

# Fisica Generale LB - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni

31 Maggio 2007

## Primo parziale - Compito A

### Esercizi:

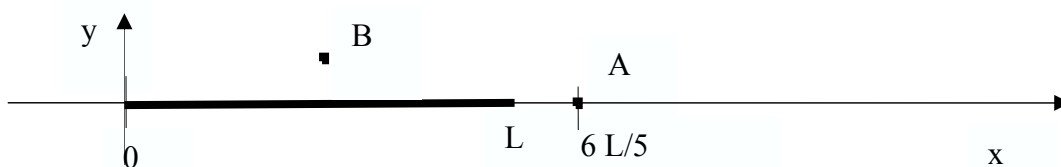
1) Un sistema elettrostatico è costituito da un cubo di rame di lato  $L=3$  cm, ricoperto da una pellicola dielettrica ( $\epsilon_r = 4$ ) di spessore  $d=0.1$  mm e da quattro armature quadrate di lato pari ad  $2L/3$ . Le armature sono a contatto con la pellicola e disposte simmetricamente sulle quattro superfici laterali del cubo; le armature opposte sono collegate da due fili di rame e collegate a due terminali A e B. Nelle approssimazioni che si riterrà utile introdurre, calcolare:

a) la capacità equivalente del sistema;

b) le cariche sulle armature quando tra i terminali A e B vi è una ddp di  $\Delta V = 50V$  ;

c) il flusso del campo elettrico attraverso la pellicola dielettrica.

2) Su di un filo rettilineo metallico di spessore trascurabile e lunghezza  $L=16$  cm, disposto in un piano xy come in figura, è distribuita uniformemente una carica  $Q=20$  nC,. Determinare il campo elettrico a)  $\vec{E}(A)$  nel punto A di coordinate  $(6L/5, 0)$  e b)  $\vec{E}(B)$  nel punto B di coordinate  $(L/2, L/5)$ , nelle approssimazioni che si riterrà utile introdurre.



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

### Domande:

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

5) Discutere le caratteristiche del campo elettrico in presenza di 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.*

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

# Fisica Generale LB - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni

31 Maggio 2007

## Primo parziale - Compito B

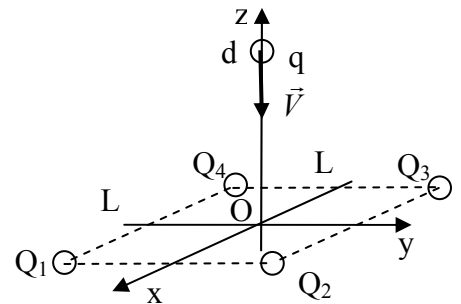
### Esercizi:

1) Un sistema elettrostatico è costituito da una sfera metallica di raggio  $R_1 = 5\text{cm}$ , da un primo guscio sferico concentrico di raggio  $R_2 = 7\text{cm}$  e da un secondo guscio sferico concentrico di raggio  $R_3 = 9\text{cm}$ , entrambi di spessore trascurabile. Inizialmente sul sistema è presente una carica  $Q_2 = 30\mu\text{C}$  distribuita sul primo guscio sferico di raggio  $R_2$ . Ad un certo istante, tramite due sottili fili metallici, il primo guscio viene messo a contatto con la sfera e con il secondo guscio. Determinare: 1) come si distribuisce la carica; 2) calcolare l'energia elettrostatica iniziale e finale e 3) verificare che lo stato finale ha una energia elettrostatica minore di quella iniziale.

2) Sui vertici di un quadrato di lato  $L$ , giacente nel piano  $(xy)$  sono disposte 4 cariche elettriche positive  $Q_1=Q_2=Q_3=Q_4=Q$ . Lungo l'asse  $z$ , verso il centro  $O$  del quadrato, si muove un punto materiale di massa  $M$  e carica  $q=2Q$ . Determinare, trascurando gli eventuali effetti della forza peso:

a) l'espressione della velocità minima  $V$  che il punto materiale deve possedere per raggiungere  $O$ , quando si trova ad una coordinata  $d = \sqrt{3/2}L$ .

b) il campo elettrico  $\vec{E}(0,0,0)$  quando la carica  $q$  è nel punto sull'asse  $z$  di coordinata  $z=d$ .



3) In una regione di spazio è presente un campo elettrico dato da  $\vec{E}(x,y,z) = \alpha(y^2\hat{i} + (2xy + z^2)\hat{j} + 2yz\hat{k})$ . Determinare il flusso del campo elettrico attraverso una superficie quadrata di vertici  $(0,0,0)$ ,  $(0,0,L)$ ,  $(L,0,L)$ ,  $(L,0,0)$ .

### Domande:

- 4) Enunciare e discutere la legge di Gauss in forma macroscopica.
- 5) Discutere le caratteristiche del campo elettrico nel vuoto.

*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 LB - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni

31 Maggio 2007

## Primo parziale - Compito C

### Esercizi:

1) Un sistema elettrostatico è costituito da un cubo di rame di lato  $L=9$  cm, ricoperto da una pellicola dielettrica ( $\epsilon_r = 4$ ) di spessore  $d=0.2$  mm e da tre armature quadrate di lato pari ad  $2L/3$ . Le armature sono a contatto con la pellicola e disposte simmetricamente su due superfici laterali del cubo e sulla superficie più in alto; le armature laterali sono collegate da un filo di rame e collegate ad un terminale A e l'armatura superiore è collegata ad un terminale B. Nelle approssimazioni che si riterrà utile introdurre, calcolare:

- la capacità equivalente del sistema;
- le cariche sulle armature quando tra i terminali A e B vi è una ddp di  $\Delta V = 30V$  ;
- il flusso del campo elettrico attraverso la pellicola dielettrica.

2) Su di filo rettilineo di spessore trascurabile e lunghezza  $L=5$  cm è presente una carica elettrica distribuita secondo una legge  $\lambda(x) = \lambda_0 x/L$  con  $\lambda_0 = 15nC/m$ , disposto come in figura. Determinare a) la carica totale Q sul filo e b) il campo elettrico  $\vec{E}(O)$  nell'origine delle coordinate.



3) In una regione di spazio è presente un campo elettrico dato da  $\vec{E}(x, y, z) = \alpha(y^2\hat{i} + (2xy + z^2)\hat{j} + 2yz\hat{k})$ . Determinare il flusso del campo elettrico attraverso la superficie di un cubo di lato L, disposto con un vertice nell'origine, un vertice in (L,L,L) e con le facce parallele ai piani  $x=0$ ,  $y=0$ ,  $z=0$ .

### Domande:

- Discutere le caratteristiche di un sistema descrivibile come un dipolo elettrico.
- Discutere le caratteristiche del campo elettrico nel vuoto.

*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.*

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

# Fisica Generale LB - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni

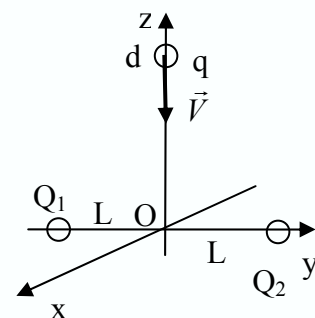
31 Maggio 2007

## Primo parziale - Compito D

### Esercizi:

1) Un condensatore cilindrico è costituito da un'anima cilindrica di raggio  $R_1 = 5\text{cm}$  e altezza  $h = 20\text{cm}$ , e da una seconda armatura a forma di tubo, di raggio interno  $R_2 = 7\text{cm}$  stessa altezza, stesso asse di simmetria. Il sistema viene caricato tramite un generatore con una ddp di  $V = 15\text{V}$ . Successivamente si stacca il condensatore cilindrico dal generatore e si inserisce nello spazio tra le armature un tubo metallico cilindrico, stessa altezza, stesso asse di simmetria di raggio interno  $R_i = 5.5\text{cm}$  e raggio esterno  $R_e = 6.5\text{cm}$ . Determinare: 1) la capacità iniziale del sistema; 2) la capacità finale del sistema; 3) la ddp tra le armature nella condizione finale.

2) Due cariche elettriche di carica positiva  $Q_1=Q_2=2Q$  sono disposte come in figura, simmetricamente lungo l'asse  $y$  ad una distanza  $L$  dall'origine. Lungo l'asse  $z$ , verso l'origine  $O$  del sistema di assi, si muove un punto materiale di massa  $M$  e carica  $q=Q$ . Determinare, trascurando gli eventuali effetti della forza peso:



a) l'espressione della velocità minima  $V$  che il punto materiale deve possedere per raggiungere  $O$ , quando inizialmente si trova ad una coordinata  $d = L\sqrt{3}$ .

b) la densità di energia presente in  $O$  nello stesso istante.

3) In una regione di spazio è presente un campo elettrico dato da  $\vec{E}(\vec{r}) = \alpha\vec{r}$ . Determinare la carica elettrica contenuta in una sfera di raggio  $R$  con centro nell'origine delle coordinate.

### Domande:

4) Discutere le caratteristiche elettriche dei condensatori con dielettrico.

5) Discutere le conseguenze del principio di sovrapposizione del campo elettrico.

*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.*

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

# Fisica Generale LB - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni

26 Giugno 2007

## Secondo parziale - Compito A

### Esercizi:

- 1) Un filo conduttore lungo  $L = 2$  m è percorso da una corrente costante  $I = 10$  A. Determinare la direzione ed il modulo della forza che si esercita sul filo quando questo è immerso in un campo magnetico uniforme avente modulo  $B = 2$  T diretto:
  - a) parallelamente al filo;
  - b) ortogonalmente al filo;
  - c) formante un angolo di  $45^\circ$  con il filo.
- 2) Una spira di raggio  $R_1 = 2$  m, disposta in un piano orizzontale, è attraversata da una corrente pari a 40 A. Al centro della spira è presente una seconda spira, molto più piccola, di raggio  $R_2 = 5$  cm. Sapendo che la seconda spira ha una resistenza complessiva di 4 Ohm e che sta ruotando attorno ad un suo diametro orizzontale con velocità angolare  $\omega$ , determinare, nelle approssimazioni che si riterrà utile introdurre, la velocità angolare sapendo che si osserva una corrente indotta massima di  $3 \mu\text{A}$ .
- 3) Sia dato un campo vettoriale  $\vec{v}(x, y, z) = \alpha xy \hat{i} + \beta y^2 \hat{j}$ . Determinare le condizioni a cui devono soddisfare i coefficienti  $\alpha$  e  $\beta$  affinché il campo possa essere un campo magnetico. Determinare la densità di corrente totale.

### Domande:

- 4) Enunciare e commentare brevemente la legge di Faraday –Neumann.
- 5) Discutere le caratteristiche del campo magnetico nel vuoto.

*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.*

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

# Fisica Generale LB - Prof. M. Villa

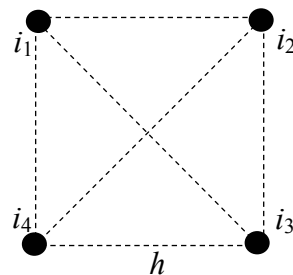
CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni

26 Giugno 2007

## Secondo parziale - Compito B

### Esercizi:

- 1) Quattro fili rettilinei indefiniti sono disposti lungo gli spigoli di un parallelepipedo retto a sezione quadrata di lato  $h$  e sono percorsi rispettivamente dalle correnti  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$  e  $i_4$  aventi uguale intensità  $i$ . Calcolare il campo magnetico al centro della sezione quadrata nei seguenti casi:
- $i_1 = i_2 = i_3 = i_4$ ;
  - $i_1 = i_2 = i$  e  $i_3 = i_4 = -i$ ;
  - $i_1 = i_3 = i$  e  $i_2 = i_4 = i$ ;



- 2) Una spira quadrata metallica di lato  $L=30$  cm e resistenza  $R=20$  Ohm è appoggiata su piano orizzontale, dove è presente un campo magnetico verticale di modulo pari a  $B=4$  T. Ad un certo punto la spira viene spostata, sul piano orizzontale fino ad una regione dove il campo magnetico è assente. Determinare, nelle approssimazioni che si riterrà utile introdurre, quanta carica ha attraversato una sezione arbitraria della spira durante tutto lo spostamento.
- 3) Sia dato un campo vettoriale  $\vec{v}(x, y, z) = \alpha x \hat{i} + (\alpha z^2 - \beta x^2) \hat{j} + \beta z \hat{k}$ . Determinare le condizioni a cui devono soddisfare i coefficienti  $\alpha$  e  $\beta$  affinché il campo possa essere un campo magnetico. Determinare la densità di corrente totale.

### Domande:

- 4) Discutere e commentare brevemente la legge di conservazione della carica elettrica.
- 5) Discutere la legge di Ampere-Maxwell.

*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.*

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

# Fisica Generale LB - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni

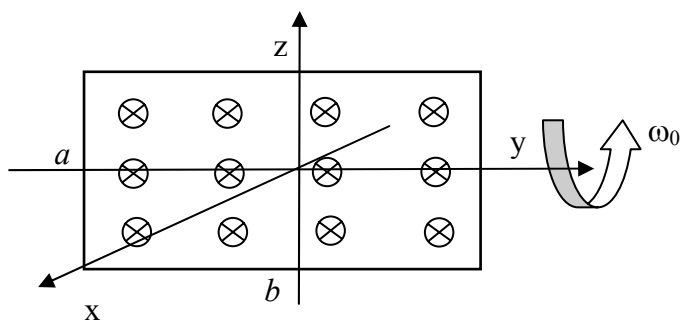
26 Giugno 2007

## Secondo parziale - Compito C

### Esercizi:

- 1) Una bobina avente resistenza  $R=4.5$  Ohm ed induttanza  $L=5$  mH, è connessa ad una batteria avente f.e.m.  $=12$  V e con resistenza interna  $R_i=0.5$  Ohm. Calcolare a) dopo quanto tempo  $\tau$ , dall'istante in cui viene chiuso l'interruttore ( $t=0$ ), la corrente raggiunge il 90% del suo valore finale; b) l'energia immagazzinata nel campo magnetico in quel momento e c) quanta energia è stata assorbita dalla batteria tra  $t=0$  e  $t=\tau$ .

- 2) Una spira rettangolare di lati  $a$  e  $b$  e di resistenza totale  $2R$  si trova in una regione di spazio in cui è presente il campo induzione magnetica  $\vec{B} = -B_0\vec{i}$ , dove  $B_0$  è una costante nota. Al tempo  $t=0$  la spira, che inizialmente giace nel piano  $yz$  (vedi figura), inizia ruotare attorno all'asse  $y$  con velocità angolare costante  $\omega_0$ . Determinare:



- a) la circuitazione del campo elettrico indotto sulla spira;  
b) l'intensità della corrente che circola nella spira al tempo  $T=\pi/\omega_0$ .

- 3) Sia dato un campo elettrico  $\vec{E}(x, y, z) = \alpha x^3 \hat{i} / L^2 + (\alpha z - \beta x) \hat{j} + \beta z^2 \hat{k} / L$ . Determinare una possibile forma per il campo magnetico indotto sapendo che  $\vec{B}(x=0, y=0, z=0, t=0) = B_0 \hat{j}$ .

### Domande:

- 4) Definire e commentare brevemente la corrente di spostamento.  
5) Discutere le leggi di Kirchhoff.

*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.*

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

# Fisica Generale LB - Prof. M. Villa

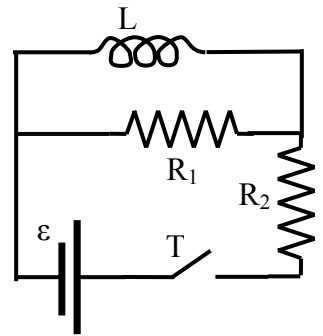
CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni

26 Giugno 2007

## Secondo parziale - Compito D

### Esercizi:

- 1) Un circuito elettrico ha una resistenza  $R=40$  Ohm ed una induttanza  $L=2$  mH disposte tra loro in parallelo ed entrambe in serie con una seconda resistenza di pari valore. Tutto il sistema è inizialmente ( $t \leq 0$ ) connesso con una f.e.m. pari a 12 V. Se all'istante  $t=0$  si apre il circuito, calcolare a) dopo quanto tempo  $\tau$ , dall'istante in cui viene aperto l'interruttore la corrente nell'induttanza raggiunge il 10% del suo valore iniziale; b) l'energia immagazzinata nel campo magnetico in quel momento e c) quanta energia è stata dispersa sulla resistenza in parallelo.



- 2) Una particella di massa  $m$  incognita e carica  $q = 1.6 \cdot 10^{-19} C$  viaggia su una traiettoria rettilinea in una regione dove sono presenti un campo elettrico pari a 100 V/m e un campo magnetico pari a 0.2 T entrambi perpendicolari alla direzione della velocità e perpendicolari tra loro. Sapendo che successivamente, la particella entra in una regione dove è presente solo il campo magnetico e che qui la particella percorre orbite circolari di raggio  $R=12$  cm, determinare la massa e la velocità della particella.
- 3) Sia dato un campo magnetico  $\vec{B}(x, y, z) = \alpha x \hat{i} + (\alpha y - \beta x) \hat{j} + \beta z \hat{k}$ . Determinare una possibile forma per il campo elettrico indotto sapendo che  $\vec{E}(x=0, y=0, z=0, t=0) = E_0 \hat{j}$ .

### Domande:

- 4) Descrivere e commentare le sorgenti del campo magnetico.  
5) Fornire una definizione operativa per l'Ampere.

*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.*

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



# Fisica Generale LB - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni

26 Giugno 2007

## Compito A

### Esercizi:

1) Un filo conduttore lungo  $L = 2$  m è percorso da una corrente costante  $I = 10$  A. Determinare la direzione ed il modulo della forza che si esercita sul filo quando questo è immerso in un campo magnetico uniforme avente modulo  $B = 2$  T diretto:

- d) parallelamente al filo;
- e) ortogonalmente al filo;
- f) formante un angolo di  $45^\circ$  con il filo.

2) Una spira di raggio  $R_1 = 2$  m è attraversata da una corrente pari a 40 A. Al centro della spira è presente una seconda spira, molto più piccola di raggio  $R_2 = 5$  cm. Sapendo che la seconda spira ha una resistenza complessiva di 4 Ohm e che sta ruotando attorno ad un suo diametro con velocità angolare  $\omega$ , determinare, nelle approssimazioni che si riterrà utile introdurre la velocità angolare sapendo che si osserva una corrente indotta massima di  $3 \mu\text{A}$ .

3) Sia dato un campo vettoriale  $\vec{v}(x, y, z) = \alpha xy \hat{i} + \beta y^2 \hat{j}$ . Determinare le condizioni a cui devono soddisfare i coefficienti  $\alpha$  e  $\beta$  affinché il campo possa essere un campo magnetico. Determinare la densità di corrente totale.

4) Considerato un cilindro circolare retto indefinito di raggio  $R$ , entro il quale sia distribuita una carica elettrica positiva con densità di volume  $\rho = \rho_0 \frac{r^2}{R^2}$ , dove  $r$  indica la distanza dall'asse del cilindro, calcolare il campo elettrico in ogni punto dello spazio.

### Domande:

- 1) Enunciare e commentare brevemente la legge di Faraday –Neumann.
- 2) Discutere le caratteristiche del campo magnetico nel vuoto.
- 3) Discutere le caratteristiche dei resistori.

*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.*

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

# Fisica Generale LB - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni

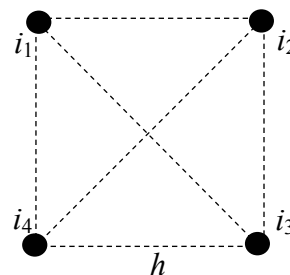
26 Giugno 2007

## Compito B

### Esercizi:

1) Quattro fili rettilinei indefiniti sono disposti lungo gli spigoli di un parallelepipedo retto a sezione quadrata di lato  $h$  e sono percorsi rispettivamente dalle correnti  $i_1, i_2, i_3$  e  $i_4$  aventi uguale intensità  $i$ . Calcolare il campo magnetico al centro della sezione quadrata nei seguenti casi:

- d)  $i_1 = i_2 = i_3 = i_4$ ;
- e)  $i_1 = i_2 = i$  e  $i_3 = i_4 = -i$ ;
- f)  $i_1 = i_3 = i$  e  $i_2 = i_4 = -i$ ;



2) Una spira quadrata metallica di lato  $L=30$  cm e resistenza  $R=20$  Ohm è appoggiata su piano orizzontale, dove è presente un campo magnetico verticale di modulo pari a  $B=4$  T. Ad un certo punto la spira viene spostata, sul piano orizzontale fino ad una regione dove il campo magnetico è assente. Determinare, nelle approssimazioni che si riterrà utile introdurre, quanta carica ha attraversato una sezione arbitraria della spira durante tutto lo spostamento.

3) Sia dato un campo vettoriale  $\vec{v}(x, y, z) = \alpha x \hat{i} + (\alpha z^2 - \beta x^2) \hat{j} + \beta z \hat{k}$ . Determinare le condizioni a cui devono soddisfare i coefficienti  $\alpha$  e  $\beta$  affinché il campo possa essere un campo magnetico. Determinare la densità di corrente totale.

4) Una carica puntiforme  $q$  si trova al centro di un cubo di lato  $2l$ . Calcolare:

- a) il flusso del campo elettrico  $\vec{E}$  attraverso ciascuna faccia del cubo;
- b) il flusso del campo elettrico  $\vec{E}$  attraverso ciascuna faccia di un cubo di lato  $l$  avente un vertice posizionato sulla stessa carica  $q$ .

### Domande:

- 1) Discutere e commentare brevemente la legge di conservazione della carica elettrica.
- 2) Discutere la legge di Ampere-Maxwell.
- 3) Discutere le proprietà del campo elettrico.

*Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Risolvere almeno tre 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.*

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

# Fisica Generale LB - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni

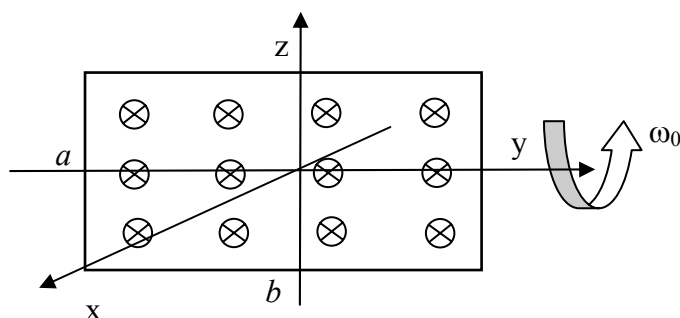
26 Giugno 2007

## Compito C

### Esercizi:

- 1) Una bobina avente resistenza  $R=4.5$  Ohm ed induttanza  $L=5$  mH, è connessa ad una batteria avete f.e.m.  $=12$  V e con resistenza interna  $R_i=0.5$  Ohm. Calcolare a) dopo quanto tempo  $\tau$ , dall'istante in cui viene chiuso l'interruttore ( $t=0$ ), la corrente raggiunge il 90% del suo valore finale; b) l'energia immagazzinata nel campo magnetico in quel momento e c) quanta energia è sta assorbita dalla batteria fino tra  $t=0$  e  $t=\tau$ .

- 2) Una spira rettangolare di lati  $a$  e  $b$  e di resistenza totale  $2R$  si trova in una regione di spazio in cui è presente il campo induzione magnetica  $\vec{B} = -B_0 \vec{i}$ , dove  $B_0$  è una costante nota. Al tempo  $t=0$  la spira, che inizialmente giace nel piano  $yz$  (vedi figura), inizia ruotare attorno all'asse  $y$  con velocità angolare costante  $\omega_0$ . Determinare:



- a) la circuitazione del campo elettrico indotto sulla spira;  
b) l'intensità della corrente che circola nella spira al tempo  $T=\pi/\omega_0$ .

- 3) Sia dato un campo elettrico  $\vec{E}(x, y, z) = \alpha x^3 \hat{i} + (\alpha z - \beta x) \hat{j} + \beta z^2 \hat{k}$ . Determinare una possibile forma per il campo magnetico indotto sapendo che  $\vec{B}(x=0, y=0, z=0, t=0) = B_0 \hat{j}$ .

- 4) Due fili rettilinei indefiniti sono disposti parallelamente tra loro ad una distanza  $d = 20$  cm e sono caricati con densità lineari di carica data da  $\lambda_1 = 40$  nC/m e  $\lambda_2 = -50$  nC/m. Determinare 1) la forza per unità di lunghezza esercitata sui fili ed 2) il modulo del campo elettrico in un punto a distanza  $d/2$  da entrambi i fili.

### Domande:

- 1) Definire e commentare brevemente la corrente di spostamento.
- 2) Discutere le leggi di Kirchhoff.
- 3) Discutere brevemente le caratteristiche dei condensatori.

*Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Risolvere almeno tre 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.*

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

# Fisica Generale LB - Prof. M. Villa

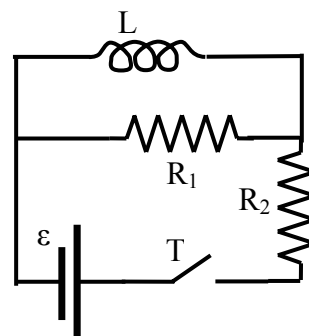
CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni

26 Giugno 2007

## Compito D

### Esercizi:

- 1) Un circuito elettrico ha una resistenza  $R=40$  Ohm ed una induttanza  $L=2$  mH disposte tra loro in parallelo ed entrambe in serie con una seconda resistenza di pari valore. Tutto il sistema è inizialmente ( $t \leq 0$ ) connesso con una f.e.m. pari a 12 V. Se all'istante  $t=0$  si apre il circuito, calcolare a) dopo quanto tempo  $\tau$ , dall'istante in cui viene aperto l'interruttore la corrente nell'induttanza raggiunge il 10% del suo valore iniziale; b) l'energia immagazzinata nel campo magnetico in quel momento e c) quanta energia è stata dispersa sulla resistenza in parallelo.



- 2) Una particella di massa  $m$  incognita e carica  $q = 1.6 \cdot 10^{-19} C$  viaggia su una traiettoria rettilinea in una regione dove sono presenti un campo elettrico pari a 100 V/m e un campo magnetico pari a 0.2 T entrambi perpendicolari alla direzione della velocità e perpendicolari tra loro. Sapendo che successivamente, la particella entra in una regione dove è presente solo il campo magnetico e che qui la particella percorre orbite circolari di raggio  $R=12$  cm, determinare la massa e la velocità della particella.
- 3) Sia dato un campo magnetico  $\vec{B}(x, y, z) = \alpha x \hat{i} + (\alpha y - \beta x) \hat{j} + \beta z \hat{k}$ . Determinare una possibile forma per il campo elettrico indotto sapendo che  $\vec{E}(x=0, y=0, z=0, t=0) = E_0 \hat{j}$ .
- 4) Due fili rettilinei indefiniti sono disposti parallelamente tra loro ad una distanza  $d = 80$  cm e sono caricati con densità lineari di carica data da  $\lambda_1 = 30 \mu C/m$  e  $\lambda_2$  incognita. Determinare 1) il valore di  $\lambda_2$  sapendo che sull'altro filo si esercita una forza (repulsiva) per unità di lunghezza pari a  $F/L = 3.37 N/m$  ed 2) il modulo del campo elettrico in un punto a distanza  $d/2$  da entrambi i fili.

### Domande:

- 1) Descrivere e commentare le sorgenti del campo magnetico.
- 2) Fornire una definizione operativa per l'Ampere.
- 3) Spiegare le leggi di Ohm.

*Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Risolvere almeno tre 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.*

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

**Fisica Generale LB - Prof. M. Villa**  
CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni  
16 Luglio 2007

**Compito A**

Esercizi:

- 1) Un circuito disposto nel piano  $xy$  è formato da una resistenza di valore  $R=4 \text{ k}\Omega$  collegata in serie con un condensatore di capacità  $C=5 \text{ }\mu\text{F}$  e racchiude una superficie di area  $A=10 \text{ cm}^2$ . Nella regione di spazio occupata dal circuito è presente un campo magnetico uniforme, diretto lungo un asse  $z$  perpendicolare al piano del circuito e variabile per  $t>0$  secondo la formula:  $\vec{B}(t) = B_0 \frac{t}{t_0} \hat{k}$ , con  $B_0 = 0.02 \text{ T}$  e  $t_0 = 0.2 \text{ s}$ . Sapendo che il condensatore è inizialmente scarico, calcolare: a) il verso della corrente indotta nel circuito, b) la corrente  $I(t)$  e la corrente massima; c) la carica massima accumulata sulle armature del condensatore; d) l'energia dissipata nel circuito tra  $0$  e  $t=+\infty$ .
  
- 2) Fissato un sistema di riferimento cartesiano  $Oxyz$ , si considerino due fili indefiniti paralleli all'asse  $z$  e passanti per i punti  $A=(d,0,0)$  e  $B=(0,d,0)$ , con  $d=16 \text{ cm}$ . Sapendo che sui fili è presente una uguale densità di carica costante pari a  $\lambda=3 \text{ nC/m}$ , calcolare l'espressione del campo elettrico generato nell'origine degli assi ed il suo modulo.
  
- 3) Siano dati due campi vettoriali di equazione:  $\vec{E}_1 = \alpha(z\hat{i} + y\hat{j} + x\hat{k})$  e  $\vec{E}_2 = \beta(y\hat{i} + (x+z)\hat{j} + y\hat{k})$ . Determinare quale tra i due campi può rappresentare un campo *elettrostatico* nel vuoto e il valore di  $\vec{\nabla}(\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2)$ .

Domande:

- 4) Fornire una definizione operativa dell'Ampere.
- 5) Spiegare cos'è il coefficiente di auto induttanza.
- 6) Spiegare la legge di Gauss.

*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.*

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

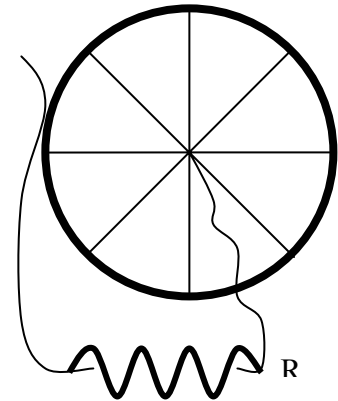
# Fisica Generale LB - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni  
16 Luglio 2006

## Compito B

Esercizi:

1) Una ruota metallica, costituita da un perno, un cerchione e 8 raggi è disposta in un piano orizzontale e ruota con una velocità angolare  $\omega = 4 \text{ rad/s}$  in una regione dove è presente un campo magnetico verticale di modulo  $B = 0.5 \text{ T}$ . Una resistenza di valore  $R = 10 \text{ Ohm}$  è collegata, tramite fili conduttori, al perno ed al cerchione. Sapendo che gli unici elementi resistivi importanti sono la resistenza esterna ed i raggi di lunghezza  $l = 20 \text{ cm}$ , sezione  $S = 1 \text{ mm}^2$  e resistività  $\rho = 15 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$ , determinare: 1) la forza elettromotrice indotta; b) la resistenza equivalente dell'intero circuito, c) la corrente circolante nella resistenza e d) il momento delle forze agente sulla ruota.



2) Fissato un sistema di riferimento cartesiano  $Oxyz$ , si considerino tre fili indefiniti paralleli all'asse  $z$  e passanti per i punti  $A = (d, 0, 0)$ ,  $B = (-d/2, 0, 0)$  e  $C = (-d, 0, 0)$ , con  $d = 25 \text{ cm}$ . Calcolare la densità di carica  $\lambda_A$  presente sul filo passante per  $A$  sapendo che sui fili passanti per  $B$  e  $C$  è presente una uguale densità di carica costante pari a  $\lambda = 8 \text{ nC/m}$  e che il campo elettrico generato nell'origine degli assi è nullo.

3) Siano dati due campi vettoriali di equazione:  $\vec{B}_1 = \alpha(2z\hat{i} + z\hat{j} + y\hat{k})$  e  $\vec{B}_2 = \beta(y\hat{i} + (x+z)\hat{j} + z\hat{k})$ . Determinare quale tra i due campi può rappresentare un campo magnetico statico e il valore di  $\vec{\nabla} \wedge (\vec{B}_1 \wedge \vec{B}_2)$ .

Domande:

- 4) Dare una definizione completa di campo magnetico.
- 5) Spiegare attraverso alcuni esempi la legge di Lenz.
- 6) Discutere le caratteristiche di un campo elettrostatico.

*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 LB - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni

12 Settembre 2007

## Compito A

- 1) Sia dato un disco sottile di raggio  $R$  ed avente una densità superficiale di carica uniforme  $\sigma$ . Determinare il campo elettrico sull'asse del disco a distanza  $x$  dal disco stesso; indicare esplicitamente il risultato *atteso* nelle condizioni di  $x \ll R$  (cioè in prossimità della superficie) e  $x \gg R$  (a grande distanza dal disco rispetto al suo raggio).
- 2) Una spira quadrata, di lato  $L=2 \text{ cm}$  e percorsa da una corrente  $I$ , genera un campo magnetico noto nel centro della spira e di valore  $B=0.03 \text{ T}$ . Determinare la corrente circolante.
- 3) Una resistenza di  $15 \text{ k}\Omega$  e un condensatore (inizialmente scarico) sono collegati in serie quando, al tempo  $t=0$ , viene applicata una differenza di potenziale di  $12 \text{ V}$  ai loro capi. La differenza di potenziale nel condensatore aumenta fino a  $5 \text{ V}$  in  $1.3 \mu\text{s}$ . Calcolare a) la costante di tempo del circuito, b) la capacità del condensatore e c) la corrente di spostamento nel condensatore all'istante  $t = 1.3 \mu\text{s}$ .

### Domande

- 1) Disegnare le linee del campo magnetico generato nello spazio circostante da un solenoide indefinito composto da spire circolari percorse dalla corrente  $I$ .
- 2) Enunciare e spiegare il significato della legge di Faraday.
- 3) Spiegare la corrente di spostamento.

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

## Fisica Generale LB - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni  
10 Dicembre 2007

**Esercizio. 1** Un circuito è costituito dai seguenti elementi collegati in serie: un generatore di tensione costante  $V_0 = 12V$ , una resistenza di valore  $R = 1,8k\Omega$ , un solenoide la cui induttanza vale  $L = 5,1H$  ed un interruttore. L'interruttore, inizialmente aperto, viene chiuso all'istante  $t = 0s$ .

- 1) Si tracci un grafico della corrente che circola nel circuito in funzione del tempo, avendo cura di indicare le scale sugli assi.
- 2) Trovare la costante di tempo del circuito e farne l'analisi dimensionale.
- 3) Quanto vale la corrente che circola nel circuito nell'istante  $t = 5,0ms$ ?

**Esercizio. 2** In una regione di spazio, dotata di un sistema di riferimento  $Oxyz$ , una sbarra lunga  $L$  caricata con densità di carica uniforme  $\lambda$  è posta lungo l'asse  $x$ , con il centro coincidente con l'origine delle coordinate  $O$ . Calcolare l'espressione del campo  $\vec{E}$  nel punto di coordinate  $(0, L\sqrt{3}/2, 0)$ .

**Esercizio. 3** Un corpo di massa  $m = 9.11 \cdot 10^{-31} kg$ , e carica  $q = -1.6 \cdot 10^{-19} C$  viene osservato muoversi di moto circolare uniforme in un piano  $xy$  in una regione di spazio in cui è presente un campo magnetico  $\vec{B}$  uniforme e costante, diretto lungo l'asse  $z$ .

- 1) Quale forza induce la particella a compiere un moto di questo tipo?
- 2) Se il corpo compie un'orbita in 1 s, quanto vale l'intensità di  $B$ ?

### Domande:

- 1) Enunciare e discutere la legge di Gauss in forma differenziale.
- 2) Spiegare la legge di Faraday-Neumann.
- 3) Dati due fili paralleli posti a distanza  $d$  e percorsi nello stesso verso da una corrente  $I$ , disegnare le linee del campo magnetico generato nel piano perpendicolare ai fili. In quale regione dello spazio il campo magnetico si annulla? Dove è massimo il campo? Qual'è l'andamento del campo a grande distanza dai fili?

*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.*

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



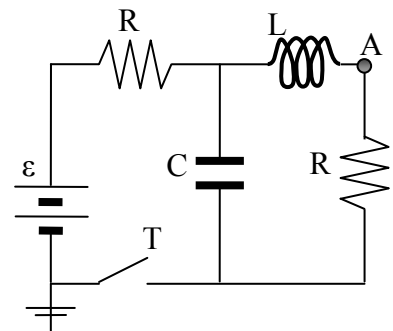
# Fisica Generale LB - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni

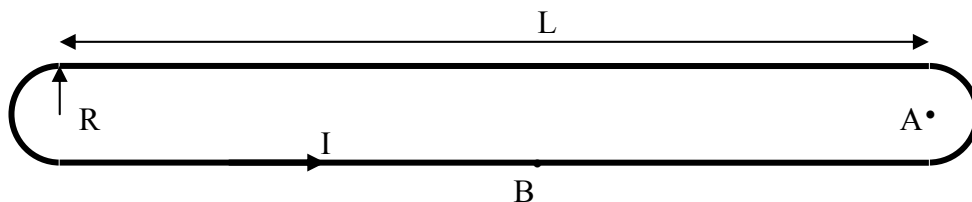
19 Marzo 2008

- 1) Una sbarra di lunghezza  $L$ , sezione trascurabile e densità lineare di carica elettrica positiva e uniforme  $\lambda$  è posta lungo l'asse  $y$ , di un determinato sistema di riferimento, con l'estremo inferiore coincidente con l'origine del sistema. Calcolare l'espressione delle componenti del campo elettrico presente nel punto di coordinate  $(L, 0, 0)$ .

- 2) Nel circuito di figura sono presenti 2 resistenze di valore  $R=10\text{ Ohm}$ , un generatore di ddp di  $\varepsilon = 5V$ , un condensatore di capacità  $C=80\text{ nF}$ , una induttanza di valore  $L=2\text{ mH}$  ed un tasto  $T$ . Inizialmente il tasto  $T$  è aperto. Se al tempo  $t=0$  si chiude il tasto, determinare:



- (1) Il potenziale del punto  $A$  per  $t \rightarrow 0^+$  ;  
(2) La corrente che circola nel punto  $A$  del circuito per  $t \rightarrow +\infty$  ;  
(3) Il potenziale del punto  $A$  per  $t \rightarrow +\infty$  ;  
(4) L'energia immagazzinata nel circuito per  $t \rightarrow +\infty$  .
- 3) Nella spira di figura di parametri  $R=3\text{ mm}$  e  $L=20\text{ cm}$  circola una corrente di  $I=3\text{ A}$ . Determinare, nelle approssimazioni che si riterrà utile introdurre, il vettore campo magnetico nel punto  $A$  e la forza che agisce nel punto  $B$ .



## Domande

- 1) Una spira circolare metallica ruota attorno ad un suo diametro in un campo magnetico costante. Discutere gli effetti fisici che si hanno quando 1) l'asse di rotazione è diretto come il campo magnetico; 2) l'asse di rotazione è diretto perpendicolarmente al campo magnetico.
- 2) Enunciare e spiegare il significato della legge di Lenz.
- 3) Spiegare l'effetto Hall.

*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.  $\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}\text{ C}^2 / (\text{Nm}^2)$ ,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{ N s}^2 / \text{C}^2$ .*

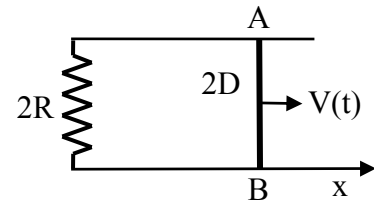
# Fisica Generale LB - Prof. M. Villa

CdL in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni

09 Aprile 2008

1) Un circuito elettrico è costituito da due binari conduttori paralleli di resistenza trascurabile posti ad una distanza  $2D$ , da un conduttore fisso di resistenza  $2R$  e da un'asta metallica  $AB$  di resistenza trascurabile che può scorrere senza attrito sui due binari (vedi figura). La posizione dell'asta  $AB$  varia nel tempo secondo la relazione  $x(t) = 2x_0(1 - \cos\omega t)$ , con  $x_0$  ed  $\omega$  costanti positive note. Il circuito è immerso in un campo induzione magnetica  $B$ , diretto perpendicolarmente al piano del circuito di intensità  $B_0$  nota. Determinare:

- la forza elettromotrice indotta nel circuito;
- la forza che agisce sull'asta  $AB$ .

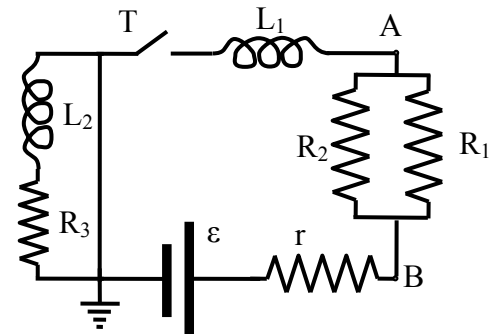


2) Si consideri il circuito mostrato in figura composto da due induttanze  $L_1 = L_2 = L$ , da tre resistenze  $R_1 = R_2 = R_3 = 2R$ , da un generatore di resistenza interna  $r = R$  che fornisce una forza elettromotrice  $\varepsilon$  e da un interruttore  $T$  inizialmente aperto.

a) la corrente elettrica che circola nelle tre resistenze in funzione del tempo;

Determinare in regime stazionario ( $t \rightarrow \infty$ ):

- il valore del potenziale nel punto  $A$ ;
- l'energia totale immagazzinata nel sistema.
- la potenza dissipata nel sistema.



3) In una data regione dello spazio sono presenti simultaneamente un campo elettrico uniforme e costante  $\vec{E} = E\hat{i}$  ed un campo magnetico  $\vec{B} = B\hat{j}$ , anch'esso uniforme e costante. Una particella, di massa  $m$  e carica elettrica positiva  $q$ , entra in questa regione di spazio con velocità iniziale  $\vec{v}_0$  ortogonale ad entrambi i campi. Determinare:

- l'espressione della forza agente sulla carica nell'istante in cui la particella entra nello spazio;
- l'espressione dell'accelerazione a cui è soggetta la carica nel medesimo istante;
- il piano sul quale avviene il moto.

4) Sia data una carica puntiforme  $Q$  in quiete. Calcolare l'energia elettromagnetica contenuta in un guscio sferico di raggi  $R_1$  ed  $R_2$  ( $R_1 < R_2$ ) concentrico alla carica stessa.

## Domande

- Discutere in termini quantitativi le proprietà del vettore campo elettrico  $\vec{E}$ .
- Enunciare e spiegare il significato della legge di conservazione della carica elettrica.
- Illustrare le leggi di Laplace per il calcolo del campo magnetico prodotto da un filo percorso da 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.  $\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{Nm}^2)$ ,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N s}^2 / \text{C}^2$ .*