

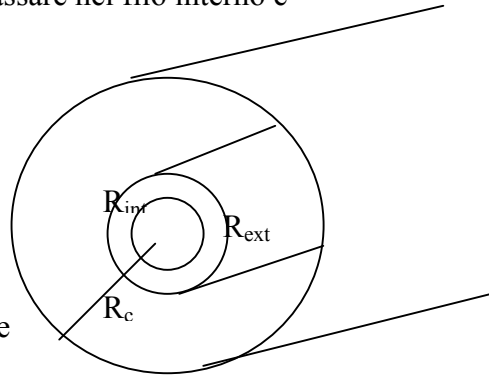
Facoltà di Ingegneria
Prova in Itinere di FISICA II – N.O.
14.6.2001, Compito B

Esercizio B1

Una lunga linea di trasmissione di corrente elettrica è costituita da un filo conduttore cilindrico cavo di raggio interno R_{int} e raggio esterno R_{ext} , circondato da un involucro cilindrico conduttore di spessore trascurabile e raggio R_c .

Una corrente assiale i di densità uniforme viene fatta passare nel filo interno e ritornare nel conduttore esterno.

Dopo aver calcolato il campo B in funzione della distanza radiale r dall'asse del filo cavo, si risponda alle seguenti domande:



1. Nelle regioni dove il campo è non nullo, le linee di forza del campo magnetico sono:
 - A. - linee rette radiali, ortogonali all'asse del filo cavo
 - B. - linee rette parallele all'asse del filo cavo
 - C. - circonferenze giacenti in un piano perpendicolare al filo cavo e con centro sull'asse di esso. (*)
 - D. - circonferenze giacenti in un piano perpendicolare al filo cavo e con centro sull'asse di esso nella cavità del filo interno ($r < R_{\text{int}}$) e nell'intercapedine tra i due conduttori ($R_{\text{ext}} < r < R_c$); linee rette radiali ed ortogonali all'asse del filo all'interno del filo cavo ($R_{\text{int}} < r < R_{\text{ext}}$)
2. Nella cavità del filo cavo, cioè per $r < R_{\text{int}}$, il modulo del campo B vale:
 - A. $B = 0$ (*)
 - B. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{r}{R_{\text{int}}^2}$
 - C. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{1}{r}$
 - D. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{r}{R_{\text{int}}}$
3. All'interno del filo cavo, cioè per $R_{\text{int}} < r < R_{\text{ext}}$, il modulo del campo B vale:
 - A. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r} \frac{r^2 - R_{\text{int}}^2}{R_{\text{ext}}^2 - R_{\text{int}}^2}$ (*)
 - B. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r} \frac{2r + R_{\text{int}}}{R_{\text{ext}}^2 - R_{\text{int}}^2}$
 - C. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r} \frac{R_{\text{int}}^2}{R_{\text{ext}}^2 - R_{\text{int}}^2}$
 - D. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{R_c}{r^2}$
4. Nell'intercapedine tra i due conduttori, cioè per $R_{\text{ext}} < r < R_c$, il modulo del campo B vale:
 - A. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{r}{R_c - R_{\text{ext}}}$

B. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r} (*)$

C. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{R_c - R_{ext}}{r^2}$

D. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{r}{(R_c - R_{int})^2}$

5. All' esterno dell' involucro cilindrico, cioè per $r > R_c$, il modulo del campo B vale:

A. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r} \frac{R_c - r}{R_{ext}^2 - R_{int}^2}$

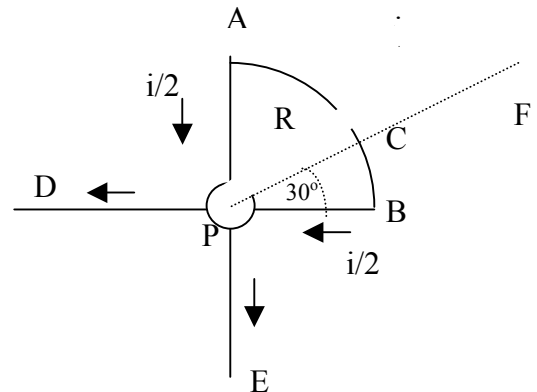
B. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r}$

C. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r^2} (r - R_{ext})$

D. $B = 0 (*)$

Esercizio B2

Nel nodo C la corrente i si divide in parti uguali, come mostrato in figura, sulle due porzioni dell' arco AB appartenente ad una circonferenza di centro P e raggio R. Dopo aver calcolato modulo, direzione e verso del campo **B** nel punto P, si risponda alle seguenti domande:



6. Il campo B nel punto P dovuto alla corrente nel filo FC è:

A. $B = 0 (*)$

B. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi L} \frac{1}{L}$ con L lunghezza del filo FC

C. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi R} \frac{1}{(L^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}}$ con L lunghezza del filo FC

D. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi R} \frac{L}{(L^2 + 4R^2)^{\frac{1}{2}}}$ con L lunghezza del filo FC

7. Il campo B nel punto P, dovuto alla corrente nell' arco CB, è:

A. $B = 0$

B. $B = \frac{\mu_o i}{48\pi L} \frac{1}{L}$ con L lunghezza dell' arco CB

C. $B = \frac{\mu_o i}{48\pi} \frac{1}{\sqrt{L^2 + R^2}}$ con L lunghezza dell' arco CB

D. $B = \frac{\mu_o i}{48R} (*)$

8. Il campo B nel punto P dovuto al filo AP è:

- A. $B = 0$ (*)
- B. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi L}$ con L lunghezza del filo AP
- C. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi R} \frac{1}{(L^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}}$ con L lunghezza del filo AP
- D. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi R} \frac{L}{(L^2 + 4R^2)^{\frac{1}{2}}}$ con L lunghezza del filo AP
9. Il campo B nel punto P dovuto ai due archetti che circondano il punto P (archetti di raccordo dei fili AP e PD e dei fili BP e PE) è:
- A. $B = 2 \frac{\mu_o i}{2\pi r}$ con r raggio degli archetti
- B. $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r}$ con r raggio degli archetti
- C. $B = \frac{\mu_o i}{r}$ con r raggio degli archetti
- D. $B = 0$ (*)
10. Il campo risultante B nel punto P è:
- A. $B = \frac{\mu_o i}{32R}$, perpendicolare al piano della figura ed entrante
- B. $B = \frac{\mu_o i}{32R}$, perpendicolare al piano della figura ed uscente
- C. $B = \frac{\mu_o i}{48R}$, perpendicolare al piano della figura e uscente (*)
- D. $B = \frac{\mu_o i}{48R}$, perpendicolare al piano della figura ed entrante

Esercizio B3

La figura a fianco mostra un filo rettilineo indefinito percorso da una corrente $i(t) = i_o e^{-\lambda t} \cos \omega t$ (con λ e ω costanti), circondato da un toro di sezione rettangolare di dimensioni a e b (cfr fig).

Il toro ha raggio interno R ed un numero complessivo di spire uguale ad N.

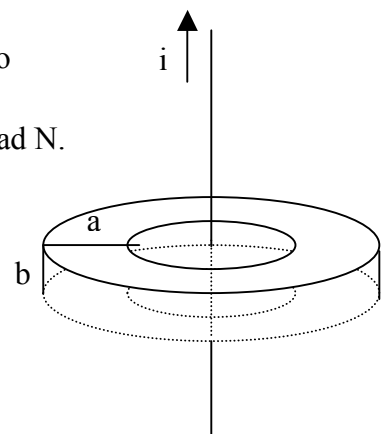
Dopo aver calcolato :

- il flusso del campo generato dal filo attraverso il toro
- la fem indotta sul toro
- la mutua induttanza,

si risponda alle seguenti domande:

11. Il campo del filo rettilineo indefinito è

- A. perpendicolare ad un piano contenente il filo e ha modulo $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r}$ (*)
- B. perpendicolare ad un piano contenente il filo e ha modulo $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} r$



- C. parallelo al filo e ha modulo $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r}$
- D. parallelo al filo e ha modulo $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} r$

12. Il flusso del campo magnetico del filo attraverso il toro vale:

- A. $\Phi = \frac{\mu_o N i b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R} (*)$
- B. $\Phi = \frac{\mu_o N i b}{2\pi} \ln \frac{R}{R+a}$
- C. $\Phi = \frac{\mu_o n i a}{2\pi} \ln \frac{R+b}{R}$
- D. $\Phi = \frac{\mu_o n i a}{2\pi} \ln \frac{R}{R+b}$

13. Il coefficiente di mutua induttanza del filo rispetto al toro è:

- A. $M_{ft} = \frac{\mu_o N b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R} (*)$
- B. $M_{ft} = \frac{\mu_o N a}{2\pi} \ln \frac{R}{R+b}$
- C. $M_{ft} = \frac{\mu_o N b}{2\pi} \frac{R}{R+a}$
- D. $M_{ft} = \frac{\mu_o N a}{2\pi} \frac{R}{R+b}$

14. Il coefficiente di mutua induttanza del toro rispetto al filo è:

- A. $M_{tf} = \frac{\mu_o N a}{2\pi} \ln \frac{R}{R+b}$
- B. $M_{tf} = \frac{\mu_o N b}{2\pi} \frac{R}{R+a}$
- C. $M_{tf} = \frac{\mu_o N b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R} (*)$
- D. $M_{tf} = \frac{\mu_o N a}{2\pi} \frac{R}{R+b}$

15. La fem ε indotta sul toro (trascurando l'autoinduzione) è data da:

- A. $\varepsilon = \frac{\mu_o N b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R} i_o e^{-\lambda t} (\lambda \cos \omega t + \omega \sin \omega t) (*)$
- B. $\varepsilon = \frac{\mu_o N b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R} i_o e^{-\lambda t} (-\lambda \sin \omega t + \omega \cos \omega t)$
- C. $\varepsilon = \frac{\mu_o N b}{2\pi} \frac{R+a}{R} i_o (-\lambda \sin \omega t + \omega \cos \omega t)$
- D. $\varepsilon = \frac{\mu_o N b}{2\pi} \frac{R+a}{R} i_o e^{-\lambda t} (-\lambda \sin \omega t + \omega \cos \omega t)$

ALTRE DOMANDE

16. Le linee di forza del campo magnetico possono incrociarsi in un punto.
A. vero
B. falso (*)
17. Il campo magnetico al centro di una spira circolare percorsa da una corrente i costante è non nullo
A. vero (*)
B. falso
18. Il campo magnetico all' interno di una bobina percorsa da una corrente i aumenta di intensità se all' interno della bobina viene inserito del ferro.
A. vero (*)
B. falso
19. Il campo di induzione magnetica $d\vec{B}$ prodotto in un punto P dalla corrente i passante nell' elemento $d\vec{l}$ di un filo di forma qualsiasi è dato da $d\vec{B} = \frac{\mu_o i}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$ dove \vec{r} è il vettore che da P va verso $d\vec{l}$
A. vero
B. falso (*)
20. Due fili paralleli percorsi da correnti concordi si attraggono
A. vero (*)
B. falso
21. Una spira di forma qualsiasi percorsa da una corrente i ed immersa in un campo \mathbf{B} uniforme ha un momento magnetico di modulo $m = Ai$
A. vero (*)
B. falso
22. La (auto)induttanza di una bobina dipende dalla corrente che circola in essa.
A. vero
B. falso (*)
23. Una barretta metallica si muove con velocità v su un piano ortogonale alle linee di forza di un campo di induzione magnetica uniforme \mathbf{B} . Se la velocità v è costante, gli estremi della barretta sono allo stesso potenziale.
A. vero
B. falso (*)
24. Il flusso di \mathbf{B} attraverso una qualunque superficie è sempre nullo.
A. vero
B. falso (*)
25. Un protone avente velocità \vec{v} entra in una regione con campo di induzione magnetica \vec{B} . La forza di Lorentz, $\vec{f} = e\vec{v} \times \vec{B}$, devia il protone nella direzione antiparallela al campo.
A. vero
B. falso (*)
26. Un elettrone che attraversi una regione con campo magnetico \mathbf{B} aumenta la propria energia cinetica perché il campo magnetico compie lavoro su di esso
A. vero
B. falso (*)
27. Un ago magnetico avvicinato ad una spira inizialmente senza corrente viene attratto da essa
A. vero
B. falso (*)

Soluzione compito B

Esercizio B1

Il campo **B** nel punto P è ortogonale al piano della figura, uscente ed ha modulo

$$B = \frac{\mu_o i/2}{4\pi R} \left(\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} \right) = \frac{\mu_o i}{8\pi R} \left(\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} \right) = \frac{\mu_o i}{48R}$$

Infatti:

- il campo nel punto P dovuto alla corrente in ciascuno dei fili FC, AP, PD, BP e PE è nullo, essendo per essi $d\vec{s} \times \vec{r} = 0$ ($d\vec{s}$ ed \vec{r} sono paralleli) e quindi $d\vec{B} = \frac{\mu_o i}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \vec{r}}{r^3} = 0$.

- Il campo **B**_{CA} nel punto P dovuto alla corrente $i/2$ nell' arco di circonferenza CA ha modulo

$$B_{CA} = \frac{\mu_o i/2}{4\pi R} \frac{\pi}{3} = \frac{\mu_o i}{24R}, \text{ direzione ortogonale al piano della figura e verso uscente; il campo } \mathbf{B}_{CB}$$

nel punto P dovuto alla corrente $i/2$ nell' arco di circonferenza CB ha la stessa direzione del

campo **B**_{CA}, ma ha verso opposto (entrante) e modulo $B_{CB} = \frac{\mu_o i/2}{4\pi R} \frac{\pi}{6} = \frac{\mu_o i}{48R}$,

quindi $\vec{B}_{AC} + \vec{B}_{CB} = \frac{\mu_o i}{48R} \vec{n}$ con \vec{n} versore ortogonale al piano della figura ed uscente.

Gli archetti intorno al punto P generano campi nel punto P uguali in modulo e in direzione ma di verso opposto e quindi la loro somma è nulla.

Esercizio B2

Essendo la linea di trasmissione molto lunga rispetto ai raggi R_{int} , R_{ext} ed R_c , il sistema esibisce simmetria cilindrica e può essere risolto utilizzando la legge di Ampère: le linee di forza del campo **B**, nelle regioni dove questo non è nullo, sono delle circonferenze ortogonali al piano del filo interno e con centro sul suo asse.

- $r < R_{int}$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_o i \Rightarrow B 2\pi r = 0 \Rightarrow B = 0$$

- $R_{int} < r < R_{ext}$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_o i \Rightarrow B 2\pi r = \mu_o i \frac{r^2 - R_{int}^2}{R_{ext}^2 - R_{int}^2} \Rightarrow B = \frac{\mu_o i}{2\pi r} \frac{r^2 - R_{int}^2}{R_{ext}^2 - R_{int}^2}$$

- $R_{ext} < r < R_c$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_o i \Rightarrow B 2\pi r = \mu_o i \Rightarrow B = \frac{\mu_o i}{2\pi r}$$

- $r > R_c$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_o i \Rightarrow B 2\pi r = \mu_o (i - i) = 0 \Rightarrow B = 0$$

Esercizio B3

Il campo **B** del filo infinito è ortogonale alla superficie delle spire che costituiscono il toroide. Il flusso è uguale al flusso attraverso una spira, moltiplicato per il numero delle spire:

$$\Phi = N \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{A} = N \int_R^{R+a} \frac{\mu_o i}{2\pi r} b dr = \frac{\mu_o i N b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R}$$

Il coefficiente di mutua induttanza del filo sul toroide è uguale al coefficiente di mutua induttanza del toroide sul filo ed è uguale a

$$L = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_o i N b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R}$$

Dalla legge di induzione di Faraday, segue che la forza elettromotrice è:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_o N b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R} i_o e^{-\lambda t} (\lambda \cos \omega t + \omega \sin \omega t)$$