

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa
CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni
10 Novembre 2014

Primo parziale - Compito A

Esercizi:

- 1) Un bacchetta AB, di lunghezza $L = 40$ cm e spessore trascurabile, ha una carica elettrica $Q = 8 \mu\text{C}$ distribuita uniformemente su di essa. Trascurando ogni effetto di bordo, determinare:
 - a. Il campo elettrico e il potenziale all'estremo B della bacchetta (si ponga $V(+\infty) = 0$ V).
 - b. Il campo elettrico e il potenziale in un punto P disposto lungo il prolungamento della bacchetta ad una distanza L.



- 2) Un conduttore è costituito da un filo A, di forma cilindrica e di resistività $\rho = 10^{-7} \Omega\text{m}$, lungo $L = 1$ m e raggio $r = 10^{-3}$ m, unito ad un filo B, cilindrico lungo di uguale resistività e lunghezza, ma di raggio $R = 4 \times 10^{-3}$ m. Sapendo che nel filo $I = 2$ A, calcolare:
 - a) la differenza di potenziale ai capi dei due fili;
 - b) le potenze dissipate nei due fili.



- 3) Calcolare $\nabla \cdot [\vec{A} \times (\vec{r} \times \vec{B})]$ con \vec{A} e \vec{B} vettori costanti.

Domande:

- 4) Spiegare le leggi di Kirchhoff.
- 5) Discutere le proprietà del campo elettrostatico.
- 6) Discutere le caratteristiche del vettore densità di corrente.

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.

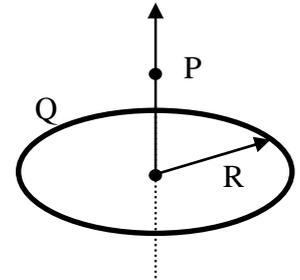
$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{Nm}^2), \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N s}^2 / \text{C}^2.$$

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa
CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni
10 Novembre 2014

Primo parziale - Compito B

Esercizi:

- 1) Un anello circolare, di raggio $R = 20$ cm e spessore trascurabile, ha una carica elettrica $Q = 3 \mu\text{C}$ distribuita uniformemente su tutta la lunghezza. Determinare:
 - a. Il campo elettrico e il potenziale al centro dell'anello (si ponga $V(+\infty) = 0$ V).
 - b. Il campo elettrico e il potenziale in un punto P sull'asse dell'anello a distanza R dal suo centro.



- 2) Un sistema elettrostatico è costituito da un cubo di rame di lato $L=10$ cm, ricoperto da una pellicola dielettrica ($\epsilon_r = 3$) di spessore $d=0.4$ mm e da quattro armature quadrate di lato pari a $4L/5$. Le armature sono a contatto con la pellicola e disposte sulle quattro superfici laterali del cubo, lasciando le superfici superiore e inferiore senza armature. Ogni armatura è collegata tramite un filo di rame all'armatura sulla superficie opposta del cubo e queste sono quindi collegate ad un terminale. Le due coppie di armature e i loro terminali sono quindi collegate ad una batteria ai cui terminali vi è una ddp di $\Delta V = 12\text{V}$. Nelle approssimazioni che si riterrà utile introdurre, calcolare:
 - a) la capacità equivalente del sistema;
 - b) le cariche sulle singole armature;
 - c) il flusso del campo elettrico attraverso la pellicola dielettrica.

- 3) In una regione di spazio è presente un campo elettrico $\vec{E}(x, y, z)$ dato da $\vec{E}(x, y, z) = \alpha(y\hat{i} + x\hat{j} + z\hat{k})$. Verificare che si tratta di un campo elettrostatico e determinare il flusso del campo elettrico attraverso una superficie quadrata di vertici $(0,0,0)$, $(0,0,L)$, $(L,0,L)$, $(L,0,0)$ orientata come il vettore \hat{j} .

Domande:

- 4) Enunciare e discutere la legge di Gauss in forma microscopica e macroscopica.
- 5) Discutere la legge di Ohm microscopica.
- 6) Illustrare i principi che consentono di valutare la capacità di due condensatori in serie.

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.

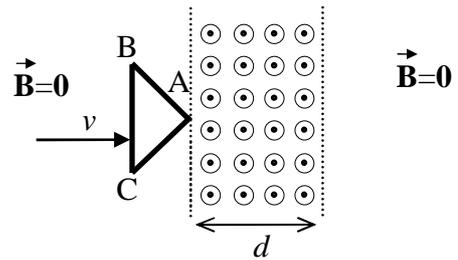
$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{Nm}^2), \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N s}^2 / \text{C}^2.$$

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa
CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni
15 Dicembre 2014

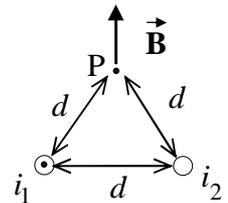
Secondo parziale – Elettromagnetismo - Compito A

Esercizi:

1) Una bobina, avente $N=12$ spire e resistenza $R=5 \Omega$, ha la forma di un triangolo rettangolo di cateto $L=6$ cm. La bobina, attraversa con velocità costante $v=5$ cm/s uno spazio di lunghezza $d=20$ cm, in cui è presente un campo magnetico, perpendicolare al piano della bobina di modulo $B=0,5$ T, disposto come in figura. Assumendo come istante iniziale ($t=0$ s) l'istante di tempo in cui il vertice A entra nella regione di campo magnetico, calcolare: a) il modulo e il verso della corrente indotta (orario o antiorario) negli istanti $t_1=0,5$ s, $t_2=2$ s, $t_3=5$ s, b) la carica totale che passa per la bobina dall'istante $t=0$ s all'istante in cui il lato BC esce dalla regione di campo magnetico e c) la forza (modulo direzione e verso) che agisce sul lato BC quando la bobina sta per uscire dal campo magnetico.



2) Due fili rettilinei, percorsi da correnti $i_1=5$ A e i_2 , sono disposti nello spazio in modo da essere tra loro paralleli ad una distanza costante $d=15$ cm. In un punto P dello spazio posto a distanza d da entrambi i fili si osserva un campo magnetico perpendicolare al piano dei fili. Determinare: a) la corrente i_2 e il suo verso rispetto alla corrente i_1 ; b) il modulo del campo magnetico in P; c) la forza (modulo, direzione e verso) per unità di lunghezza che agisce su ogni filo.



Domande:

- 1) Definire e discutere le caratteristiche principali della corrente di spostamento.
- 2) Spiegare tramite esempi la legge di Lenz.
- 3) Fornire una definizione di campo magnetico e discutere le sue proprietà principali.

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.

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2), \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N s}^2/\text{C}^2.$$

Fisica Generale T2 – Dott. L. Fabbri

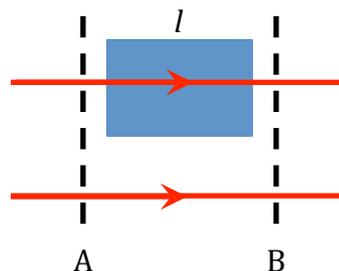
CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

14 Gennaio 2015

Compito di Onde

Esercizi:

- 1) Una corda di lunghezza $L=2.5$ m e massa $m= 0.2$ kg è tesa da una forza $F=125$ N ed ha entrambe le estremità fissate. Qual è la frequenza di un'onda stazionaria con 2 nodi oltre agli estremi? Qual è l'ordine dell'armonica?
- 2) Una lampadina ad incandescenza di potenza pari a 60W emette onde elettromagnetiche non polarizzate, in modo uniforme in tutte le direzioni dello spazio.
 - a) Determinare l'intensità delle onde elettromagnetiche emesse nel visibile rivelate a distanza $r_1 =1.5$ m e $r_2 =2.5$ m. (Si assuma che la frazione di onde emesse nello spettro del visibile sia pari al 5% del totale.)
 - b) Il valore medio del modulo del vettore di Poynting che attraversa il vetro della lampadina posto a distanza $d = 2$ cm dal filamento. (Si assuma il filamento puntiforme e si approssimi la lampadina ad una sfera di raggio d .)
- 3) Due onde elettromagnetiche monocromatiche coerenti, di lunghezza d'onda $\lambda_0 = 500$ nm e con vettore d'onda parallelo hanno la stessa fase quando passano per il traguardo A ed una differenza di fase $\Phi = 4\pi$ rad quando attraversano il traguardo B, dopo che una delle due ha attraversato, in incidenza normale, una lastra di materiale trasparente di spessore $l = 2.5$ μm ed indice di rifrazione n , mentre la seconda ha proseguito il suo cammino in aria ($n_{\text{aria}} = 1$). Calcolare l'indice di rifrazione n del materiale attraversato.



Domande:

- 1) Enunciare le proprietà di un'onda elettromagnetica monocromatica.
- 2) Descrivere il fenomeno della risonanza spiegando in quali circostanze avviene e che cosa comporta.

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.

Soluzioni:

- 1) Se l'onda ha 2 nodi oltre agli estremi stiamo parlando di un'onda armonica del 3 ordine $\Rightarrow \lambda = \frac{2}{3}L$

$$v = \frac{1}{T} = \frac{v}{\lambda} = \sqrt{\frac{FL}{m}} \cdot \frac{3}{2L} = 23.7 \text{ Hz} \approx 24 \text{ Hz}$$

2)

- a) L'intensità è pari alla potenza emessa per unità di superficie: $I = \frac{P_{vis}}{4\pi r^2}$.

$$I_1 = \frac{0.05 \cdot 60}{4\pi(1.5)^2} \text{ W/m}^2 = 0.106 \text{ W/m}^2$$

$$I_2 = \frac{0.05 \cdot 60}{4\pi(2.5)^2} \text{ W/m}^2 = 0.038 \text{ W/m}^2$$

- b) $\langle S \rangle = I_d = \frac{60}{4\pi(2 \cdot 10^{-2})^2} \text{ W/m}^2 = 12 \text{ kW/m}^2$

- 3) All'altezza del primo traguardo le due onde sono in fase e possiamo scriverle come:

$$E_1 = E_{01} \sin(k_0 x - \omega t)$$

$$E_2 = E_{02} \sin(k_0 x - \omega t)$$

All'uscita della lastra, trascurando eventuali attenuazioni, le due onde hanno espressione:

$$E_1 = E_{01} \sin(k_0 x + kl - \omega t)$$

$$E_2 = E_{02} \sin(k_0 x + k_0 l - \omega t)$$

la differenza di fase è quindi

$$\varphi = kl - k_0 l = \frac{2\pi}{\lambda} l - \frac{2\pi}{\lambda_0} l = \frac{2\pi}{\lambda_0} (nl - l) = \frac{2\pi}{\lambda_0} (n - 1)l$$

da cui

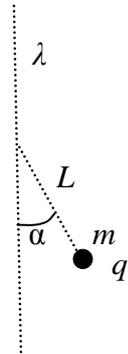
$$n = \frac{2\lambda_0}{l} + 1 = 1.4$$

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa
CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni
14 Gennaio 2015

Scritto totale di Elettromagnetismo - Compito A

Esercizi:

- 1) Un filo rettilineo indefinito su cui è disposta omogeneamente una carica elettrica con densità lineare $\lambda = 3.5 \cdot 10^{-7} \text{ C/m}$ è disposto lungo la verticale. Un punto materiale di massa $m = 2.3 \text{ mg}$ e carica $q = 85 \text{ nC}$ viene appeso ad una fune inestensibile e isolante di massa trascurabile e lunghezza L . Si osserva che sotto l'azione della forza peso l'angolo formato tra la distribuzione di carica e la fune vale $\alpha = 25^\circ$, calcolare 1) la lunghezza della fune L e 2) la posizione dell'unico punto dello spazio in cui il campo elettrico è nullo.



- 2) All'interno di un solenoide con $N = 500$ spire, $n = 10^4$ Spire/metro e sezione $S = 0,5 \text{ cm}^2$, si osserva un campo magnetico variabile nel tempo secondo la legge: $B(t) = B_0 \sin(\omega t)$, con $\omega = 40000 \text{ Hz}$ e $B_0 = 0,02 \text{ T}$. Determinare: 1) la massima energia immagazzinata nel solenoide, 2) il valore della sua induttanza e 3) la differenza di potenziale ai capi del solenoide al variare del tempo.
- 3) Sia dato un campo magnetico costante $\vec{B} = B_0(\hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k})$. Trovare il flusso di tale campo attraverso un cerchio di raggio R con centro nell'origine e giacente nel piano xz . Il risultato dipende da come si orienta la superficie la cerchio? Se sì, esplicitare l'orientazione.

Domande:

- 1) Sia dato un condensatore a facce piane e parallele di area S e a distanza d e si conosca la densità di energia u_E in un punto interno tra le due facce piane. Trovare, in funzione dei simboli noti, la carica Q sulle armature e la differenza di potenziale ΔV tra le armature.
- 2) Spiegare la legge di Ampere-Maxwell.
- 3) Definire l'induttanza e discuterne le sue proprietà.

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.

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2), \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N s}^2/\text{C}^2.$$

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa
CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni
5 Febbraio 2015

Scritto totale di Elettromagnetismo - Compito A

Esercizi:

- 1) Una massa $m = 1$ kg di rame (densità $\rho = 8.9$ g/cm³, resistività $\rho_R = 1.7 \cdot 10^{-8}$ Ω m) è utilizzata per formare un filo di sezione circolare, di raggio $r = 1$ mm. Quando tale filo è percorso da una corrente $I = 0,5$ A, determinare:
 - a. La sua resistenza R ;
 - b. Il calore W che viene dissipato nel filo in un'ora;
 - c. Il modulo del campo magnetico B in un punto esterno al filo, posto a distanza $L = 2$ mm dalla sua superficie.

- 2) Due armature metalliche quadrate, piane e parallele di lato $L = 1,2 \cdot 10^2$ mm, si trovano ad una distanza $d = 1,6$ cm l'una dall'altra. L'energia necessaria per caricare le armature con cariche uguali e di segno contrario è $W = 4,0 \cdot 10^{-2}$ J. Una carica negativa q , con rapporto massa/carica $m/q = -7 \cdot 10^{-14}$ g/C è stata accelerata da ferma da una differenza di potenziale $\Delta V = 100$ V ed entra nello spazio tra le armature con una velocità parallela alle armature stesse, ad uguale distanza da queste. Calcolare:
 - a. La carica Q presente su ogni armatura;
 - b. Il modulo del campo elettrico E tra le armature;
 - c. Determinare (giustificandolo) se la carica Q urta le armature.

- 3) Calcolare $\nabla[(\vec{a} \cdot \vec{r})^2]$ con \vec{a} vettore generico e \vec{r} vettore posizione.

Domande:

- 1) Ricavare la formula dell'induttanza equivalente di due induttanze L_1 e L_2 disposte in parallelo (nb: non è sufficiente citare la formula risolutiva, occorre ricavarla).
- 2) Spiegare la legge di Faraday-Neumann.
- 3) Definire il vettore di spostamento elettrico D e discuterne le sue proprietà.

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.

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2), \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N s}^2/\text{C}^2.$$

Fisica Generale T2 – Dott.ssa L. Fabbri

CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

5 Febbraio 2015

Compito di Onde

Esercizi:

1) Un'onda che si propaga su di una corda tesa è descritta dalla seguente equazione:

$$y = 4 \sin \left[2\pi \left(\frac{t}{0.02} - \frac{x}{400} \right) \right]$$

dove y indica lo spostamento trasversale rispetto alla posizione di equilibrio. y , x sono espressi in centimetri e t in secondi.

a) Calcolare ampiezza, lunghezza d'onda, frequenza e velocità di propagazione dell'onda.

b) Calcolare la velocità trasversale della corda nella posizione $x = 8$ m all'istante $t = 0.04$ s

2) Un'onda sonora piana si propaga dall'aria all'acqua, incidendo sulla superficie di separazione, assunta perfettamente piana, ad un angolo $\vartheta_1 = 10^\circ$ rispetto alla normale. La velocità del suono vale $v_1 = 340$ m/s in aria e $v_2 = 1470$ m/s in acqua.

a) Calcolare, in funzione di v_1 e v_2 , l'angolo ϑ_2 rispetto alla normale con cui l'onda si propaga nell'acqua.

b) Calcolare il valore massimo dell'angolo ϑ_1 oltre il quale l'onda è totalmente riflessa.

3) Due fenditure parallele su di uno schermo piano, distanti tra loro 0.5 mm, sono illuminate da una lampada al sodio che emette un fascio di luce parallela, perpendicolare al piano, di lunghezza d'onda 589.3 nm. Su di uno schermo, posto a 100 cm di distanza dalle fenditure, si osserva la figura di interferenza.

a) Calcolare la separazione tra le frange luminose sullo schermo.

b) Calcolare come varia la distanza tra le frange se l'intero sistema viene immerso in acqua dove l'indice di rifrazione vale $n = 1.33$.

Domande:

1) Definire cosa si intende per onda stazionaria e fornire alcuni esempi.

2) Descrivere l'effetto Doppler.

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.

Soluzioni:

1)

$$a) y = 4 \sin\left(\frac{2\pi}{400}x - \frac{2\pi}{0.02}t + \pi\right) = A \sin(kx - \omega t + \varphi)$$

$$A = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m};$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{400} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = 400 \text{ cm} = 4 \text{ m}$$

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{0.02} \Rightarrow \nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{0.02 \text{ s}} = 50 \text{ Hz}$$

Posso riscrivere l'espressione dell'onda come:

$$y = 4 \sin\left[\left(-\frac{2\pi}{400}\right)\left(x - \frac{400}{0.02}t\right)\right] = f(x - vt)$$

$$\text{da cui si evince che } v = \frac{400}{0.02} \text{ cm/s} = 200 \text{ m/s}$$

b) La velocità trasversale è data da:

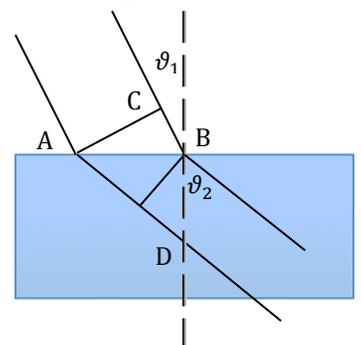
$$v_y = \dot{y} = \frac{\partial}{\partial t} [A \sin(kx - \omega t + \varphi)] = -A\omega \cos(kx - \omega t + \varphi)$$

$$v_y = -0.04 \frac{2\pi}{0.02} \cos\left(\frac{2\pi}{400}800 - \frac{2\pi}{0.02}0.04 + \pi\right) = -4\pi \cos \pi = 12,57 \text{ m/s}$$

2) Nel passaggio fra i due mezzi la frequenza non cambia, ma cambia la lunghezza d'onda:

$$\omega = k_1 v_1 = k_2 v_2$$

a) Osservando la figura si nota che i punti di una superficie d'onda (AC) arrivano sulla superficie di separazione in tempi diversi. I primi che arrivano (A) hanno velocità maggiore nel nuovo mezzo e percorrono un tratto AD maggiore dei secondi (B) che stanno ancora muovendosi in aria e nello stesso tempo percorrono un tratto CB.



Essendo i triangolo ABC e ABD rettangoli con l'ipotenusa in comune, vale la relazione:

$$AB = \frac{CB}{\sin \vartheta_1} = \frac{AD}{\sin \vartheta_2}$$

con $CB = v_1 \cdot \Delta t$ e $AD = v_2 \cdot \Delta t$ segue

$$\frac{v_1}{\sin \vartheta_1} = \frac{v_2}{\sin \vartheta_2} \Rightarrow \sin \vartheta_2 = \frac{v_2}{v_1} \sin \vartheta_1 \Rightarrow \vartheta_2 = 48,7^\circ$$

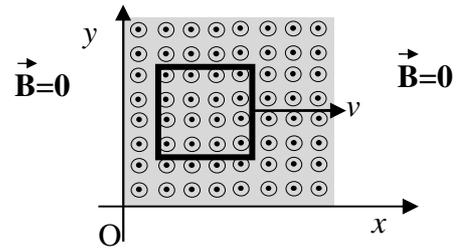
b) L'angolo limite si ottiene imponendo $\vartheta_2 = 90^\circ \Rightarrow \vartheta_1 = 13,4^\circ$

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa
CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni
9 Giugno 2015

Elettromagnetismo - Compito A

Esercizi:

1) Un circuito rigido quadrato, di lato $L=70$ cm, è costituito di un filo di alluminio (resistività $\rho=2.56 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$) di sezione $S=12 \text{ mm}^2$. Esso si trova nel piano xy con i lati paralleli ai due assi, ed è immerso (nel vuoto) in un campo di induzione magnetica uniforme di modulo $B_z=0,6$ T diretto lungo l'asse z nel verso positivo, limitato all'area grigia di figura. Il circuito, inizialmente tutto immerso nel campo magnetico, trasla parallelamente all'asse x con una velocità che viene mantenuta costante di modulo $V_0=24$ cm/s.



Calcolare, giustificando:

- il verso della corrente indotta (orario o antiorario), con riferimento alla figura;
- l'intensità di tale corrente nel circuito durante il moto;
- l'energia totale dissipata nel circuito per effetto Joule;
- il lavoro effettuato per portare il circuito completamente fuori del campo.

2) Due superfici piane indefinite parallele al piano xy , disposte ad una quota $z=\pm d$, con $d=1,2$ cm, sono caricate con una densità superficiale uniforme di valore rispettivamente $\sigma_1=6 \mu\text{C}/\text{m}^2$ e $\sigma_2=8 \mu\text{C}/\text{m}^2$. Calcolare: a) modulo e verso della pressione elettrostatica (forza per unità di superficie) esercitata su ciascuna delle due superfici, b) il campo elettrico nell'origine delle coordinate.

3) Un anello di raggio $R=35$ cm e spessore trascurabile ha una densità lineare di carica uniforme pari a $\lambda=4 \mu\text{C}/\text{m}$ e ruota attorno al suo asse di simmetria con una velocità angolare pari a $\omega=45$ rad/s. Calcolare: a) il campo magnetico al centro dell'anello e b) il lavoro necessario per trasportare una carica puntiforme $q=9 \mu\text{C}$ dall'infinito al centro della distribuzione stessa.

Domande:

- Definire e discutere le caratteristiche principali della corrente di spostamento.
- Spiegare tramite esempi la legge di Lenz.
- Fornire una definizione di campo elettrostatico e discutere le sue proprietà principali.

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.

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2), \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N s}^2/\text{C}^2.$$

Fisica Generale T2 – Dott.ssa L. Fabbri

CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

9 Giugno 2015

Compito di Onde

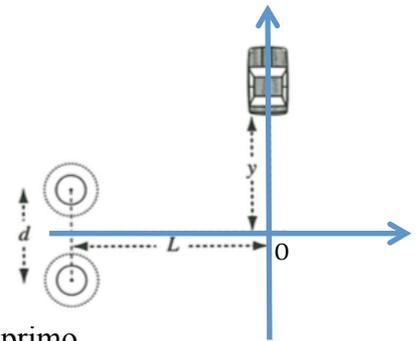
Esercizi:

- 1) Un'onda che si propaga su di una corda tesa è descritta dalla seguente equazione:

$$z = 2 \cos[125.7 t - 12.6 x]$$

dove z indica lo spostamento trasversale rispetto alla posizione di equilibrio. z , x sono espressi in metri e t in secondi.

- a) Calcolare ampiezza, lunghezza d'onda, frequenza e velocità di propagazione dell'onda.
b) Calcolare la velocità trasversale della corda nella posizione $x = 1.5$ m all'istante $t = 0.05$ s
- 2) Due antenne radio sincrone, ciascuna di potenza $P = 5$ W distano $d = 200$ m e trasmettono onde sferiche sulla lunghezza d'onda λ . Una radio su di un'automobile che si sposta parallelamente alle antenne alla distanza $L = 2$ km riceve i segnali. Quando si trova a distanza $y = 400$ m rispetto all'origine del sistema di riferimento rappresentato in figura, si trova nella posizione del secondo massimo di intensità.



Calcolare:

- a) la lunghezza d'onda e la frequenza delle due antenne;
b) l'intensità del segnale rilevato;
c) la distanza di cui deve avanzare la macchina per trovarsi nel primo massimo successivo.
- 3) Calcolare la pressione di radiazione esercitata dalle onde elettromagnetiche emesse da una lampadina di potenza $P = 50$ W, su di una superficie S posta a distanza $d = 10$ cm dalla lampadina. (*Si consideri la radiazione emessa isotropicamente.*)

Domande:

- 1) Quando un'onda si definisce polarizzata? Descrivere il fenomeno e fornire alcuni esempi.
2) Che cosa rappresenta l'indice di rifrazione di un mezzo? Descrivere e commentare alcuni casi.

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.

Soluzioni:

1)

$$y = 2 \cos[125.7 t - 12.6 x] = A \cos(kx - \omega t + \varphi)$$

$$A = 2 \text{ m}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = 12.6 \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = 0.5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$$

$$\omega = 2\pi\nu = 125.7 \Rightarrow \nu = \frac{\omega}{2\pi} = 20 \text{ Hz}$$

$$v = \lambda\nu = 0.5 * 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

a) La velocità trasversale è data da:

$$v_z = \dot{z} = \frac{\partial}{\partial t} [A \cos(kx - \omega t + \varphi)] = A\omega \sin(kx - \omega t + \varphi)$$

$$v_z = 2 \cdot 125.7 \sin(12.6 \cdot 1.5 - 125.7 \cdot 0.05) \frac{\text{m}}{\text{s}} = 251,4 \cdot \sin(12.615) \frac{\text{m}}{\text{s}} = 54,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2) **ATTENZIONE:** sono onde sonore => non si può parlare di indice di rifrazione come c/v !
Nel passaggio fra i due mezzi la frequenza non cambia, ma cambia la lunghezza d'onda:

a)

a) Osservando la figura si nota che i punti di una superficie d'onda (AC) arrivano sulla superficie di separazione in tempi diversi. I primi che arrivano (A) hanno velocità maggiore nel nuovo mezzo e percorrono un tratto AD maggiore dei secondi (B) che stanno ancora muovendosi in aria e nello stesso tempo percorrono un tratto CB.

Essendo i triangolo ABC e ABD rettangoli con l'ipotenusa in comune, vale la relazione:

$$AB = \frac{CB}{\sin \vartheta_1} = \frac{AD}{\sin \vartheta_2}$$

con $CB = v_1 \cdot \Delta t$ e $AD = v_2 \cdot \Delta t$ segue

$$\frac{v_1}{\sin \vartheta_1} = \frac{v_2}{\sin \vartheta_2} \Rightarrow \sin \vartheta_2 = \frac{v_2}{v_1} \sin \vartheta_1 \Rightarrow \vartheta_2 = 48,7^\circ$$

b)

3) La pressione di radiazione è pari a: $P_{rad} = \frac{I}{c}$ dove I è l'intensità della radiazione che incide sulla superficie S

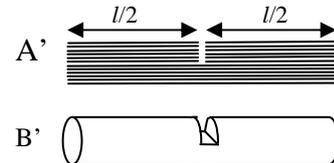
L'intensità è legata alla potenza P dalla relazione: $I = \frac{P}{4\pi r^2}$ pertanto

$$P_{rad} = \frac{I}{c} = \frac{P}{4\pi r^2 c} = 1,3 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa
 CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni
 14 Luglio 2015
Elettromagnetismo - Compito A

Esercizi:

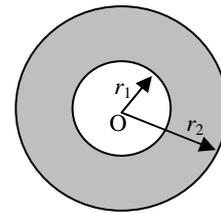
1) Si considerino due conduttori, composti con materiale di resistività $\rho = 1.8 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$, lunghi $l = 1$ m. Il primo conduttore, detto A, è costituito da 100 fili, ognuno di sezione $S_A = 1 \text{ mm}^2$, isolati; l'altro, detto B, è formato da un unico cilindro di sezione $S_B = 1 \text{ cm}^2$.



Calcolare, giustificando:

- a) la resistenza elettrica offerta dai due conduttori lungo la direzione di l .
- b) supponendo che entrambi i conduttori vengano tagliati parzialmente nel punto di mezzo in modo che la loro sezione si dimezzi (vedi figura), calcolare la resistenza totale di A' e B', nell'ipotesi che la larghezza del taglio sia molto minore di l .
- c) se in tale condizione in entrambi i conduttori circola una corrente di $I = 100$ A, calcolare la potenza dissipata.

2) Una corona circolare di materiale conduttore ha raggio minore $r_1 = 15$ cm, raggio maggiore $r_2 = 30$ cm e spessore $d = 1$ cm ed è percorsa da una corrente di densità uniforme $J = 200 \text{ A/m}^2$. Determinare:



- a) La corrente totale che circola nella corona;
- b) Il modulo del campo magnetico al centro O della corona.

3) Un campo magnetostatico ha l'espressione $\vec{B}(x, y, z) = \frac{B_0}{L^2} (yz\hat{i} + xz\hat{j} + xy\hat{k})$. Calcolare il flusso di tale campo su un quadrato di lato L disposto nel piano xy con un vertice nell'origine e un altro in $(L, L, 0)$.

Domande:

- 1) Definire l'induttanza e spiegare le applicazioni degli induttori.
- 2) Spiegare le caratteristiche del campo elettrostatico nella regione di separazione tra un conduttore e il vuoto.
- 3) Fornire una definizione operativa dell'unità di misura della corrente elettrica.

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.

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2), \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N s}^2/\text{C}^2.$$

Fisica Generale T2 – Dott.ssa L. Fabbri

CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

14 Luglio 2015

Compito di Onde

Esercizi:

1) Supponiamo che il campo elettrico di un'onda elettromagnetica nel vuoto sia

$$\vec{E} = 31 \frac{N}{C} \cos \left[\left(1.8 \frac{rad}{m} \right) y + \left(5.4 \cdot 10^8 \frac{rad}{s} \right) t \right] \hat{i}$$

Ricavare:

- a) la direzione di propagazione dell'onda;
 - b) la lunghezza d'onda λ ;
 - c) la frequenza ν ;
 - d) l'ampiezza del campo magnetico dell'onda.
 - e) Scrivere l'espressione del campo magnetico dell'onda.
- 2) Un fascio di luce monocromatica di lunghezza d'onda di 563 nm viene utilizzato per un esperimento di doppia fenditura in cui la distanza fra le fenditure è di 0.15 mm.
Determinare
- a) gli angoli ai quali si generano i massimi del primo e del secondo ordine;
 - b) gli angoli ai quali si generano i minimi del primo e del secondo ordine.
- 3) Si consideri un'onda armonica progressiva, polarizzata linearmente lungo y che si propaghi su di una corda tesa nella direzione x . Sia A l'ampiezza dell'onda, ν la sua frequenza e siano μ e T la densità di massa e la tensione della corda su cui l'onda si propaga.
- a) Scrivere l'equazione dell'onda;
 - b) Calcolare la potenza media trasportata.

Domande:

- 1) Che cosa rappresentano velocità di fase e velocità di gruppo di un pacchetto di onde?
- 2) Qual è l'angolo di Brewster per un raggio di luce proveniente dall'aria e incidente su di una superficie d'acqua ($n_{\text{acqua}} = 1.33$)?

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.

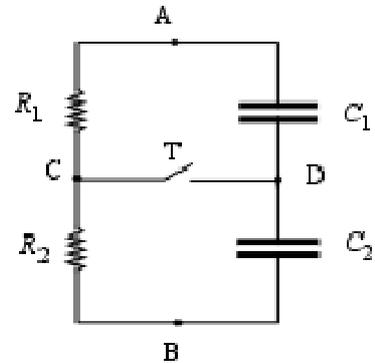
Soluzioni:

Fisica Generale T2 - Prof. M. Villa
 CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni
 10 Settembre 2015

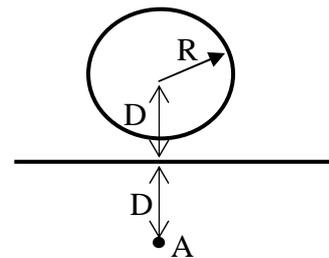
Elettromagnetismo - Compito A

Esercizi:

- 1) Sia data la parte di circuito mostrato in figura, dove l'interruttore T è inizialmente aperto. Sapendo che $V_A=36$ V, $V_B=0$, $R_1=12 \Omega$, $R_2=6 \Omega$, $C_1=24 \mu\text{F}$ e $C_2=12 \mu\text{F}$, calcolare:
- la differenza di potenziale tra i punti C e D, $V_{CD}=V_C-V_D$;
 - in seguito si procede alla chiusura dell'interruttore T; determinare il potenziale in D e la carica su C_1 ;
 - la variazione di energia immagazzinata nel circuito tra interruttore aperto e interruttore chiuso.



- 2) Un anello di raggio $R=12$ cm e un filo rettilineo giacciono nello stesso piano orizzontale. L'anello è percorso in senso orario da una corrente $I_a=3$ A e la distanza D tra il centro dell'anello e il filo vale $D=15$ cm. Sapendo che nel centro dell'anello si osserva un campo magnetico nullo, determinare:



- La corrente presente nel filo rettilineo e il suo verso;
 - Il modulo del campo magnetico totale nel punto A, posto ad una distanza D dal filo e disposto simmetricamente dall'altra parte rispetto al centro dell'anello;
 - Direzione e verso della forza magnetostatica complessiva che agisce sul filo.
- 3) Un campo elettrostatico ha l'espressione $\vec{E}(x, y, z) = \frac{E_0}{R^2} [2xz\hat{i} + 2yz\hat{j} + (x^2 + y^2)\hat{k}]$. Calcolare il flusso di tale campo su un cerchio di raggio R disposto nel piano xy con il centro nell'origine.

Domande:

- Definire la capacità e spiegare le applicazioni dei capacitori.
- Spiegare le caratteristiche del campo elettrostatico nella regione di separazione tra un dielettrico e il vuoto.
- Fornire una definizione operativa della forza elettromotrice di una pila.

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.

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2), \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Ns}^2/\text{C}^2.$$

Fisica Generale T2 – Dott.ssa L. Fabbri

CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

10 Settembre 2015

Compito di Onde

Esercizi:

1) La sirena di un'auto della polizia emette un suono bitonale alle frequenze di 466 Hz e 622 Hz. Se l'auto viaggia a 80 km/h e l'aria è ferma:

a) quali frequenze vengono percepite da un passante che veda l'auto venirgli incontro?

b) Quali invece quelle percepite da un altro passante che veda l'auto allontanarsi?

Si assuma la velocità del suono in aria pari a di 330 m/s.

2) L'intensità della luce solare trasmessa dal vetro di una finestra è di 850 W/m^2 . Quanto deve essere grande la superficie della finestra affinché quando i raggi solari incidono formando un angolo di 45° con la normale alla finestra stessa la potenza fornita alla stanza sia di 500 W?

3) Sia dato un reticolo di diffrazione illuminato da una lampada ad idrogeno che emette alla frequenza $\lambda = 656.3 \text{ nm}$. Se un massimo del primo ordine si trova in corrispondenza dell'angolo $\theta = 18.3^\circ$

a) Qual è la distanza tra le fenditure del reticolo?

Un'altra sorgente produce tramite lo stesso dispositivo una riga discreta con un massimo in posizione $\theta = 15.7^\circ$

b) Qual è la lunghezza d'onda della seconda sorgente?

c) Se il raggio illumina 645 fenditure del reticolo, qual è la semi-larghezza angolare di ciascuno di questi massimi?

Domande:

1) Scrivere l'espressione della potenza trasportata da un'onda progressiva che si propaga su di una corda tesa, in funzione del tempo e dello spazio. Calcolare il valore massimo e minimo.

2) Scrivere l'espressione del terzo armonico di un'onda stazionaria che si propaghi con velocità v lungo una corda tesa di lunghezza L .

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.

Soluzioni:

1. Passante davanti alla macchina:

$$v = v_0 \frac{v}{v - v_p} = 466 \text{ Hz} \frac{330 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{330 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 22.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 499 \text{ Hz}$$
$$622 \text{ Hz} \frac{330 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{330 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 22.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 667 \text{ Hz}$$

Passante dietro alla macchina:

$$v = v_0 \frac{v}{v + v_p} = 466 \text{ Hz} \frac{330 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{330 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 22.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 436 \text{ Hz}$$
$$622 \text{ Hz} \frac{330 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{330 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 22.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 583 \text{ Hz}$$

2. $P = I \hat{n} \cdot \vec{S} = I \cdot S \cdot \cos 45^\circ$

$$S = \frac{P}{I \cdot \cos 45^\circ} = \frac{500 \text{ W}}{850 \text{ W/m}^2} \cdot \sqrt{2} = 0.83 \text{ m}^2$$

3.

a. $d \sin \theta = m\lambda \quad d = \frac{\lambda}{\sin \theta} = 2090 \text{ nm} = 2.09 \mu\text{m}$

b. $d \sin \theta = m\lambda \Rightarrow \lambda = 2090 \text{ nm} \cdot \sin 15.7^\circ = 565.6 \text{ nm}$

c. $\Delta\vartheta = \frac{\lambda}{Nd \cos \theta} = \frac{d \sin \theta}{Nd \cos \theta} = \frac{1}{N} \tan \theta = 0.4 \text{ mrad}$