

Facoltà di Ingegneria
Prova Scritta di Fisica II
 22 Luglio 2004 - Compito B

Quesito n. 1

In un filo rettilineo lungo L fluisce una corrente I . Ad una distanza a dal filo è posta una bobina, il cui punto medio è alla stessa quota del punto medio O del filo. Tale bobina contiene $N=10$ spire, sagomate a mo' di rettangolo, con una dimensione molto minore di un'altra, così come mostrato in Figura 2. Detta b la dimensione trasversale (direzione y) della spira e w quella nella direzione x , infatti, si ha $w \ll b$, cosicché si può supporre che il campo magnetico all'interno della bobina sia solo funzione di y . Si supponga inoltre che il filo che compone la bobina abbia resistività ρ e sezione S_0 . Sotto queste ipotesi, quindi, si risponda alle seguenti domande:

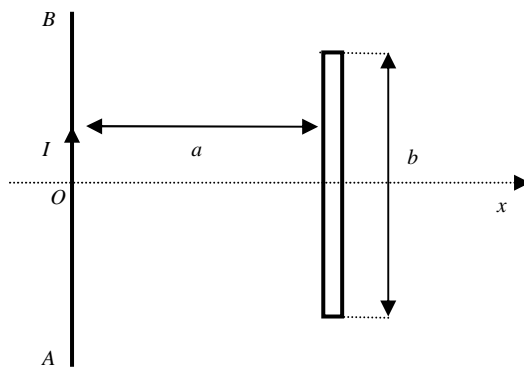


Fig. 1

1) La resistenza totale della bobina vale:

a. $R = \frac{2N\rho(b+w)}{S_0} (*)$

b. $R = \frac{2\rho(b+w)}{S_0}$

c. $R = \frac{2N\rho w}{S_0}$

d. $R = \frac{2N\rho S_0}{(b+w)}$

2) Il modulo B del campo di induzione magnetica \vec{B} nel punto medio M della spira vale:

a. $B(M) = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \frac{L}{\sqrt{a^2 + L^2}}$

b. $B(M) = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \frac{L}{\sqrt{a^2 + L^2}}$

c. $B(M) = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \frac{L}{\sqrt{a^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2}} (*)$

d. $B(M) = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \frac{b}{\sqrt{b^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2}}$

3) L'espressione di B calcolata nel punto medio M della spira si riduce alla seguente espressione per $a \ll L$ (filo molto lungo):

$$a. \quad B(M) \approx \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \quad (*)$$

$$b. \quad B(M) \approx \frac{\mu_0 I}{4\pi a}$$

$$c. \quad B(M) \approx \frac{\mu_0 I}{2\pi L}$$

$$d. \quad B(M) \approx \frac{\mu_0 I}{4\pi L}$$

4) Il campo magnetico in un punto all'interno della spira ed ad una quota y rispetto ad O vale:

$$a. \quad B(y) = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \left[\frac{L}{\sqrt{a^2 + \left(\frac{L}{2} - y\right)^2}} + \frac{y}{\sqrt{a^2 + \left(\frac{L}{2} + y\right)^2}} \right]$$

$$b. \quad B(y) = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \left[\frac{\frac{L}{2} - y}{\sqrt{a^2 + \left(\frac{L}{2} - y\right)^2}} + \frac{\frac{L}{2} + y}{\sqrt{a^2 + \left(\frac{L}{2} + y\right)^2}} \right] \quad (*)$$

$$c. \quad B(y) = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \left[\frac{a}{\sqrt{a^2 + (L - y)^2}} + \frac{y}{\sqrt{a^2 + (L + y)^2}} \right]$$

$$d. \quad B(y) = \frac{\mu_0 I}{8\pi a} \left[\frac{L - y}{\sqrt{b^2 + (L - y)^2}} + \frac{L + y}{\sqrt{b^2 + (L + y)^2}} \right]$$

5) Il flusso attraverso la bobina si calcola ponendo:

$$a. \quad \Phi(\vec{B}) = w \int_{-b/2}^{b/2} B(y) dy \quad (*)$$

$$b. \quad \Phi(\vec{B}) = w \int_{-L/2}^{L/2} B(y) dy$$

$$c. \quad \Phi(\vec{B}) = b \int_{-L/2}^{L/2} B(y) dy$$

$$d. \quad \Phi(\vec{B}) = w \int_{-a/2}^{a/2} B(y) dy$$

6) Tenendo conto dei suggerimenti matematici riportati sotto, il flusso $\Phi(\vec{B})$ assume la seguente espressione:

$$a. \quad \Phi(\vec{B}) = \frac{\mu_0 I w}{2\pi a} \ln \left[\frac{a^2 + \left(\frac{L}{2} + \frac{b}{2}\right)^2}{a^2 + \left(\frac{L}{2} - \frac{b}{2}\right)^2} \right]$$

$$b. \quad \Phi(\vec{B}) = \frac{\mu_0 I w}{2\pi a} \left\{ \tan^{-1} \left[a^2 + \left(\frac{L}{2} + \frac{b}{2}\right)^2 \right] - \tan^{-1} \left[a^2 + \left(\frac{L}{2} - \frac{b}{2}\right)^2 \right] \right\}$$

$$c. \quad \Phi(\vec{B}) = \frac{\mu_0 I w}{2\pi a} \left[\sqrt{a^2 + \left(\frac{L}{2} + \frac{b}{2}\right)^2} - \sqrt{a^2 + \left(\frac{L}{2} - \frac{b}{2}\right)^2} \right] \quad (*)$$

$$d. \quad \Phi(\vec{B}) = \frac{\mu_0 I w}{2\pi a} \left[\sqrt[3]{a^2 + \left(\frac{L}{2} + \frac{b}{2}\right)^2} - \sqrt[3]{a^2 + \left(\frac{L}{2} - \frac{b}{2}\right)^2} \right]$$

Si riportano i seguenti calcoli di primitive per comodità dello studente. Tra queste, una solamente sarà utile ai fini del calcolo del flusso $\Phi(\vec{B})$.

$$i) \quad \int \frac{x dx}{\sqrt{k^2 + x^2}} = \sqrt{k^2 + x^2} + \text{costante};$$

$$ii) \quad \int \frac{dx}{k^2 + x^2} = \frac{1}{k} \tan^{-1}\left(\frac{x}{k}\right) + \text{costante};$$

$$iii) \quad \int \frac{x dx}{k^2 + x^2} = \frac{1}{2} \ln(k^2 + x^2) + \text{costante}, \text{ ove } k \text{ è una costante reale non nulla.}$$

Quesito n. 2

Un filo sottile di materiale isolante e' piegato nella forma descritta in Figura 1.

La parte tratteggiata del filo (tratto AB) è caratterizzata da una carica $Q_1 = +Q$ distribuita uniformemente lungo la sua lunghezza, mentre sulla parte contrassegnata dal tratto continuo (vedi tratto BCA) è distribuita, sempre uniformemente, un carica di valore $Q_2 = -8Q$.

Sapendo che la circonferenza ha raggio R rispondere alle seguenti domande:

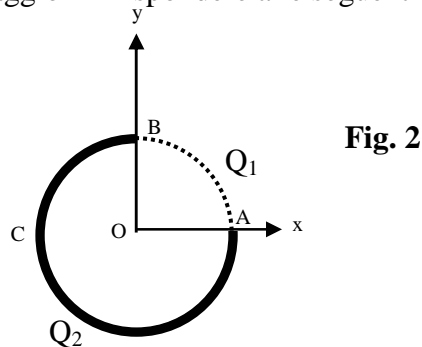


Fig. 2

7) La carica per unità di lunghezza, λ_1 , distribuita lungo il tratto tratteggiato AB del filo vale:

- a. $\lambda_1 = \frac{Q}{4\pi R^2}$
- b. $\lambda_1 = \frac{2Q}{\pi R} (*)$
- c. $\lambda_1 = \frac{Q}{2\pi R}$
- d. $\lambda_1 = \frac{Q^2}{\pi R}$

8) La carica per unità di lunghezza, λ_2 , distribuita lungo il tratto continuo BCA del filo vale:

- a. $\lambda_2 = -\frac{8Q}{4\pi R^2}$
- b. $\lambda_2 = \frac{2Q^2}{5\pi R}$
- c. $\lambda_2 = \frac{2Q}{\pi R}$
- d. $\lambda_2 = -\frac{16Q}{3\pi R} (*)$

9) La componente lungo l'asse x del campo elettrostatico, misurato nel punto O e dovuto alla sola carica Q_1 vale:

- a. $E_{1,x} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$
- b. $E_{1,x} = +\frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$
- c. $E_{1,x} = -\frac{5Q}{3\pi^2\epsilon_0 R^2}$
- d. $E_{1,x} = -\frac{Q}{2\pi^2\epsilon_0 R^2} (*)$

10) Il modulo del campo elettrostatico, misurato nel punto O e dovuto alla sola carica Q_2 vale:

- a. $E_2 = +\frac{Q}{\pi\epsilon_0 R^2}$
- b. $E_2 = -\frac{Q^2}{4\epsilon_0 R}$
- c. $E_2 = +\frac{5Q^2}{3\pi\epsilon_0 R^2}$
- d. $E_2 = \frac{4\sqrt{2}Q}{3\pi^2\epsilon_0 R^2} (*)$

11) Il modulo del campo elettrostatico totale, misurato nel punto O e dovuto all'intero filo vale:

- a. $E_{totale} = +\frac{Q^2}{2\sqrt{3}\epsilon_0 R}$
- b. $E_{totale} = +\frac{5Q}{\sqrt{2}\pi\epsilon_0 R^2}$
- c. $E_{totale} = +\frac{7Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$
- d. $E_{totale} = +\frac{11Q}{3\sqrt{2}\pi^2\epsilon_0 R^2} (*)$

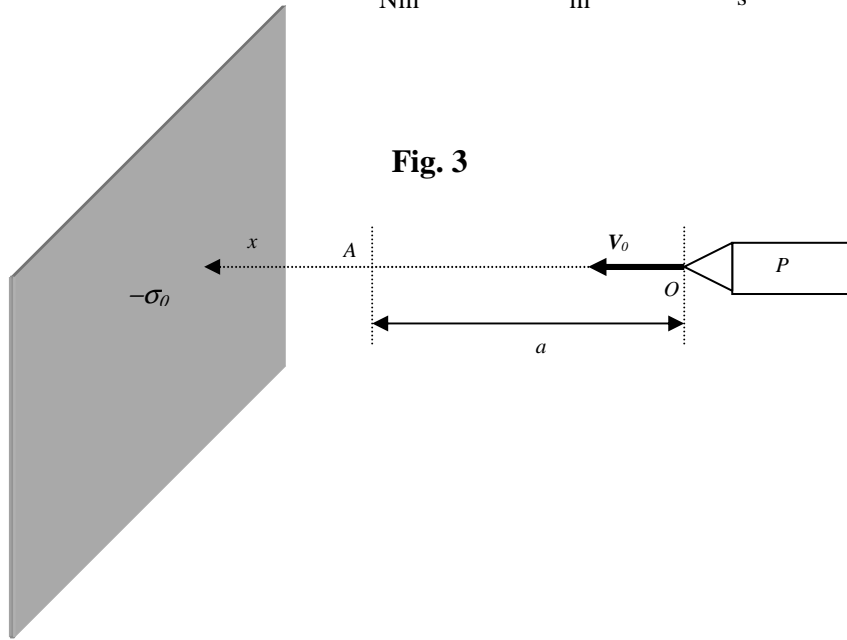
12) Il potenziale elettrostatico V_{totale} misurato nel punto O e rispetto all'infinito, dovuto all'intero filo vale:

- a. $V_{totale} = +\frac{4Q}{\pi^2\epsilon_0 R^2}$
- b. $V_{totale} = +\frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 R}$
- c. $V_{totale} = +\frac{23Q^2}{4\pi^2\epsilon_0 R}$
- d. $V_{totale} = -\frac{7Q}{4\pi\epsilon_0 R} (*)$

Quesito n. 3

Dalla punta O di una pistola catodica P viene emesso un fascio di elettroni. Gli elettroni ($q_e = -e = -1.60 \times 10^{-19} C$, $m_e = 9.11 \times 10^{-31} Kg$) posseggono, inizialmente, una velocità \vec{V}_0 nella direzione x ortogonale ad una lastra sottile infinita uniformemente carica, con densità di carica

negativa $-\sigma_0$, così come mostrato nella Figura 3. Trascurando le interazioni tra gli elettroni del fascio, si consideri il moto di uno soltanto di essi nel campo elettrostatico generato dalla distribuzione di carica uniforme sulla lastra, supponendo che la velocità iniziale \vec{V}_0 della particella considerata sia tale da permetterne l'arresto in un punto A a distanza a da O. Si risponda quindi alle seguenti domande, ponendo $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$, $\sigma_0 = 10^{-8} \frac{C}{m^2}$, $V_0 = 10^7 \frac{m}{s}$.



13) Il campo elettrico \vec{E} generato dalla distribuzione di carica uniforme sulla lastra vale:

- a. $\vec{E} = -\frac{\sigma_0}{2\epsilon_0} \hat{x}$
- b. $\vec{E} = \frac{\sigma_0}{2\epsilon_0} \hat{x}$ (*)
- c. $\vec{E} = -\frac{\sigma_0}{\epsilon_0} \hat{x}$
- d. $\vec{E} = \frac{\sigma_0}{\epsilon_0} \hat{x}$

14) L'accelerazione dell'elettrone vale:

- a. $\vec{a}_e = \frac{e\sigma_0}{2m_e\epsilon_0} \hat{x}$
- b. $\vec{a}_e = -\frac{e\sigma_0}{2m_e\epsilon_0} \hat{x}$ (*)
- c. $\vec{a}_e = -\frac{e\sigma_0}{m_e\epsilon_0} \hat{x}$
- d. $\vec{a}_e = \frac{e\sigma_0}{m_e\epsilon_0} \hat{x}$

15) Il tempo t^* impiegato dall'elettrone per arrestarsi vale:

- a. $t^* = 0.101ms$
- b. $t^* = 1.50\mu s$
- c. $t^* = 0.101\mu s$ (*)

- d. $t^* = 2.16ms$
- 16) La distanza a percorsa dall'elettrone prima di fermarsi vale:
- $a = 5.04cm$
 - $a = 50.4cm$ (*)
 - $a = 5.04m$
 - $a = 50.4m$
- 17) La differenza di potenziale ΔV tra il punto A e il punto O vale:
- $\Delta V = -285 V$ (*)
 - $\Delta V = 2.85 V$
 - $\Delta V = 5.12 V$
 - $\Delta V = -5.12 mV$
- 18) L'energia elettrostatica ΔU_e , guadagnata dall'elettrone nell'andare dal punto A al punto O , confrontata con la variazione dell'energia cinetica $\Delta K = -\frac{1}{2}m_e V_0^2$ dell'elettrone stesso, soddisfa alla seguente relazione:
- $\Delta U_e = \Delta K$
 - $\Delta U_e > \Delta K$
 - $\Delta U_e < -\Delta K$
 - $\Delta U_e = -\Delta K$ (*)

Altre domande

19. L'induttanza per unità di lunghezza, L , di una solenoide ideale di sezione A e con n spire per unità di lunghezza è pari a
- $L = \frac{\mu_0 n^2}{A}$
 - $L = \mu_0 n A^2$
 - $L = \mu_0 n^2 A$ (*)
 - $L = \mu_0^2 n^2 A$
20. Due condensatori, rispettivamente di capacità C_1 e C_2 , collegati in serie, sono equivalenti ad un singolo condensatore di capacità
- $\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ (*)
 - $C_1 + C_2$
 - $C_1 - C_2$
 - $\frac{C_1 C_2}{C_1 - C_2}$
21. 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:
- $Q_{int} = 0, Q_{ext} = -Q$
 - $Q_{int} = -Q, Q_{ext} = +Q$ (*)
 - $Q_{int} = -Q, Q_{ext} = 0$
 - $Q_{int} = +Q, Q_{ext} = -Q$
22. Un filo di materiale isolante, uniformemente carico (densità di carica lineare λ), forma una circonferenza di raggio R . Il campo elettrico generato dal filo al centro della circonferenza ha modulo
- $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R^2}$
 - 0 (*)

- c. $\frac{1}{2\epsilon_0} \frac{\lambda}{R}$
- d. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R^3}$

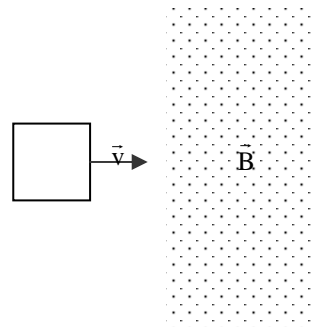
23. Un protone avente quantità di moto \vec{p} e carica elettrica e entra in una regione con campo di induzione magnetica \vec{B} ortogonale a \vec{v} ; la sua traiettoria diventa un arco di circonferenza di raggio di curvatura

- a. $\frac{eB}{p}$
- b. $\frac{p}{eB}$ (*)
- c. $\frac{ep}{B}$
- d. $\frac{e}{pB}$

24. Per simmetrizzare le sue famose 4 equazioni, Maxwell introdusse la corrente di spostamento, che corrisponde

- a. ad un flusso di cariche nel vuoto
- b. ad un flusso di cariche in un dielettrico
- c. ad una variazione nel tempo del flusso del campo magnetico
- d. ad una variazione nel tempo del flusso del campo elettrico (*)

25. Una spira conduttrice quadrata, non percorsa da corrente, viene lanciata in una regione con campo magnetico \vec{B} uniforme, ad essa ortogonale. La spira entrando nella regione del campo



- a. non subisce alcuna forza
- b. viene respinta dalla regione del campo magnetico (*)
- c. viene attratta nella regione del campo magnetico
- d. subisce una forza parallela alla direzione del campo magnetico \vec{B}
26. La forza su un filo percorso da una corrente i e giacente in un piano in cui agisce un campo magnetico uniforme, in generale, dipende
- a. dalla forma del filo
- b. dalla lunghezza del filo
- c. dalla distanza tra gli estremi del filo (*)
- d. dal materiale di cui è fatto il filo

27. Con $V(\infty)=0$ il potenziale elettrico all'interno di un guscio sferico conduttore di raggio R e carica $-Q$ vale:

- a. 0
- b. $\frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ (*)
- c. $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$
- d. $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$

28. Il campo elettrico può cambiare

- a. il modulo e la direzione della velocità di una particella carica (*)
- b. la direzione della velocità di una particella carica, ma non il modulo di essa
- c. il modulo della velocità di una particella carica, ma non la direzione di essa
- d. né il modulo né la direzione della velocità di una particella carica

29. In un punto esterno, molto vicino alla superficie di un conduttore con densità di carica superficiale σ , il campo elettrico è

- a. ortogonale alla superficie del conduttore e di modulo $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

b. ortogonale alla superficie del conduttore e di modulo $\frac{\sigma}{\epsilon_0}$ (*)

c. parallelo alla superficie del conduttore e di modulo $\frac{\sigma}{\epsilon_0}$

d. parallelo alla superficie del conduttore e di modulo $\frac{\sigma}{\epsilon_0}$

30. Il potenziale elettrico in un punto P dello spazio vale V. Una carica q viene portata in P. La sua energia potenziale vale:

a. $\frac{1}{2}qV^2$

b. qV (*)

c. $\frac{1}{2}qV$

d. $\frac{1}{2}q^2V$