\,V/m$. In entrambi i casi il campo risulta radiale e diretto verso il centro della terra ($R_T = 6400\,km$). Assumiamo la Terra come una sfera con carica distribuita sulla superficie in modo uniforme.

a. Determinate la carica posseduta dalla terra.

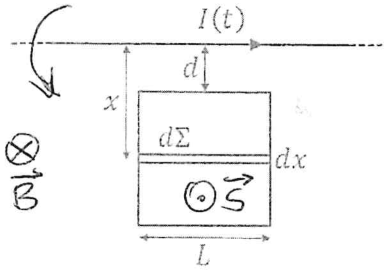
$$Q_T = -E_T\, 4\pi\varepsilon_0 R_T^2 = -4.56\times10^{5}\,C$$

b. Determinate la carica presente nell'atmosfera fino a $h = 1.5\,km$.

$$Q_H = -E_H\, 4\pi\varepsilon_0 R_T^2 - Q_T = 3.42\times10^{5}\,C$$

c. Calcolate l'energia di un protone che cade sulla terra partendo a riposo con essa da una distanza infinitamente grande. Chi fa piu` lavoro, la forza di gravita` o quella elettrostatica?

$$U_E = E_T R_T e = 1.02\times10^{-10}\,J\ ,\quad U_G = g R_T m_p = 1.05\times10^{-13}\,J \ll U_E$$



2. Una bobina quadrata di lato $L = 12\,cm$, realizzata da $N = 75$ spire di filo metallico di resistivita` $\rho = 1.7\cdot10^{-8}\,\Omega\,m$ e sezione $S = 0.48\,mm^2$ , e` posta ad una distanza $d = 4.8\,cm$ da un filo rettilineo, giacente sul piano della spira. Nel filo scorre corrente alternata $I(t) = I_0\cos\omega t$, con $I_0 = 32\,A$ e frequenza $\nu = 100\,Hz$. La corrente nella spira e` positiva quando scorre in senso antiorario.

a. Calcolate il flusso del campo magnetico generato dal filo e concatenato alla bobina, in funzione del tempo, e il suo valore a $t=0$, con il suo segno.

$$\phi = \phi_0 \cos\omega t, \quad \phi_0 = -\frac{NL\mu_0}{2\pi} I_0 \ln\frac{d+L}{d} = -7.21\times10^{-5}\ Wb$$

b. Calcolate la forza elettromotrice indotta sulla spira con il suo segno, e il suo valore efficace.

$$\mathcal{E}(t) = \omega\phi_0 \operatorname{sen}\omega t = -4.53\times10^{-2}\ V \operatorname{sen}\omega t$$

$$V_{eff} = 3.21\times10^{-2}\ V$$

c. Calcolate la corrente che scorre nella spira in funzione del tempo, con il suo segno.

$$R = 4NL\frac{\rho}{S} = 1.28\ \Omega, \quad I_{max} = 3.56\times10^{-2}\ A, \quad I = -I_{max} \operatorname{sen}\omega t$$

3. Un circuito e\` composto da un generatore di tensione alternata ($V_{eff}=100V$, $\nu=50\,Hz$) collegato in parallelo ad un resistore $R=80\Omega$ e ad un'induttanza $L=400\,mH$.

a. Calcolate la corrente massima erogata dal generatore e il suo sfasamento rispetto alla tensione.

$$Z = \frac{R\omega^2L^2}{R^2+\omega^2L^2} + j\frac{R^2\omega L}{R^2+\omega^2L^2} = 56.9 + j\,36.2\ \Omega, \quad |Z| = 67.5\ \Omega, \quad \phi_Z = 32.5°$$

$$I_{max} = 2.10\ A, \quad \phi_I = -32.5°$$

b. Calcolate la potenza dissipata nella resistenza.

$$P = \frac{V_{eff}^2}{R} = 125\ W$$

c. Come dovete collegare un capacitore per portare in fase la tensione del generatore con la corrente che questo eroga? (il calcolo del valore del capacitore sara\` apprezzato).

SERIE:
$$C = \frac{R^2+\omega^2L^2}{R^2\omega^2L} = 87.8\ \mu F$$

PARALLELO:
$$C = \frac{1}{\omega^2L} = 25.4\ \mu F$$

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

Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Appello per fuoricorso - 13/12/2022

Cognome .... Nome ....

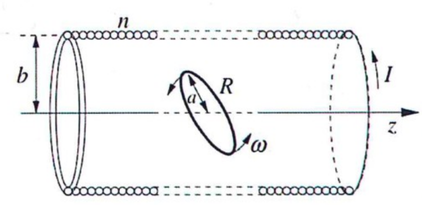
<u>Istruzioni per gli esercizi:</u>
Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: ***la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date o di quelle ottenute in altre risposte, e il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate.***

1. Due condensatori di capacita` $C_1 = 320\,pF$ e $C_2 = 950\,pF$ (entrambi costituiti da lastre metalliche separate dal vuoto), collegati in parallelo, vengono caricati ad una differenza di potenziale di $V = 240\,V$, quindi isolati. Successivamente, viene inserito un dielettrico, di costante relativa $\kappa = 25$ tra le armature del condensatore 1. Calcolate:

a. La variazione ΔV di potenziale tra le armature dei condensatori ottenuta inserendo il dielettrico.

b. La variazione ΔQ_2 delle cariche del condensatore 2 ottenuta inserendo il dielettrico.

c. Il lavoro necessario per inserire il dielettrico.



2. Una bobina composta da $N = 50$ spire di raggio $a = 2.5\,cm$, con resistenza $R = 45\,m\Omega$, e` immersa in un solenoide di raggio $b = 28\,cm$ con $n = 350\,m^{-1}$ spire per unita` di lunghezza, in cui scorre una corrente di $I = 4.6\,A$ come indicato in figura. La bobina viene fatta ruotare ad una frequenza costante di $\nu = 50\,Hz$. Trascuriamo l'effetto della bobina sul solenoide.

a. Calcolate il flusso del campo magnetico del solenoide attraverso la bobina, in funzione del tempo; chiamiamo $\alpha=\omega t$ l'angolo tra il momento magnetico della bobina e l'asse del solenoide, con ω la velocita` angolare della bobina.

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

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

3. Un circuito RLC serie e` caratterizzato da $R=100\,\Omega$, $L=0.5\,H$ e $C=2\,\mu F$. Il generatore di f.e.m. alternata ha $V_{max}=200\,V$ e $\nu=150\,Hz$.

a. Calcolarne l'impedenza, sia come numero complesso che come modulo e fase.

b. Calcolare la potenza dissipata sulla resistenza e il fattore di potenza.

c. Che elemento dobbiamo aggiungere in serie per mandare il circuito in risonanza alla frequenza a cui sta lavorando?