Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa

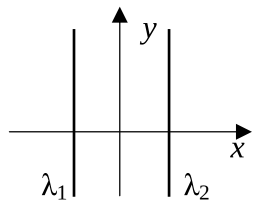
CdS in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

05 Novembre 2015

Primo parziale - Compito A

Esercizi:

1) Due fili rettilinei indefiniti sono disposti parallelamente tra loro ad una distanza $d = 120$ cm e sono caricati con densità lineari di carica data da $\lambda_1 = 30\mu C/m$ e λ_2 incognita. Determinare: 1) il valore di λ_2 sapendo che sull'altro filo si esercita una forza (repulsiva) per unità di lunghezza pari a $F/L = 8$ N/m; 2) il modulo del campo elettrico in un punto A a distanza $d/2$ da entrambi i fili; 3) il potenziale in un punto B distante *d* da entrambi i fili sapendo che il potenziale in A è nullo.



2) Un condensatore sferico è costituito da una armatura sferica interna di raggio $R_1 = 3$ cm e da un guscio sferico concentrico alla prima armatura il cui raggio interno è pari a $R_2 = 8$ cm. Inizialmente tra le due armature vi è il vuoto e queste sono collegate ad un generatore ideale di f.e.m. pari a $\varepsilon = 12$ V. Determinare: 1) la capacità del condensatore che si realizza; 2) la carica sulle armature. Ad un certo punto lo spazio tra le due armature è riempito per la metà inferiore con un liquido conduttivo di resistività specifica $\rho = 4$ kΩm. 3) Calcolare la resistenza del dispositivo risultante e 4) la corrente che vi circola.

3) In una regione di spazio è presente un campo elettrico dato da $\vec{E}(x,y,z) = \alpha\left[2xy\hat{\imath} + (x^2+z^2)\hat{\jmath} + 2(yz+L^2)\hat{k}\right]$ con α e L costanti. Determinare il flusso del campo elettrico attraverso una superficie quadrata di vertici (0,L,0), (L,L,0), (L,L,L) (0,L,L).

Domande:

4) Enunciare e discutere la legge di Gauss in forma microscopica.

5) Discutere le caratteristiche del vettore densità di corrente elettrica nei materiali conduttori.

Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Risolvere almeno due esercizi e rispondere ad almeno due domande. Le risposte e le soluzioni devono essere espresse in termini dei simboli e dei dati specificati nel testo. Occorre spiegare i passi principali che hanno condotto alla soluzione.

$\varepsilon_0 = 8{,}85\times10^{-12}\ C^2/(Nm^2)$, $\quad \mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\ Ns^2/C^2$.

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa

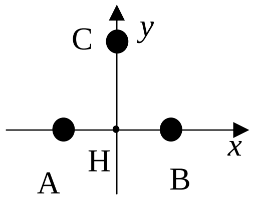
CdS in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

05 Novembre 2015

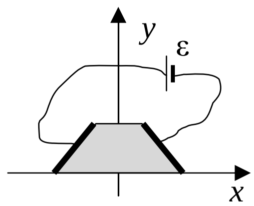
Primo parziale - Compito B

Esercizi:

1) Tre cariche elettriche identiche di valore $Q = 2,5\,\mu\text{C}$ sono poste ai vertici di un triangolo equilatero ABC, di lato $L = 1\text{ m}$. Indicato con H il punto medio della base AB del triangolo, determinare: 1) il potenziale in H, preso nullo il potenziale all'infinito; 2) il campo elettrico in H, in modulo, direzione e verso; 3) l'energia immagazzinata nelle tre cariche; 4) la velocità con la quale una carica $q = 1\,\mu\text{C}$ di massa $m = 15\text{ g}$ che parte da ferma in H raggiunge l'infinito.



2) Un elemento di illuminazione moderno è costituito da un LED piatto a forma di trapezio isoscele di base minore pari $b_1 = L = 2\text{ mm}$, base maggiore $b_2 = 3L = 6\text{ mm}$ e altezza $h = L = 2\text{ mm}$. Il LED ha uno spessore costante pari a $d = L/4 = 0,5\text{ mm}$ e una resistività specifica di $\rho = 2\text{ k}\Omega\text{m}$. Il LED è connesso ad un circuito in cui vi è una forza elettromotrice $\varepsilon = 12\text{ V}$ e una resistenza $R = 10\ \Omega$ in serie, attraverso due terminali metallici che si collegano ai due lati obliqui del LED stesso. Nelle approssimazioni che si riterrà utile introdurre, calcolare: 1) La resistenza del LED così fatto; 2) la corrente che circola nel circuito; 3) il massimo valore del campo elettrico dentro al LED.



3) In una regione di spazio è presente un campo elettrico dato da $\vec{E}(x,y,z) = \alpha\left[yL\hat{\imath} + (xL + z^2)\hat{\jmath} + 2yz\hat{k}\right]$, con α e L costanti. Determinare il flusso del campo elettrico attraverso una superficie quadrata di vertici (L,0,0), (L,0,L), (L,L,L) (L,L,0).

Domande:

4) Discutere le caratteristiche elettriche dei condensatori con dielettrico.
5) Discutere le basi fisiche delle leggi di Kirchhoff per i circuiti.

Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Risolvere almeno due esercizi e rispondere ad almeno due domande. Le risposte e le soluzioni devono essere espresse in termini dei simboli e dei dati specificati nel testo. Occorre spiegare i passi principali che hanno condotto alla soluzione.

$\varepsilon_0 = 8,85\times10^{-12}\ C^2/(Nm^2)$, $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\ Ns^2/C^2$.

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

17 Dicembre 2015

Secondo parziale di Elettromagnetismo - Compito A

Esercizi:

1) Un conduttore rettilineo indefinito è fatto come un tubo di raggio esterno R_e=1 mm e raggio interno R_i=0,8 mm. Sapendo che nel conduttore passa una corrente I=2 A, determinare il modulo del campo magnetico prodotto ad una distanza generica r dall'asse del conduttore, trattando espressamente i casi: $r<R_i$, $R_i<r<R_e$, $r>R_e$. Determinare l'energia racchiusa in un cilindro di raggio $R=4R_e$ coassiale con il filo e di altezza h=10 cm.

2) In una regione di spazio è presente un campo magnetico costante diretto lungo l'asse z (verticale) di modulo B_0=0,5 T e una spira circolare di raggio r=12 cm e resistenza elettrica R=4 Ω, disposta nel piano xy con centro nell'origine del SdR ed in grado di ruotare attorno all'asse x. Sapendo che a partire da un certo istante t=0s la spira compie un moto di rotazione uniforme a velocità angolare ω, e che nella spira si osserva una corrente massima I= 0,2 A, trovare:
   a) la velocità angolare ω;
   b) la posizione della spira corrispondente alla corrente massima;
   c) l'energia necessaria per mantenere in rotazione uniforme la spira in ogni suo giro completo.

Domande:

1) Discutere la prima legge di Laplace e applicarla in un caso semplice.
2) Spiegare le differenze tra un campo *elettrostatico* e un campo *elettrico* indotto.
3) Dimostrare la formula della densità di energia del campo magnetico.

Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Rispondere ad almeno due domande di ogni esercizio e a due domande di teoria. Le risposte e le soluzioni devono essere espresse in termini dei simboli e dei dati specificati nel testo. Negli esercizi occorre spiegare i passi principali che conducono alle soluzioni.

$\varepsilon_0 = 8{,}85\times10^{-12}$ C^2/(Nm^2), $\quad \mu_0 = 4\pi\times10^{-7}$ Ns^2/C^2.

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

17 Dicembre 2015

Secondo parziale di Elettromagnetismo - Compito A

1) Un conduttore rettilineo indefinito è fatto come un tubo di raggio esterno R_e=1 mm e raggio interno R_i=0,8 mm. Sapendo che nel conduttore passa una corrente I=2 A, determinare il modulo del campo magnetico prodotto ad una distanza generica r dall'asse del conduttore, trattando espressamente i casi: $r<R_i$, $R_i<r<R_e$, $r>R_e$. Determinare l'energia racchiusa in un cilindro di raggio $R=4R_e$ coassiale con il filo e di altezza h=10 cm.

Risoluzione: Data la simmetria cilindrica del problema è possibile determinare il campo magnetico utilizzando il teorema di Ampere: $\oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 i_{conc}$ su un percorso circolare avente centro sull'asse del tubo e giacente in un piano perpendicolare all'asse del tubo, dove i_{conc} indica la corrente concatenata con tale percorso. Indicato con r il raggio della circonferenza, il modulo del campo magnetico vale:

$$\left|\vec{B}\right| = \frac{\mu_0 i_{conc}}{2\pi r}$$

Ovviamente per $r<R_i$ (regione 1) la corrente concatenata è nulla, quindi B_1=0.
Per $r>R_e$ (regione 3) la corrente concatenata è pari ad $i_{conc}=I$ e si ha il risultato solito:

$$B_3 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}.$$

Per $R_i<r<R_e$ (regione 2) la corrente concatenata è solo quella che passa nell'anello circolare di raggio interno R_i e raggio esterno r. Tale anello ha una superficie pari a $S=\pi(r^2-R_i^2)$, Indicata con J la densità di corrente (supposta costante nella sezione del tubo),

$J = I/\left[\pi(R_e^2-R_i^2)\right]$, si ha $i_{conc} = JS = I\dfrac{(r^2-R_i^2)}{(R_e^2-R_i^2)}$, da cui $B_2 = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}\dfrac{(r^2-R_i^2)}{(R_e^2-R_i^2)}$.

Come si può verificare facilmente, B_2 per $r=R_i$ è nullo, come B_1 e $B_2(R_e)=B_3(R_e)$, cioè il campo magnetico è sempre continuo.

Per calcolare l'energia racchiusa nel cilindro di raggio $R=4R_e$ coassiale con il filo e di altezza h occorre ricordarsi l'espressione della densità di energia del campo magnetico:

$u_B = \dfrac{1}{2\mu_0}B^2$, e fare l'integrazione sul volume: $\quad E = \int u_B dv = \int u_B r dr d\vartheta dz$,

dove nell'ultimo passaggio sono state esplicitate le coordinate cilindriche con cui effettuare tale integrale. Visto che il campo magnetico dipende solo dalla distanza r, due integrazioni sono immediate e si ha:

$$E = \frac{1}{2\mu_0}\int B^2(r) r dr d\vartheta dz = \frac{2\pi h}{2\mu_0}\int B^2(r) r dr = \frac{2\pi h}{2\mu_0}\left(\frac{\mu_0}{2\pi}\right)^2 \int \frac{i_{conc}^2(r)}{r^2} r dr = \frac{\mu_0 h}{4\pi}\int_{R_i}^{4R_e} \frac{i_{conc}^2(r)}{r}dr$$

Nell'integrale finale è già contenuta l'informazione che la regione 1 ha un campo nullo e quindi non contribuisce all'energia magnetica. Sviluppando l'integrale nelle due regioni omogenee, si ha:

$$E_2 = \frac{\mu_0 h}{4\pi}\int_{R_i}^{R_e} \frac{I^2(r^2 - R_i^2)^2}{r(R_e^2 - R_i^2)^2}dr = \frac{\mu_0 h I^2}{4\pi(R_e^2 - R_i^2)^2}\int_{R_i}^{R_e} \frac{(r^2 - R_i^2)^2}{r}dr =$$

$$= \frac{\mu_0 h I^2}{4\pi(R_e^2 - R_i^2)^2}\left[\frac{R_e^4 - R_i^4}{4} - (R_e^2 - R_i^2)R_i^2 + R_i^4 \ln\frac{R_e}{R_i}\right]$$

e $E_3 = \frac{\mu_0 h}{4\pi}\int_{R_e}^{4R_e} \frac{I^2}{r}dr = \frac{\mu_0 h I^2}{4\pi}\ln 4$

Sostituendo i valori dati si ha: $E = E_2 + E_3 = ...J$

---

2) In una regione di spazio è presente un campo magnetico costante diretto lungo l'asse z (verticale) di modulo B_0=0,5 T e una spira circolare di raggio r=12 cm e resistenza elettrica R=4 Ω, disposta nel piano xy con centro nell'origine del SdR ed in grado di ruotare attorno all'asse x. Sapendo che a partire da un certo istante t=0s la spira compie un moto di rotazione uniforme a velocità angolare ω, e che, successivamente, nella spira si osserva una corrente massima I= 0,2 A, trovare:
   a) la velocità angolare ω;
   b) la posizione della spira corrispondente alla corrente massima;
   c) l'energia necessaria per mantenere in rotazione uniforme la spira in ogni suo giro completo.

Risoluzione: La spira è inizialmente nel piano xy: scegliamo un verso di tale spira coincidente con il versore dell'asse z, in modo che inizialmente il flusso del campo magnetico che passa per l'area della spira sia pari a $\Phi(B) = B\pi r^2 = \Phi_{\max}$. La rotazione avviene lungo l'asse x e quindi l'angolo tra la normale e il campo magnetico cambia linearmente nel tempo: $\theta(t) = \omega t$.
Ne consegue che il flusso di B a tempi successivi vale: $\Phi(B) = B\pi r^2 \cos\vartheta = \Phi_{\max}\cos\omega t$ e diviene funzione del tempo. Nella spira si instaura una forza elettromotrice data dalla legge di Faraday e quindi una corrente:

$$\varepsilon(t) = -\frac{d\Phi(B)}{dt} = \omega B\pi r^2 \sin\omega t; \quad I(t) = \frac{\varepsilon(t)}{R} = \frac{\omega B\pi r^2}{R}\sin\omega t$$

Conoscendo quindi l'espressione della corrente massima , $I_{\max} = \frac{\omega B\pi r^2}{R}$, si trova

$$\omega = \frac{I_{\max}R}{B\pi r^2} = 35,4 \text{ rad/s}$$

Si ha la corrente massima quando sen ωt =1, cioè quando la spira si trova nel piano xz.
Per mantenere in rotazione uniforme la spira occorre fornirle l'energia che perde per dissipazione Joule. Su un periodo si ha quindi:

$$E = \int Ri^2(t)dt = RI_{\max}^2\int_0^{2\pi/\omega}\sin^2\omega t\, dt = \tfrac{1}{2}\frac{2\pi}{\omega}RI_{\max}^2 = \frac{\pi}{\omega}RI_{\max}^2 = 14,2 \text{ mJ}$$

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

11 Gennaio 2016

Elettromagnetismo - Compito A

Esercizi:

1) Un condensatore piano, di area S=45 cm^2 e distanza tra le armature h= 1,5 cm, ha tra le armature una lastra di materiale dielettrico, di area S, spessore d=0,5 cm e costante dielettrica relativa ε_r, ed è collegato ad un generatore di ddp V. Il rapporto tra l'energia contenuta nella parte vuota U_0 e quella contenuta nel dielettrico U_d, vale U_0/U_d=4. Il campo elettrico misurato all'interno di una piccola cavità praticata all'interno del dielettrico vale E=4·10^4 V/m. Calcolare:
   a. La costante dielettrica relativa ε_r;
   b. La differenza di potenziale V;
   c. La capacità equivalente del condensatore.

2) Un solenoide cilindrico molto lungo (idealmente infinito) ha un avvolgimento con n=20 spire/cm disposto su di un nucleo cilindrico di ferro; il raggio del nucleo è R=3 cm, Il solenoide è percorso da una corrente continua I= 1 A; in tali condizioni si assuma che la permeabilità relativa del ferro valga μ_r=10^3. Calcolare:

   a. il coefficiente di autoinduzione L per unità di lunghezza del solenoide;
   b. La densità lineare della corrente di magnetizzazione superficiale nel nucleo di ferro;
   c. L'energia magnetica per unità di lunghezza nella regione centrale del solenoide.

Domande:

1) Discutere le proprietà del potenziale elettrostatico illustrandole con qualche esempio.
2) Spiegare il funzionamento di un selettore di velocità.
3) Dimostrare le leggi di composizione delle induttanze in serie e in parallelo.

Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Rispondere ad almeno due domande di ogni esercizio e a due domande di teoria. Le risposte e le soluzioni devono essere espresse in termini dei simboli e dei dati specificati nel testo. Negli esercizi occorre spiegare i passi principali che conducono alle soluzioni.

$\varepsilon_0 = 8{,}85\times10^{-12}$ C^2/(Nm^2), $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}$ Ns^2/C^2.

Fisica Generale T2 – Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni
11 Gennaio 2016

Compito di Onde

Esercizi:

1) Una corda di nylon, di densità lineare μ= 2 g/m, è fissata agli estremi su due supporti che distano L=78 cm. Supponendo che la corda venga tesa a T=80 N, determinare:
   a) La velocità delle onde che viaggiano lungo la corda e la sua impedenza;
   b) La frequenza fondamentale ν_0 della corda;

   Sapendo che un punto distante L/4 da un estremo oscilla con un movimento armonico di ampiezza D=2 mm ad una frequenza ν doppia della fondamentale ($\nu=2\nu_0$),

   c) trovare la lunghezza d'onda e
   d) l'espressione dell'onda stazionaria più semplice che risponda alle caratteristiche date in un opportuno sistema di riferimento.

2) Un fascio di onde monocromatiche di lunghezza d'onda λ=550 nm investe un dispositivo alla Young con due fenditure poste a distanza d=0,6 mm. Su uno schermo a distanza L=125 cm si osservano le frange di interferenza. Qual è la distanza tra due massimi vicini? Se l'intero apparato è collocato in un mezzo di indice di rifrazione n=1,2, come cambia la distanza tra due massimi?

Domande:

1) Definire cosa si intende per onde trasversali e onde longitudinali e fare alcuni esempi di entrambe le categorie.
2) Spiegare cosa sono i battimenti.
3) Definire il vettore di Poynting e spiegare il suo significato con qualche esempio.

Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Le risposte e le soluzioni devono essere espresse in termini dei simboli e dei dati specificati nel testo. Occorre spiegare i passi principali che hanno condotto alla soluzione.

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

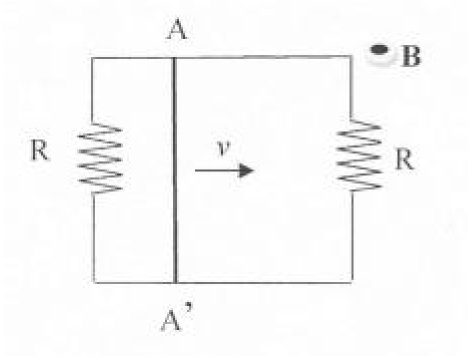
8 Febbraio 2016

Elettromagnetismo - Compito A

Esercizi:

1) Si consideri un volume sferico di raggio R in cui è presente una carica distribuita con densità $\rho(r)=kr$, dove r è la distanza dal centro della sfera e k è costante. Determinare:
    a. La carica Q totale nel volume.
    b. l'espressione del campo elettrostatico internamente ed esternamente alla sfera, in funzione della distanza r;
    c. l'espressione del potenziale elettrostatico nel centro della sfera (considerando nullo il potenziale a distanza infinita);
    d. L'energia elettrostatica immagazzinata nel volume della sfera.

2) Una sbarra metallica di resistenza r =1 Ω e lunghezza L=120 cm scivola senza attrito su due guide metalliche orizzontali (di resistenza elettrica nulla) con velocità costante v =8 km/h. Alle estremità delle guide sono posti due resistori uguali di resistenza R=22 Ω, come mostrato in figura. Il sistema è immerso in un campo magnetico uniforme e costante di modulo B=1,3 T e perpendicolare al piano delle guide, con verso uscente. Determinare:
    a. Il modulo della corrente che scorre nella sbarra;
    b. La differenza di potenziale nei punti A e A′.
    c. Il modulo della forza meccanica necessaria a mantenere in moto la sbarra.



Domande:

1) Discutere le proprietà del campo magnetostatico illustrandole con qualche esempio.
2) Spiegare l'effetto Hall.
3) Discutere la legge della conservazione della carica elettrica.

Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Le risposte e le soluzioni devono essere espresse in termini dei simboli e dei dati specificati nel testo. Negli esercizi occorre spiegare i passi principali che conducono alle soluzioni.

$\varepsilon_0 = 8{,}85\times10^{-12}\ \mathrm{C^2/(Nm^2)}$, $\quad \mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\ \mathrm{Ns^2/C^2}$.

Fisica Generale T2 – Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni
8 Febbraio 2016

Compito di Onde

Esercizi:

1) Due sorgenti coerenti A e B di onde sonore armoniche, di eguale frequenza (ν=170 Hz) e in fase, irradiano uniformemente in aria in ogni direzione (densità dell'aria pari a ρ=1,23 g/dm^3; velocità di propagazione del suono pari a v=340 m/s). Le potenze dei segnali emessi sono rispettivamente $P_A=12.6\times10^{-3}$ W e $P_B=25.1\times10^{-3}$ W. Calcolare:
   a) lo sfasamento δ tra le due onde in un punto C, che si trova a distanza r_A=3 m da A e r_B=4 m da B;
   b) le intensità e i livelli sonori di ciascuno dei due segnali in C, considerati separatamente;
   c) l'intensità dell'onda risultante in C.

2) Un'onda elettromagnetica piana progressiva di frequenza ν=75MHz, si propaga nel vuoto nella direzione dell'asse z. Sapendo che l'onda è polarizzata linearmente con il campo elettrico vibrante nella direzione dell'asse y ed avente ampiezza massima di oscillazione E_0=180 V/m, determinare:
   a) la lunghezza d'onda λ e il numero d'onda k;
   b) l'espressione dei campi elettrico E e magnetico B dell'onda;
   c) l'intensità dell'onda.

Domande:

1) Quali sono le condizioni per osservare il fenomeno della diffrazione? Fare qualche esempio.
2) Spiegare l'effetto Doppler.
3) Discutere la polarizzazione delle onde elettromagnetiche, con qualche esempio.

Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Le risposte e le soluzioni devono essere espresse in termini dei simboli e dei dati specificati nel testo. Occorre spiegare i passi principali che hanno condotto alla soluzione.

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa

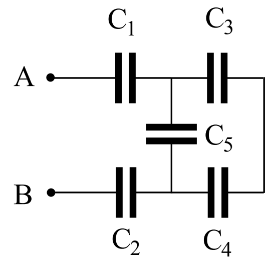
CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

7 Giugno 2016

Elettromagnetismo - Compito A

Esercizi:

1) Due terminali A e B sono collegati a 5 condensatori, disposti come in figura dove $C_1 = C_2 = C = 10\,\mu$F e $C_3 = C_4 = C_5 = C/2$, e tra loro si applica una differenza di potenziale di $\Delta V = 100$ V. Si determini:
a) La capacità equivalente del sistema, C_{AB};
b) Il condensatore (o i condensatori) che ha ai suoi capi la massima differenza di potenziale;
c) L'energia complessiva U_{345} immagazzinata nei condensatori C_3, C_4 e C_5.



2) Una bobina è costituita da un filo avvolto $N = 1000$ volte attorno ad un supporto circolare, di raggio $r = 5$ cm ed è immersa in un campo magnetico variabile nel tempo $\vec{\mathbf{B}}(t) = B(t)\,\hat{\mathbf{k}}$ con direzione costante parallela all'asse di simmetria della bobina ($\hat{\mathbf{k}}$). L'avvolgimento è chiuso su una resistenza di valore $R = 150\,\Omega$. Sapendo che $B(t) = \alpha t + \beta t^2$, con $\alpha = 5$ mT/s e $\beta = 30\,\mu$T/s^2, calcolare:
a) la corrente indotta in funzione del tempo;
b) l'energia dissipata nei primi $\Delta t = 2$ s di funzionamento.

3) Sia dato il campo $\vec{\mathbf{B}}(x, y, z) = \alpha\left(f(x, y, z)\,\hat{\mathbf{i}} + x\,\hat{\mathbf{j}} + z\,\hat{\mathbf{k}}\right)$. Trovare la forma che può avere la $f(x, y, z)$ affinché il campo dato possa rappresentare un campo magnetico nel vuoto, con la condizione $\vec{\mathbf{B}}(0, 0, 0) = \mathbf{0}$. In tale caso, quali sono le unità di misura di α e di $f(x, y, z)$ nel SI?

Domande:

1) Discutere le proprietà del campo elettrostatico, illustrandole con qualche esempio.
2) Discutere, con qualche esempio pratico, il teorema di Ampere.
3) Spiegare il principio di funzionamento del selettore di velocità.

Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Le risposte e le soluzioni devono essere espresse in termini dei simboli e dei dati specificati nel testo. Negli esercizi occorre spiegare i passi principali che conducono alle soluzioni.
Nel caso servano, si usino i valori $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ C^2/(Nm)^2 *e* $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Ns^2/C^2

Soluzioni Elettromagnetismo A - 07/06/16

Testo 1): Due terminali A e B sono collegati a 5 condensatori, disposti come in figura dove $C_1 = C_2 = C = 10\,\mu$F e $C_3 = C_4 = C_5 = C/2$, e tra loro si applica una differenza di potenziale di $\Delta V = 100\,$V. Si determini:
a) La capacità equivalente del sistema, C_{AB};
b) Il condensatore (o i condensatori) che ha ai suoi capi la massima differenza di potenziale;
c) L'energia complessiva U_{345} immagazzinata nei condensatori C_3, C_4 e C_5.
Soluzione: a) Calcoliamo la capacità equivalente del sistema lavorando su singole parti. I condensatori C_3 e C_4 sono in serie e la loro capacità equivalente vale $C_{34} = C_3C_4/(C_3+C_4) = C/4$. Questa capacità è in parallelo con C_5 e quindi la loro capacità equivalente è: $C_{345} = C_{34} + C_5 = \frac{3}{4}C$. Questa capacità è in serie con C_1 e C_2 e quindi si ha: $\frac{1}{C_{\mathrm{AB}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_{345}} = \frac{10}{3C}$, da cui $C_{\mathrm{AB}} = \frac{3}{10}C = 3\,\mu$F.
b) Sui tre condensatori C_1, C_2 e C_{345}, essendo in serie, vi è la stessa carica. Ricordando che $C = \frac{Q}{\Delta V}$, il condensatore con la maggiore $\Delta V = Q/C$ è quello con la capacità più piccola. Per i tre condensatori, si tratta di C_{345}. Questa differenza di potenziale si trova per intero ai capi di C_5 e ai capi della serie di C_3 e C_4, che essendo uguali, hanno ognuno una tensione ai loro capi pari alla metà di quella di C_5. Complessivamente, nel sistema il condensatore con la massima differenza di potenziale ai suoi capi è C_5. Il testo non lo richiede, ma se volessimo fare il calcolo dovremmo calcolare: 1) la carica immagazzinata nel condensatore equivalente $Q = C_{\mathrm{AB}}\Delta V = \frac{3}{10}C\Delta V = 300\,\mu$C, 2) questa carica è presente ai capi del condensatore equivalente C_{345}, che quindi si trova ad una differenza di potenziale $\Delta V_{345} = Q/C_{345} = \frac{2}{5}\Delta V$. Poiché il condensatore C_5 è un elemento in parallelo di C_{345}, questi si trova a una differenza di potenziale di $\Delta V_5 = \Delta V_{345} = \frac{2}{5}\Delta V = 40\,$V.
c) L'energia complessivamente immagazzinata su C_3, C_4 e C_5 è quella immagazzinata nella capacità equivalente C_{345}: $U_{345} = \frac{1}{2}Q\Delta V_{345} = \frac{1}{2}\frac{3}{10}C\left(\frac{2}{5}\Delta V\right)^2 = \frac{3}{125}C\Delta V^2 = 2,4\,$mJ.

Testo 2): Una bobina è costituita da un filo avvolto $N = 1000$ volte attorno ad un supporto circolare, di raggio $r = 5\,$cm ed è immersa in un campo magnetico variabile nel tempo $\vec{\mathbf{B}}(t) = B(t)\,\hat{\mathbf{k}}$ con direzione costante parallela all'asse di simmetria della bobina ($\hat{\mathbf{k}}$). L'avvolgimento è chiuso su una resistenza di valore $R = 150\,\Omega$. Sapendo che $B(t) = \alpha t + \beta t^2$, con $\alpha = 5\,$mT/s e $\beta = 30\,\mu$T/s^2, calcolare:
a) la corrente indotta in funzione del tempo;
b) l'energia dissipata nei primi $\Delta t = 2\,$s di funzionamento.
Soluzione: a) Il flusso del campo concatenato al circuito vale $\Phi(B) = N\pi r^2 B(t)$. La forza elettromotrice indotta è pari a $\varepsilon = -\frac{\mathrm{d}\Phi(B)}{\mathrm{d}t} = -N\pi r^2(\alpha + 2\beta t)$. La corrente indotta nel circuito è quindi $I = \varepsilon/R = -N\pi r^2(\alpha + 2\beta t)/R$. b) Nell'intervallo di tempo tra 0 e 2 s la potenza dissipata sulla resistenza vale $P = RI^2 = N^2\pi^2 r^4(\alpha + 2\beta t)^2/R$. Integrando tale potenza tra 0 e Δt si trova: $E = \int_0^{\Delta t} P(t)\,\mathrm{d}t = N^2\pi^2 r^4(\alpha^2\Delta t + 2\alpha\beta\Delta t^2 + 4\beta^2\Delta t^3/3)/R = 21,1\,\mu$J.

Testo 3): Sia dato il campo $\vec{\mathbf{B}}(x, y, z) = \alpha\left(f(x, y, z)\,\hat{\mathbf{i}} + x\,\hat{\mathbf{j}} + z\,\hat{\mathbf{k}}\right)$. Trovare la forma che può avere la $f(x, y, z)$ affinché il campo dato possa rappresentare un campo magnetico nel vuoto,

con la condizione $\vec{\mathbf{B}}(0, 0, 0) = \mathbf{0}$. In tale caso, quali sono le unità di misura di α e di $f(x, y, z)$ nel SI?
Soluzione: Affinché il campo $\vec{\mathbf{B}}$ rappresenti un campo magnetico nel vuoto dovranno verificarsi simultaneamente le condizioni $\nabla \cdot \vec{\mathbf{B}} = 0$ e $\nabla \times \vec{\mathbf{B}} = \mathbf{0}$. La prima condizione fornisce: $\nabla \cdot \vec{\mathbf{B}} = \alpha \left(\frac{\partial f}{\partial x} + 1 \right) = 0$, da cui $\frac{\partial f}{\partial x} = -1$. Risolvendola si trova $f(x, y, z) = -x + g(y, z)$ con $g(y, z)$ funzione arbitraria di y e z. Imponendo ora $\nabla \times \vec{\mathbf{B}} = \mathbf{0}$, si trovano le condizioni $\frac{\partial g}{\partial z} = 0$ e $\frac{\partial g}{\partial y} = 1$. Dalla prima risulta che la $g(y, z)$ non può dipendere dalla coordinata z, ed è quindi una funzione della sola y: $g(y, z) = h(y)$. Dalla seconda, si trova che, se $\frac{\partial g}{\partial y} = \frac{\mathrm{d}h}{\mathrm{d}y} = 1$ allora $h(y) = y + c$, con c costante arbitraria. Imponendo ora che $\vec{\mathbf{B}}(0, 0, 0) = \mathbf{0}$ si trova $c = 0$. Ne risulta quindi che $\vec{\mathbf{B}}(x, y, z) = \alpha \left[(-x + y)\hat{\mathbf{i}} + x\,\hat{\mathbf{j}} + z\,\hat{\mathbf{k}} \right]$. Le unità di misura di f nel SI sono quindi ovviamente dei metri, mentre per α si useranno dei tesla/metro: T/m.

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

7 Giugno 2016

Onde - Compito A

Esercizi:

1) Una luce lase monocromatica, caratterizzata da una lunghezza d'onda $\lambda = 530\,\text{nm}$, incide perpendicolarmente su uno schermo nel quale sono praticate due sottili fenditure, parallele tra loro, alla distanza $d = 0,4\,\text{mm}$, con ognuna una larghezza $w = 0,08\,\text{mm}$. Dietro lo schermo è posto, a distanza $L = 2,1$ m un secondo schermo, parallelo al primo, dove è possibile osservare una figura di diffrazione. Trovare:
a) la larghezza del massimo centrale;
b) la posizione del primo minimo di diffrazione;
c) il numero di bande visibili nella regione del massimo centrale di diffrazione.

2) Sia data una funzione $f(x, y, z) = \alpha \cos(kz)\cos(\omega t)$, con $k = 3\,\text{m}^{-1}$ e $\omega = 600\,\text{s}^{-1}$. 1) Verificare che tale funzione può descrivere un'onda. 2) Fornire le caratteristiche più importanti dell'onda. 3) Trovare la velocità delle onde.

3) Un fascio laser non polarizzato, di intensità complessiva $I_0 = 20\,\text{W}$, viaggia in orizzontale passando attraverso tre polarizzatori ideali in sequenza. Nei piani verticali su cui giacciono i tre polarizzatori, il loro asse di polarizzazione risulta ruotato, rispetto ad una direzione verticale, rispettivamente di: $\theta_1 = 0°$, $\theta_2 = 30°$ e $\theta_3 = 60°$. Determinare l'intensità complessiva di luce dopo il primo (I_1), il secondo (I_2) e il terzo (I_3) polarizzatore.

Domande:

1) Discutere come avviene il trasporto di energia con le onde elettromagnetiche.
2) Spiegare l'effetto Doppler e fare una analisi *quantitativa* di un esempio concreto.

Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Le risposte e le soluzioni devono essere espresse in termini dei simboli e dei dati specificati nel testo. Negli esercizi occorre spiegare i passi principali che conducono alle soluzioni.
Nel caso servano, si usino i valori $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}\ \text{C}^2/(\text{Nm})^2$ *e* $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \text{Ns}^2/\text{C}^2$

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa

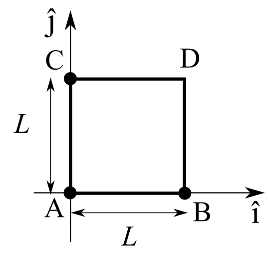
CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

6 Luglio 2016

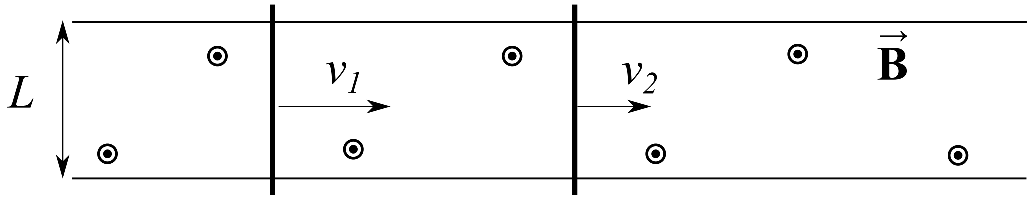
Elettromagnetismo - Compito A

Esercizi:

1) Tre cariche puntiformi ($q_A = q_B = q_C = Q = 5\,\mathrm{nC}$) sono disposte su tre vertici di un quadrato ABCD di lato $L = 35\,\mathrm{cm}$, come in figura. Determinare:
a) il campo elettrostatico presente nel vertice D;
b) il potenziale elettrostatico nel vertice D;
c) l'energia elettrostatica immagazzinata nel sistema.



2) Due sbarrette conduttrici, ciascuna di resistenza R, appoggiano senza attrito su due binari orizzontali, di resistenza trascurabile. La distanza tra i binari è $L = 42\,\mathrm{cm}$, e il sistema è immerso in un campo magnetico uniforme $|\vec{\mathbf{B}}| = 0,85\,\mathrm{T}$, perpendicolare al piano in cui giacciono i binari; nella figura sotto il campo magnetico ha un verso uscente dal foglio. Le sbarrette sono vincolate a muoversi, parallelamente a se stesse con velocità di modulo $v_1 = 16\,\mathrm{m/s}$ e $v_2 = v_1/2$, nelle direzioni indicate in figura. Calcolare:
a) La resistenza R di ciascuna sbarretta, se la corrente indotta nel circuito è di $I = 0,4\,\mathrm{A}$;
b) il verso (orario o antiorario) di percorrenza della corrente nel circuito di figura;
c) il modulo delle forze di natura magnetica, F_1 e F_2, che agiscono sulle sbarrette;
d) La forza totale $\vec{\mathbf{F}}_{tot}$ che agisce sul sistema delle due sbarrette.



Domande:

1) Discutere le proprietà del campo magnetostatico, illustrandole con qualche esempio.
2) Discutere, con qualche esempio pratico, il teorema di Gauss.
3) Spiegare il principio di funzionamento delle sonde ad effetto Hall per la misura del campo magnetico.

Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Le risposte e le soluzioni devono essere espresse in termini dei simboli e dei dati specificati nel testo. Negli esercizi occorre spiegare i passi principali che conducono alle soluzioni.
Nel caso servano, si usino i valori $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{C^2/(Nm)^2}$ *e* $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \mathrm{Ns^2/C^2}$

Soluzioni Elettromagnetismo A - 06/07/16

Testo 1): Tre cariche puntiformi ($q_A = q_B = q_C = Q = 5\,\mathrm{nC}$) sono disposte su tre vertici di un quadrato ABCD di lato $L = 35\,\mathrm{cm}$, come in figura. Determinare:
a) il campo elettrostatico presente nel vertice D;
b) il potenziale elettrostatico nel vertice D;
c) l'energia elettrostatica immagazzinata nel sistema.
Soluzione:

a) Il campo nel vertice D è dato dalla somma vettoriale dei tre campi, ognuno esprimibile come $\vec{\mathbf{E}}_X(\vec{\mathbf{r}}_D) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{|\vec{\mathbf{r}}_D - \vec{\mathbf{r}}_X|^2} vers(\vec{\mathbf{r}}_D - \vec{\mathbf{r}}_X)$. Si ha quindi:

$$\vec{\mathbf{E}}_B(\vec{\mathbf{r}}_D) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{L^2}\hat{\mathbf{j}} \qquad \vec{\mathbf{E}}_C(\vec{\mathbf{r}}_D) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{L^2}\hat{\mathbf{i}} \qquad \vec{\mathbf{E}}_A(\vec{\mathbf{r}}_D) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{2L^2}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\hat{\mathbf{i}} + \frac{1}{\sqrt{2}}\hat{\mathbf{j}}\right)$$

da cui

$$\vec{\mathbf{E}}(\vec{\mathbf{r}}_D) = \vec{\mathbf{E}}_A(\vec{\mathbf{r}}_D) + \vec{\mathbf{E}}_B(\vec{\mathbf{r}}_D) + \vec{\mathbf{E}}_C(\vec{\mathbf{r}}_D) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{L^2}\left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)(\hat{\mathbf{i}} + \hat{\mathbf{j}})\,,$$

il cui modulo vale $|\vec{\mathbf{E}}(\vec{\mathbf{r}}_D)| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{L^2}\left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)\sqrt{2} = 702\,\mathrm{V/m}$.

b) Analogamente il potenziale in D è la somma dei tre potenziali (scalari):

$$V(\vec{\mathbf{r}}_D) = V_A + V_B + V_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{\sqrt{2}L} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{\sqrt{2}L} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{\sqrt{2}L} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{L}\left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 348\,\mathrm{V}\,.$$

c) Anche l'energia elettrostatica è la somma dell'energia delle tre cariche:

$$U = U_{AB} + U_{BC} + U_{AC} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q^2}{L} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q^2}{\sqrt{2}L} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q^2}{L} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q^2}{L}\left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 1,74\,\mu\mathrm{J}\,.$$

Testo 2): Due sbarrette conduttrici, ciascuna di resistenza R, appoggiano senza attrito su due binari orizzontali, di resistenza trascurabile. La distanza tra i binari è $L = 42\,\mathrm{cm}$, e il sistema è immerso in un campo magnetico uniforme $|\vec{\mathbf{B}}| = 0,85\,\mathrm{T}$, perpendicolare al piano in cui giacciono i binari; nella figura sotto il campo magnetico ha un verso uscente dal foglio. Le sbarrette sono vincolate a muoversi, parallelamente a se stesse con velocità di modulo $v_1 = 16\,\mathrm{m/s}$ e $v_2 = v_1/2$, nelle direzioni indicate in figura. Calcolare:
a) La resistenza R di ciascuna sbarretta, se la corrente indotta nel circuito è di $I = 0,4\,\mathrm{A}$;
b) il verso (orario o antiorario) di percorrenza della corrente nel circuito di figura;
c) il modulo delle forze di natura magnetica, F_1 e F_2, che agiscono sulle sbarrette;
d) La forza totale $\vec{\mathbf{F}}_{tot}$ che agisce sul sistema delle due sbarrette.
Soluzione:

a) vi è un circuito chiuso composto da due tratti delle barrette e due tratti di binari dove può scorrere la corrente. Ogni barretta genera una forza elettromotrice in quanto taglia delle linee di campo magnetico. Per come sono disposti i versi delle due velocità, nel circuito le due forze elettromotrici sono opposte e risulta maggiore quella dovuta a v_1 (in quanto maggiore di

v_2). Limitandoci a considerare la variazione di flusso concatenato e orientando l'area racchiusa come il campo B, uscente dal foglio, si avrà:

$$\varepsilon = -\frac{\mathrm{d}\Phi(B)}{\mathrm{d}t} = -B\frac{\mathrm{d}A}{\mathrm{d}t} = -B(v_2 - v_1)L = -B\left(-\frac{v_1}{2}L\right) = \frac{v_1 BL}{2}\,.$$

Nell'espressione del penultimo passaggio, si è messo in luce il fatto che l'area concatenata con il circuito sta calando (da cui la scrittura $v_2 - v_1$ e non viceversa). Poichè la forza elettromotrice nel circuito risulta positiva, secondo le usuali regole, la corrente sta circolando in verso antiorario (l'orientazione $\hat{\mathbf{n}}$ da considerare è quella dell'area concatenata, coerente con l'orientazione uscente del campo magnetico, da cui $\vec{\mathbf{B}} \cdot \hat{\mathbf{n}} > 0$ e verso positivo sul bordo dell'area antiorario). Sapendo la corrente I che circola e che le due barrette costituiscono per la corrente un sistema di due resistenze in serie, di valore totale $R_{tot} = 2R$, si ha che da $\varepsilon = IR_{tot} = 2IR$, si trova $R = \varepsilon/(2I) = v_1 BL/(4I) = 3,57\,\Omega$.

b) verso antiorario

c) Entrambe le forze hanno modulo $F_1 = F_2 = BIL = 143\,\mathrm{mN}$. La forza sulla sbarretta 1 è però una forza frenante che tende a ridurre la velocità v_1; mentre la forza magnetica sulla sbarretta 2 è diretta come $\vec{\mathbf{v}}_2$. Nel sistema può agire anche una forza attrattiva dovuta al fatto che le sbarrette costituiscono parti di fili paralleli su cui circolano correnti opposte. Quando la distanza d tra le due sbarrette è molto più piccola di L, la forza magnetica aggiuntiva vale $F = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I^2}{d}$. Questa forza è maggiore all'1% di F_1 o F_2 quando la distanza d vale $F > 0,01 \cdot F_1 \Rightarrow d < 2 \times 10^{-7} I^2/(0,01 \cdot F_1) = 22\,\mu\mathrm{m}$. Poiché questa distanza sarà mantenuta per un istante di tempo molto piccolo, essendo le due sbarrette in moto con velocità diverse, possiamo sempre trascurare questo contributo.

d) Le due sbarrette sono vincolate a muoversi entrambe a velocità costante. Il loro centro di massa si muoverà quindi a velocità costante. Ergo, considerati tutti i contributi delle forze, la forza totale che agisce sul sistema dovrà essere nulla. Vi dovranno quindi essere delle forze esterne agenti su ogni barretta che annulleranno l'effetto delle forze magnetiche.

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

6 Luglio 2016

Onde - Compito A

Esercizi:

1) Un filo metallico a sezione circolare, di raggio $R = 0,3\,\mathrm{mm}$ e lunghezza $L = 0,88\,\mathrm{m}$, costituito da un metallo di densità $\rho = 7,8\,\mathrm{g/m^3}$, è teso ad una tensione T. Sul filo vengono generate onde stazionarie di ampiezza massima $A = 0,7\,\mathrm{cm}$, alla frequenza corrispondente alla seconda armonica $\nu = 400\,\mathrm{Hz}$. Determinare:
a) La tensione del filo;
b) la velocità di propagazione delle onde su tale filo;
c) l'energia immagazzinata nell'onda stazionaria;
Improvvisamente la tensione viene aumentata del 50%.
d) Come cambia la frequenza dell'onda? e la sua ampiezza?

2) Due fasci coerenti di luce monocromatica, di uguale lunghezza d'onda ($\lambda = 650\,\mathrm{nm}$), propagantisi nel vuoto, vengono fatti passare attraverso due fenditure e la luce che le attraversa viene raccolta su uno schermo che si trova a distanza $L = 2,4\,\mathrm{m}$ dalle fenditure (valore molto grande rispetto alla distanza d tra le due fenditure). Sullo schermo, nella posizione O corrispondente all'asse di simmetria delle fenditure, si misura una intensità $I = 8,7\,\mathrm{mW/m^2}$.
a) Calcolare l'ampiezza B_O del campo magnetico in O;
Sapendo che la frangia chiara di ordine $m = 10$ si trova a distanza $y = 32\,\mathrm{mm}$ da O,
b) calcolare la distanza d tra le fenditure;
c) determinare la distanza tra due minimi di ordine ± 2, nel caso in cui il sistema venga immerso in acqua ($n = 1,5$).

Domande:

1) Derivare la formula che descrive la densità di energia che si propaga lungo una corda elastica per un'onda progressiva.
2) Spiegare il principio di Huygens per la propagazione delle onde meccaniche.

Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Le risposte e le soluzioni devono essere espresse in termini dei simboli e dei dati specificati nel testo. Negli esercizi occorre spiegare i passi principali che conducono alle soluzioni.
Nel caso servano, si usino i valori $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{C^2/(Nm)^2}$ *e* $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \mathrm{Ns^2/C^2}$

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa

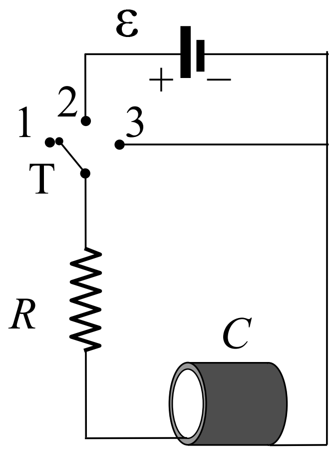
CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

5 Settembre 2016

Elettromagnetismo - Compito A

Esercizi:

Il circuito in figura è costituito da un generatore, di forza elettromotrice $\varepsilon = 12\,\mathrm{V}$ e di resistenza interna trascurabile, un resistore di resistenza $R = 32\,\mathrm{k\Omega}$, un condensatore cilindrico di altezza $h = 48\,\mathrm{mm}$, raggio interno $r_i = 8\,\mathrm{mm}$, raggio esterno $r_e = 9\,\mathrm{mm}$ e un tasto T nella posizione iniziale 1. Tra le due armature del condensatore vi è un dielettrico di costante dielettrica relativa $\varepsilon_r = 3.4$. Calcolare:
a) la capacità C del condensatore;
b) la costante di tempo τ del circuito quando il tasto è spostato in posizione 2;
c) il tempo che impiega il condensatore a caricarsi al $f = 95\%$ del suo massimo;
d) se in quel momento il tasto T viene spostato in posizione 3, quanta energia ΔE è successivamente dissipata sul resistore R.



2) Una bobina piana costituita da $N_1 = 1000$ spire circolari sovrapposte, di raggio $R = 75\,\mathrm{mm}$, ha nel suo centro una seconda bobina piana complanare, di $N_2 = 100$ spire circolari di raggio $r = 3\,\mathrm{mm}$. Sapendo che nella bobina più grande circola una corrente data da $i(t) = I_0 \sin \omega t$, con $I_0 = 20\,\mathrm{A}$ e $\omega = 200\,\mathrm{Hz}$, calcolare, *nelle approssimazioni che si riterrà utile introdurre*:
a) il campo magnetico massimo $B_{\max}$ al centro delle bobine generato dalla bobina esterna;
b) la forza elettromotrice massima $\varepsilon_{\max}$ indotta nella bobina più piccola;
c) il coefficiente di mutua induzione M.

Domande:

1) Discutere le proprietà del campo elettrico dipendente dal tempo, illustrandole con qualche esempio.
2) Discutere, con qualche esempio pratico, il concetto di tubo di flusso.
3) Spiegare con proprie parole la legge di Lenz.

Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Le risposte e le soluzioni devono essere espresse in termini dei simboli e dei dati specificati nel testo. Negli esercizi occorre spiegare i passi principali che conducono alle soluzioni.
Nel caso servano, si usino i valori $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{C^2/(Nm)^2}$ *e* $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \mathrm{Ns^2/C^2}$

Soluzioni Elettromagnetismo A - 05/09/16

Testo 1):
Soluzione:
a) La capacità del condensatore cilindrico è data da: $C = 2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r h/ln(r_e/r_i) = 77,0\,\mathrm{pF}$;
b) La costante di tempo è data da $\tau = RC = 2,47\,\mu\mathrm{s}$;
c) Il caricamento del condensatore è dato dalla formula $V(t) = \varepsilon[1 - exp(-t/\tau)]$. La frazione f di caricamento si ottiene quando $t = -\tau \ln(1 - f) = 7,39\,\mu\mathrm{s}$ (chiaramente realizzabile solo con un dispositivo elettronico e non meccanico!).
d) L'enegia massima immagazzinata nel condensatore è pari a $E_{\max} = \frac{1}{2}CV^2$. Nel caso si abbia solo una frazione f di caricamento (in carica o tensione), l'enegia effettivamente immagazzinata è pari a $E = \frac{1}{2}f^2C\varepsilon^2$. Tutta questa energia viene quindi dissipata sulla resistenza quando il tasto è in posizione 3. Si ha quindi $\Delta E = \frac{1}{2}f^2C\varepsilon^2 = 5,01\,\mathrm{nJ}$.

Testo 2):
Soluzione:
a) il campo al centro di una spira circolare vale $B = \mu_0 I/(2R)$. Nel caso in esame, con molte spire, si ha: $B_{\max} = \frac{\mu_0 N_1 I_0}{2R} = 0,168\,\mathrm{T}$.
b) In prima approssimazione, poiché $r \ll R$, si può assumere che il campo al centro sia approssimativamente costante su tutta la bobina piccola. In tale caso il campo concatenato con la bobina piccola ha un flusso complessivo pari a $\Phi_B = N_2\pi r^2\frac{\mu_0 N_1 i(t)}{2R}$. La forza elettromotrice indotta ha quindi un andamento dato da $\varepsilon(t) = -\frac{\mathrm{d}\Phi_B}{\mathrm{d}t} = \frac{N_1N_2\mu_0\pi r^2 I_0\omega\cos(\omega t)}{2R}$. Il massimo si ottiene per $t = 0$, $\varepsilon_{\max} = \frac{N_1N_2\mu_0\pi r^2 I_0\omega\cos(\omega t)}{2R} = 95\,\mathrm{mV}$.
c) Il coefficiente di mutua induzione M è definito dalla formula $\varepsilon_2 = M\frac{\mathrm{d}i_1}{\mathrm{d}t}$. Si trova quindi $M = \frac{N_1N_2\mu_0\pi r^2}{2R} = 23,7\,\mu\mathrm{H}$.

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

5 settembre 2016

Onde - Compito A

Esercizi:

1) Un filo elastico a sezione circolare, di raggio $R = 6\,\text{mm}$ e lunghezza indefinita, costituito da un materiale di densità $\rho = 1,2\,\text{g/cm}^3$, è teso ad una tensione $T = 400\,\text{N}$. Sul filo vengono generate onde armoniche progressive di ampiezza massima $A = 12\,\text{cm}$ e frequenza $\nu = 20\,\text{Hz}$. Determinare:
a) la velocità di propagazione delle onde su tale filo;
b) la lunghezza d'onda della propagazione;
c) l'impedenza meccanica Z del filo;
d) la potenza media trasmessa dall'onda (intensità).

2) La sirena di un'auto della polizia emette un suono di frequenza uguale a $\nu_0 = 1400\,\text{Hz}$. Assumendo la velocità del suono in aria pari a $v_s = 340\,\text{m/s}$, si determini la frequenza udita da un osservatore in un'altra macchina nelle seguenti situazioni:
a) la macchina dell'osservatore è ferma mentre quella della polizia si avvicina alla velocità di $v_1 = 40\,\text{m/s}$;
b) la macchina della polizia è ferma mentre quella dell'osservatore si avvicina alla velocità di $v_2 = 40\,\text{m/s}$;
c) le due auto si muovono l'una verso l'altra entrambe con una velocità di $v_3 = 20\,\text{m/s}$;
d) la macchina dell'osservatore, che si muove a $v_4 = 20\,\text{m/s}$, viene inseguita da quella della polizia che si muove a $v_5 = 60\,\text{m/s}$.

Domande:

1) Spiegare il fenomeno dei battimenti delle onde sonore.
2) Spiegare, con qualche esempio, il fenomeno della diffrazione.

Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Le risposte e le soluzioni devono essere espresse in termini dei simboli e dei dati specificati nel testo. Negli esercizi occorre spiegare i passi principali che conducono alle soluzioni.
Nel caso servano, si usino i valori $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}\ \text{C}^2/(\text{Nm})^2$ *e* $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \text{Ns}^2/\text{C}^2$

Soluzioni Onde A - 06/07/16

Testo 1): Soluzione: a) la velocità dell'onda sulla corda è data da $v = \sqrt{T/\mu}$, con μ densità di massa lineare, data nel ns caso da $\mu = \rho\pi R^2 = 1,357\,\mathrm{kg/m}$, e quindi $v = \sqrt{T/\mu} = 54,3\,\mathrm{m/s}$.
b) la lunghezza d'onda λ è da dare $\lambda\nu = v$, da cui $\lambda = v/\nu = 2,71\,\mathrm{m/s}$;
c) l'impedenza meccanica vale $Z = \sqrt{\mu Z} = 7,37\,\mathrm{kg/s}$;
d) $I = \frac{1}{2}Z\omega^2A^2 = 838\,\mathrm{J}$.

Testo 2): Soluzione: La formula generale per l'effetto Doppler è: $\nu = \nu_0\frac{1+\frac{v_R}{v_m}}{1-\frac{v_S}{v_m}}$ con v_m velocità del mezzo, v_S velocità della sorgente S verso il ricevitore R, v_R velocità del ricevitore R verso la sorgente S.
a) $v_R = 0$, $v_S = v_1$, $\nu = \frac{\nu_0}{1-\frac{v_1}{v_m}} = 1587\,\mathrm{Hz}$;
b) $v_S = 0$, $v_R = v_2$, $\nu = \nu_0(1 + \frac{v_2}{v_m}) = 1565\,\mathrm{Hz}$;
c) $v_S = v_3$, $v_R = v_3$, $\nu = \nu_0\frac{1+\frac{v_3}{v_m}}{1-\frac{v_3}{v_m}} = 1575\,\mathrm{Hz}$;
d) $v_S = v_5$, $v_R = -v_4$, $\nu = \nu_0\frac{1-\frac{v_4}{v_m}}{1-\frac{v_5}{v_m}} = 1600\,\mathrm{Hz}$.