

**Facoltà di Ingegneria**  
**Prova Scritta di Fisica II - 6 febbraio 2009**  
**Compito A**

$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}, \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}, \quad \sigma_{oro} = 4,10 \cdot 10^{-7} \frac{S}{m}, \quad R_{\ell} = \sigma^{-1} \frac{\ell}{S}$$

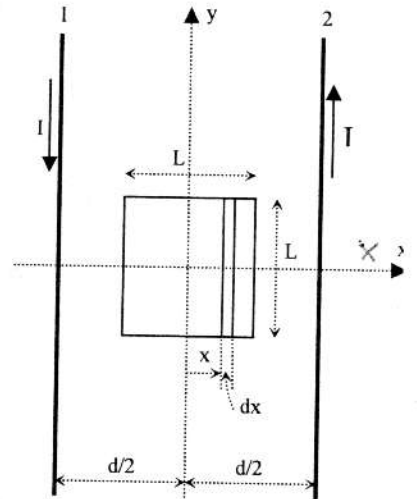
**Esercizio n. 1**

Una spira quadrata di lato  $L$  ha induttanza trascurabile ed è costituita da un filo conduttore (di oro) di sezione  $S$  e conducibilità elettrica  $\sigma$ . La spira si trova in mezzo a due lunghi fili rettilinei posti a distanza  $d$  l'uno dall'altro e percorsi da correnti di modulo  $I$  e di versi contrari. La spira giace nel piano  $xy$  individuato dai due fili.

Sapendo che :

$$L = 0,10 \text{ m}, \quad S = 2,00 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2, \quad I = 0,10 \text{ A}, \quad d = 0,15 \text{ m}$$

**Risolvere il problema e successivamente rispondere alle seguenti domande:**



1. Il campo  $\vec{B}$  indotto all'interno della spira da una sola corrente ( $I_1$  o  $I_2$ )
  - A. è simmetrico rispetto all'asse  $y$
  - B. dipende da  $x$
  - C. dipende da  $y$
  - D. è uniforme
2. I flussi di  $\vec{B}_1$  e di  $\vec{B}_2$  attraverso la spira sono:
  - A. Uguali in valore ma di segno opposto
  - B. Diversi
  - C. Uguali
  - D. Nulli
3. Il flusso complessivo, dovuto alle due correnti, è:
  - A.  $\Phi = 3,01 \cdot 10^{-8} \text{ Wb}$
  - B.  $\Phi = 6,44 \cdot 10^{-9} \text{ Wb}$
  - C.  $\Phi = 10,53 \cdot 10^{-10} \text{ Wb}$
  - D.  $\Phi = 0,67 \cdot 10^{-9} \text{ Wb}$
4. Il coefficiente di mutua induzione  $M$  tra uno dei fili e la spira vale:
  - A.  $M = 10,53 \cdot 10^{-10} \text{ H}$
  - B.  $M = 0,6 \cdot 10^{-8} \text{ H}$
  - C.  $M = 3,2 \cdot 10^{-8} \text{ H}$
  - D.  $M = 6,44 \cdot 10^{-7} \text{ H}$

**Successivamente si supponga che la corrente che scorre nei due fili sia  $I = I_0 \cos \omega t$  con  $I_0 = 0,10 \text{ A}$  ed  $\omega = 1000 \text{ rad/s}$ . Calcolare:**

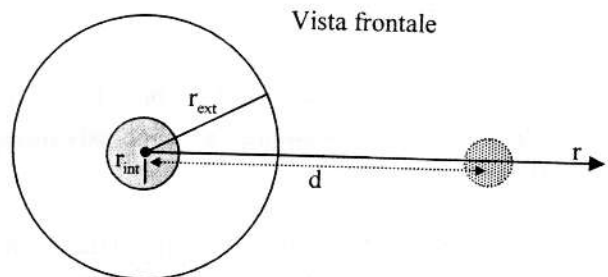
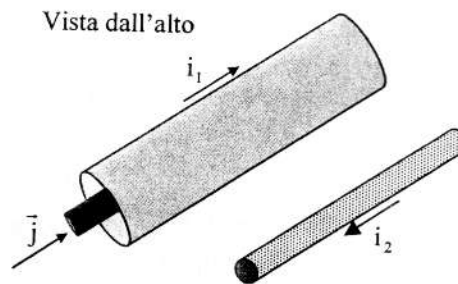
5. La f.e.m. che si induce nella spira è:
  - A.  $fem = 6,44 \cdot 10^{-6} \sin(1000t) \text{ V}$
  - B.  $fem = 3,01 \cdot 10^{-5} \sin(1000t) \text{ V}$
  - C.  $fem = 10,53 \cdot 10^{-8} \sin(1000t) \text{ V}$
  - D.  $fem = 0,67 \cdot 10^{-6} \sin(1000t) \text{ V}$

6. La resistenza  $R$  della spira ha valore:

- A.  $R = 2,07 \cdot 10^{-4} \Omega$
- B.  $R = 14,80 \cdot 10^{-3} \Omega$
- C.  $R = 7,54 \cdot 10^{-2} \Omega$
- D.  $R = 4,88 \cdot 10^{-3} \Omega$

7. La corrente  $i(t)$  indotta nella spira è:

- A.  $i(t) = 0,15 \cdot 10^{-4} \sin(1000t) \text{ A}$
- B.  $i(t) = 1,32 \cdot 10^{-3} \sin(1000t) \text{ A}$
- C.  $i(t) = 7,02 \cdot 10^{-3} \sin(1000t) \text{ A}$
- D.  $i(t) = 1,32 \cdot 10^{-1} \sin(1000t) \text{ A}$



### Esercizio n.2

Un cavo coassiale indefinito è costituito da un filo conduttore cilindrico, pieno, di raggio  $r_{\text{int}}$  circondato da un conduttore cilindrico cavo, di spessore trascurabile, coassiale al filo, avente raggio  $r_{\text{ext}}$  (vedi figura a lato dove sono riportate sia la vista dall'alto che la vista in sezione).

Il filo interno è percorso da una corrente assiale stazionaria

di densità  $\vec{j}$ , non uniforme tale che  $j = kr^2$ , dove  $r$  è la distanza dall'asse del cavo, mentre il conduttore esterno è percorso da una corrente  $i_1$ , stazionaria, avente lo stesso verso di  $\vec{j}$ . Tra i due conduttori, interno pieno ed esterno cavo, c'è il vuoto.

➤ Determinare il valore del campo magnetico al variare di  $r$ .

Successivamente, un secondo filo indefinito, di sezione trascurabile, percorso da una corrente  $i_2$ , stazionaria, con verso contrario ad  $i_1$  (con  $i_2 < i_1$ ), viene disposto parallelamente al cavo coassiale ed a distanza  $d > r_{\text{ext}}$  dall'asse di esso.

➤ Determinare modulo, direzione e verso della forza per unità di lunghezza agente su tale filo.

➤ Calcolare infine il modulo del campo magnetico a distanza  $\frac{d}{2} > r_{\text{ext}}$  dall'asse del cavo coassiale, quando sono presenti sia il cavo coassiale che il filo percorso dalla corrente  $i_2$ .

Rispondere quindi ai seguenti quesiti:

8. In presenza del solo cavo coassiale, per  $r < r_{\text{int}}$ , il modulo del campo magnetico ha espressione:

- A.  $B = \frac{1}{4} \mu_0 k r^3$
- B.  $B = \frac{1}{2} \mu_0 j$
- C.  $B = \mu_0 k$
- D.  $B = \frac{1}{2} \mu_0 k r_{\text{int}}^2$

9. In presenza del solo cavo coassiale, per  $r_{\text{int}} < r < r_{\text{ext}}$ , il modulo del campo magnetico ha espressione:

- A.  $B = \frac{1}{2} \mu_0 k r^2$
- B.  $B = \mu_0 j$
- C.  $B = \frac{1}{4} \mu_0 k \frac{r_{\text{int}}^4}{r}$
- D.  $B = \frac{1}{2} \mu_0 k r_{\text{int}}^2$

10. In presenza del solo cavo coassiale, per  $r > r_{\text{ext}}$ , il modulo del campo magnetico ha espressione:

A.  $B = \frac{1}{2} \mu_0 i_1 r^2$

B.  $B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{(\pi k r_{\text{int}}^4 + 2i_1)}{r}$

C.  $B = \frac{1}{2} \mu_0 j \frac{r_{\text{int}}^2}{r}$

D.  $B = \frac{1}{2} \mu_0 i_1 r_{\text{int}}^2$

11. La forza tra il cavo coassiale ed il filo con corrente  $i_2$

A. è attrattiva

B. è repulsiva

C. agisce parallelamente ai fili

D. agisce perpendicolarmente ai fili

12. La forza per unità di lunghezza sul filo percorso da corrente  $i_2$  ha espressione

A.  $f = \mu_0 \frac{i_1 i_2}{2d}$

B.  $f = \mu_0 \frac{(\pi k r_{\text{int}}^4 + 2i_1) i_2}{4\pi d}$

C.  $f = \mu_0 \frac{i_2 k \pi r_{\text{int}}^2}{2}$

D.  $f = \mu_0 i_2 \frac{(k \pi r_{\text{int}}^2 + i_1)}{2\pi d}$

13. In presenza sia del cavo coassiale che dell'altro filo, il modulo del campo magnetico a distanza  $\frac{d}{2} > r_{\text{ext}}$  dal centro del cavo coassiale, vale

A.  $B = \mu_0 \frac{(i_1 + i_2)}{\pi d}$

B.  $B = \mu_0 \frac{k r_{\text{int}}^2}{d} - \mu_0 \frac{(i_2 - i_1)}{d}$

C.  $B = \mu_0 \frac{i_2}{\pi d}$

D.  $B = \mu_0 \frac{k r_{\text{int}}^4}{2d} + \mu_0 \frac{(i_1 + i_2)}{\pi d}$

### Esercizio n.3

Si consideri una carica  $+q$  uniformemente distribuita in una sfera di raggio  $a$ , la quale è posta al centro di un guscio sferico di materiale conduttore avente raggio interno  $b$  e raggio esterno  $c$ . Il guscio esterno è carico e possiede un carica totale pari a  $-q$ . Per questo sistema di cariche calcolare:

- il campo elettrico  $E(r)$  all'interno della sfera di raggio  $a$  ( $r < a$ )
- il campo elettrico  $E(r)$  tra la sfera carica e la parete interna del guscio conduttore sferico ( $a < r < b$ )
- il campo elettrico  $E(r)$  all'interno della guscio sferico ( $b < r < c$ )
- il campo elettrico  $E(r)$  all'esterno della guscio sferico ( $r > c$ )
- quale carica appare sulla superficie interna e sulla superficie esterna del guscio sferico

Si supponga ora che la carica  $+q$ , distribuita nella sfera di raggio  $a$ , abbia una distribuzione non uniforme con densità di carica  $\rho = \rho_s r/a$  dove  $\rho_s$  è una costante,  $r$  è la distanza dal centro della sfera e  $a$  è il raggio della sfera. In questo caso calcolare:

- il valore della carica totale nella sfera (in termini di  $\rho_s$ )
- il campo elettrico  $E(r)$  all'interno della sfera di raggio  $a$  ( $r < a$ )

Rispondere quindi alle seguenti domande:

14. il campo elettrico  $E(r)$  all'interno della sfera di raggio  $a$  ( $r < a$ )

A.  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^4} r^2$

B.  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^3} r$

C.  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2}$

D.  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2} r^3$

15. il campo elettrico  $E(r)$  tra la sfera e la parete interna del guscio conduttore sferico ( $a < r < b$ )

A.  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} q$

B.  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 (r_b^2 - r_a^2)} q$

C.  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 (r_b - r_a)^2} q$

D.  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 a^2} q$

16. il campo elettrico  $E(r)$  all'interno della guscio sferico ( $b < r < c$ )

A.  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r_b^2} q$

B.  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 (r_c - r_b)^2} q$

C.  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} q$

D. 0

17. quale carica appare sulla superficie esterna del guscio sferico

A.  $+2q$

B.  $-q$

C. 0

D.  $+q$

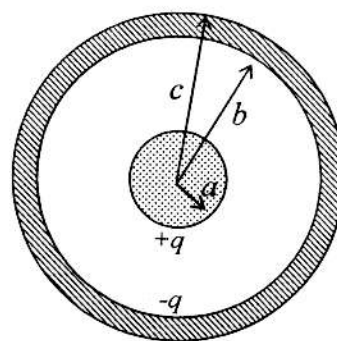
18. la carica totale della sfera nel caso di distribuzione di carica non uniforme vale:

A.  $q = \pi\rho_s a^3$

B.  $q = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \rho_s a^2$

C.  $q = \pi\rho_s \frac{r^2}{a^2}$

D.  $q = \frac{\pi\rho_s}{a^3}$



19. il campo elettrico  $E(r)$  all'interno della sfera di raggio  $a$  ( $r < a$ ) per la distribuzione di carica non uniforme vale:

A.  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^3} r$

B.  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2} r^2$

C.  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^4} r^2$

D.  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} q$

#### Altre domande

20. Con ovvio significato dei simboli ( $i_{ch}$  è una corrente concatenata al cammino chiuso scelto), la formulazione matematica del teorema di Ampère è

A.  $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \sum i_{ch}$

B.  $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$

C.  $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \frac{\sum i_{ch}}{\epsilon_0}$

D.  $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = -\frac{1}{\mu_0} \frac{d\Phi_E}{dt}$

21. Un aeroplano ha una apertura alare di 30 m e vola ad una velocità di 30 km/h in direzione nord ad una latitudine tale che la componente verticale del campo magnetico terrestre, diretta verso il basso, vale  $0.5 \cdot 10^{-4} T$ . La f.e.m. indotta, misurata tra le estremità delle ali vale

A. 0.375 V

B. 12.67 V

C. 1.705 V

D. 8.156 V

22. Due sbarre magnetiche uguali, A e B, tenute per una estremità alla stessa quota (ma a distanza di qualche metro l'una dall'altra), vengono lasciate cadere contemporaneamente. La sbarra A, cadendo, passa attraverso una spira conduttrice chiusa. Quale sbarra arriva per prima a terra?

A. La sbarra A

B. La sbarra B

C. Arrivano contemporaneamente

23. Una dozzina di lampadine per l'albero di natale (uguali tra loro) sono collegate in serie ed alimentate da un generatore a 120 V. Se ogni lampadina ha una potenza di 10 W, quanto vale la corrente  $i$  nel circuito e quanto vale la resistenza  $R$  di ciascuna lampadina?

A.  $i = 12 A$   $R = 1 \Omega$

B.  $i = 6 A$   $R = 8 \Omega$

C.  $i = 1 A$   $R = 10 \Omega$

D.  $i = 10 A$   $R = 1 \Omega$

24. Un elettrone (massa  $m \approx 10^{-30} kg$ , carica negativa di intensità  $e = 1.6 \cdot 10^{-19} C$ ) viene accelerato da una ddp di 100 V in un tubo a vuoto. Quale energia cinetica acquista?

A. 100 J

B.  $1.6 \cdot 10^{-17} J$

C.  $1.6 \cdot 10^{-19} J$

D.  $0.625 \cdot 10^{-15} J$

25. La forza per unità di lunghezza che si esercita tra due conduttori paralleli percorsi dalla corrente di 0.1 A e posti alla distanza di 10 cm ha modulo
- $5 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{m}}$
  - $8 \cdot 10^{-6} \frac{\text{N}}{\text{m}}$
  - $2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{N}}{\text{m}}$
  - $2 \cdot 10^{-8} \frac{\text{N}}{\text{m}}$
26. La distanza tra i due elettrodi della candela di una automobile è circa 1 mm. Se la bobina di accensione produce una ddp di 10 kV, qual è approssimativamente l'intensità del campo elettrico nell'intercapedine?
- $10^7 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
  - $10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
  - $10^5 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
  - $10^4 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
27. La f.e.m di un generatore con resistenza interna  $R_i$  è
- La forza che spinge gli elettroni all'interno del generatore
  - Il rapporto tra il lavoro compiuto dal generatore sulla carica e la carica stessa
  - La resistenza interna del generatore
  - La ddp ai capi del generatore a circuito chiuso, cioè quando passa corrente
28. Da quali delle seguenti grandezze NON dipende l'intensità della forza che agisce su una particella carica che si muove all'interno di un campo magnetico
- La componente della velocità della particella parallela al campo magnetico
  - La componente della velocità della particella perpendicolare al campo magnetico
  - Il modulo del vettore campo magnetico  $\vec{B}$
  - L'intensità della carica
29. Un carboncino a sezione quadrata ha le dimensioni  $1\text{cm} \times 1\text{cm} \times 20\text{cm}$  (la resistività del carbone alla temperatura di  $20^\circ\text{C}$  vale  $3.5 \cdot 10^{-5} \Omega\text{m}$ ). La sua resistenza misurata tra le sue due basi quadrate vale:
- $5 \cdot 10^{-1} \Omega$
  - $1 \cdot 10^2 \Omega$
  - $4 \cdot 10^{-4} \Omega$
  - $7 \cdot 10^{-2} \Omega$
30. In una regione con un campo elettrostatico, il lavoro esterno fatto per portare una carica elettrica di  $1 \mu\text{C}$  da un punto A ad un punto B è 10 mJ; quello per portare la carica dal punto B ad un punto C vale -5 mJ (la carica è ferma nei punti A, B e C). Qual è il lavoro esterno  $W_{AC}$  che occorre fare per portare la carica da A a C e quanto vale la ddp,  $V_A - V_C$  tra il punto A ed il punto C?
- $W_{AC} = 5\text{mJ}$   $V_A - V_C = -5 \cdot 10^3 \text{V}$
  - $W_{AC} = 5\text{mJ}$   $V_A - V_C = +5 \cdot 10^3 \text{V}$
  - $W_{AC} = 15\text{mJ}$   $V_A - V_C = +15 \cdot 10^3 \text{V}$
  - $W_{AC} = -5\text{mJ}$   $V_A - V_C = -5 \cdot 10^3 \text{V}$
31. Una carica  $+Q$  è posta al centro della cavità praticata all'interno di un conduttore neutro isolato. Le cariche indotte sulla parete interna ed esterna del conduttore sono rispettivamente:
- $Q_{\text{int}} = 0, Q_{\text{ext}} = -Q$
  - $Q_{\text{int}} = -Q, Q_{\text{ext}} = 0$
  - $Q_{\text{int}} = -Q, Q_{\text{ext}} = +Q$
  - $Q_{\text{int}} = +Q, Q_{\text{ext}} = -Q$