

Liceo Scientifico “L. Cremona” - Milano.		Classe: _____
TEST DI FISICA. Magnetostatica. Induzione. Autoinduzione.		Docente: M. Saita
Cognome:	Nome:	Dicembre 2017

Es.1 (2 p.ti)	Es.2 (2 p.ti)	Es.3 (2 p.ti)	Es.4 (3 p.ti)	Totale	Voto

Rispondere per iscritto ai seguenti quesiti sul foglio protocollo in non più di quindici righe.
Tempo della prova: 55 minuti. ¹

Quesito 1. Calcolare l'intensità del campo magnetico nel punto O indicato in figura che si trova alla distanza di 20 cm dai due fili percorsi da correnti di verso opposto e intensità, per entrambi, di 10 A.

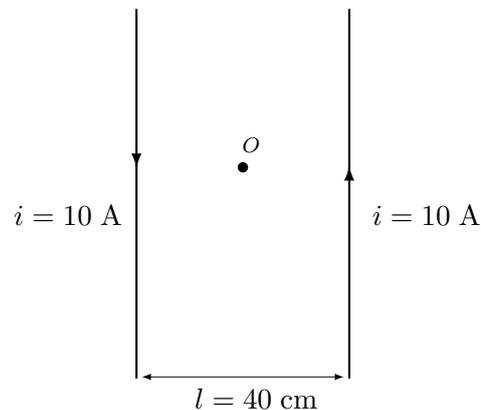


Figura 1: Qual è l'intensità del campo magnetico nel punto O ?

Quesito 2. Un circuito di forma rettangolare ha dimensioni pari a 80 cm e 30 cm. Esso è immerso in un campo magnetico \mathbf{B} uniforme avente direzione ortogonale rispetto al piano del circuito. L'intensità di \mathbf{B} cresce uniformemente nel tempo con una velocità $\frac{d\mathbf{B}}{dt} = 0,7 \text{ T/s}$. Determinare la f.e.m indotta nel circuito.

Quesito 3. Una bobina circolare è formata da 20 spire e ogni sua sezione ha area pari a $A = 4,0 \text{ cm}^2$. La bobina è collegata a un circuito in cui è stata inserita una lampadina.

Nella bobina viene inserito un magnete: in 0,5 s il campo magnetico passa da 0 a 9,4 mT. Stabilire se la f.e.m. indotta nel circuito è sufficiente per fare accendere la lampadina.

¹File tex: verifica03_induzione_autoinduzione_2017.tex

Quesito 4. Un solenoide è formato da 500 avvolgimenti per metro, è lungo 45 cm e il raggio di una sua sezione è 10 cm.

La corrente che lo attraversa aumenta uniformemente da 10 a 30 A in 5 s. Determinare

1. il coefficiente di autoinduzione.
2. la f.e.m. autoindotta.
3. il verso della corrente autoindotta, rispetto alla corrente principale che circola nel solenoide.
4. la lunghezza del filo conduttore che è servito per costruire il solenoide.

Soluzioni

Quesito 1. L'intensità del campo magnetico generato da un filo rettilineo percorso da corrente stazionaria i è $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$, dove r è la distanza del punto dal filo. Nel caso in esame ogni filo contribuisce con un'induzione magnetica che è diretta ortogonalmente rispetto al piano che contiene i due fili e ha per entrambi verso uscente dal piano. La distanza di O dai due fili è $\frac{40 \text{ cm}}{2} = 0,2 \text{ m}$. Quindi l'intensità del campo magnetico è

$$B = 2 \cdot \frac{\mu_0 i}{2\pi r} = 2 \cdot \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{10 \text{ A}}{0,2 \text{ m}} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ T}$$

Quesito 2. L'area delimitata dal circuito è $S = (0,80 \cdot 0,30) \text{ m}^2 = 0,24 \text{ m}^2$. Il flusso concatenato con il circuito è $\Phi[\mathbf{B}(t)] = \mathbf{B} \cdot \mathbf{S}$. Dalla legge di Faraday-Neumann-Lenz si ottiene

$$f_i = -\frac{d[\Phi\mathbf{B}(t)]}{dt} = -\frac{d\mathbf{B} S}{dt} = -S \frac{d\mathbf{B}}{dt} = -0,24 \text{ m}^2 \cdot 0,7 \text{ T/s} = -0,17 \text{ V}$$

Quesito 3. La variazione di flusso concatenato con il circuito è pari a

$$\Delta\Phi(\mathbf{B}) = 20 \cdot A \cdot \Delta B = 20 \cdot (4,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2) \cdot (9,4 \cdot 10^{-3} \text{ T} - 0 \text{ T}) = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}$$

mentre il valore assoluto della f.e.m. indotta è

$$f_i = \frac{\Delta\Phi(\mathbf{B})}{\Delta t} = \frac{7,5 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}}{0,5 \text{ s}} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ V}$$

Il valore della f.e.m è troppo piccolo per far accendere la lampadina (per esempio, per avere una f.e.m. di almeno $1,5 \text{ V}$ bisognerebbe aumentare la forza elettromotrice di 10.000 volte).

(Esercizio tratto da U. Amaldi, L'Amaldi per i licei scientifici.blu, Ed. Zanichelli).

Quesito 4.

1. L'area della sezione del solenoide è $S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (0,10 \text{ m})^2 = 3,14 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$, l'intensità del campo magnetico è $B = \mu_0 n i(t)$ mentre $\Phi[\mathbf{B}(t)] = (\mu_0 n i(t)) S$ è il flusso concatenato con una spira.

Il flusso concatenato con il solenoide (le cui spire sono $N = n l$) è

$$\Phi[\mathbf{B}(t)] = L i(t) = \mu_0 n i(t) S n l = \mu_0 n^2 l S i(t)$$

L'induttanza (coefficiente di autoinduzione) del solenoide è

$$L = \mu_0 n^2 l S = 12,57 \cdot 10^{-7} \cdot 500^2 \cdot 0,45 \cdot 3,14 \cdot 10^{-2} = 4,44 \cdot 10^{-3} \text{ H}$$

2. La corrente cresce uniformemente, quindi

$$\frac{di}{dt} = \frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{(30 - 10) \text{ A}}{5 \text{ s}} = 4,00 \text{ A/s}$$

La f.e.m. autoindotta si ottiene utilizzando la legge di Faraday-Neumann-Lenz, cioè

$$f_a = -\frac{d[\Phi \mathbf{B}(t)]}{dt} = -\frac{d(Li)}{dt} = -L \frac{di}{dt} = -4,44 \cdot 10^{-3} \text{ H} \cdot 4,00 \text{ A/s} \sim -0,018 \text{ V}$$

3. L'intensità della corrente principale sta crescendo, quindi $\frac{di}{dt} > 0$. Pertanto, l'extracorrente autoindotta i_a circola in verso opposto rispetto alla corrente principale.
4. La lunghezza di una spira è $2 \cdot \pi \cdot 0,10 \text{ m} = 0,63 \text{ m}$ mentre il numero di spire del solenoide è $500 \cdot 0,45 = 225$. Quindi per costruire il solenoide sono serviti $225 \cdot 0,63 = 141,75$ metri di filo.