

Liceo Scientifico "L. Cremona" - Milano.		Classe: _____
TEST DI FISICA. Magnetismo.		Docente: M. Saita
Cognome:	Nome:	Dicembre 2015

Rispondere per iscritto ai seguenti quesiti sul foglio protocollo.

Tempo della prova: 55 minuti. ¹

Quesito 1.

Un conduttore metallico $ABCD$, di resistenza trascurabile, è stato piegato a forma di U in modo tale che i due tratti paralleli siano alla distanza di 5 cm. Su di esso può traslare orizzontalmente, senza attrito, il conduttore PQ la cui resistenza è pari a $R = 5 \Omega$. Il conduttore viene mantenuto in moto alla velocità costante di 10 m/s (direzione e verso della velocità \mathbf{v} sono mostrati in figura).

Il dispositivo viene immerso in un campo magnetico \mathbf{B} uniforme e costante, diretto perpendicolarmente rispetto al piano che contiene il circuito e con il verso specificato in figura. L'intensità del campo magnetico è $B = 0.2 \text{ T}$. Calcolare

1. il valore della corrente indotta nel circuito.
2. la potenza che occorre spendere per mantenere in movimento il conduttore mobile.

(Trascurare l'autoinduzione del circuito).

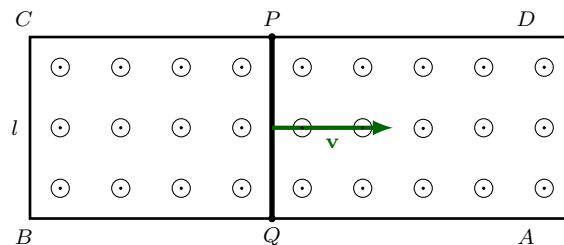


Figura 1

Quesito 2. Un dispositivo elettronico che funziona con una tensione di 12 V, viene collegato mediante un trasformatore a una presa da 220 V di un appartamento. Se la bobina primaria del trasformatore ha 100 avvolgimenti qual è il numero di avvolgimenti della bobina secondaria?

¹File tex: verifica03_magnetismo.5e.2015.tex

Quesito 3. In un alternatore il flusso $\Phi(\mathbf{B})$ del campo magnetico varia rispetto al tempo secondo la legge

$$\Phi(\mathbf{B}) = 100 \cos 4t$$

Determinare

1. la forza elettromotrice indotta f_i in funzione del tempo.
2. la corrente indotta i in funzione del tempo (si supponga una resistenza pari a R).
3. i grafici di f_i e i .

Quesito 4. Una spira rettangolare si muove orizzontalmente, da sinistra verso destra, con velocità $v = 12 \text{ m/s}$. Le dimensioni della spira sono 20 cm e 10 cm ; essa passa da una regione di piano in cui è presente un campo magnetico \mathbf{B} uniforme e costante, di intensità $B = 0,5 \text{ T}$ (direzione e verso sono quelli mostrati in figura), a una regione in cui il campo magnetico è nullo. Determinare la velocità di variazione del flusso magnetico attraverso la spira quando la spira stessa

1. è completamente immersa nel campo magnetico.
2. è appena entrata nella regione priva di campo.
3. si trova completamente nella regione priva di campo.

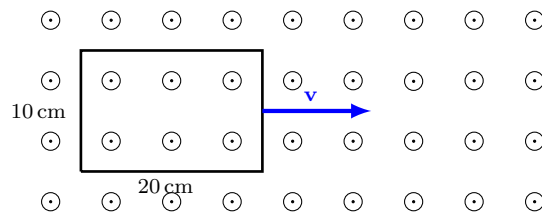


Figura 2

Quesito 5. Si vuole costruire un'induttanza da $50,0 \text{ mH}$ avvolgendo un filo di rame isolato (diametro = $0,0332 \text{ cm}$) su un tubo a sezione circolare di raggio $2,67 \text{ cm}$. Trovare la lunghezza del filo nell'ipotesi che l'avvolgimento attorno al tubo venga realizzata in un singolo strato aderente.

Soluzioni

Quesito 1.

1. Agli estremi P, Q del conduttore si ha una tensione pari a

$$f = Blv = 0.2 \text{ T} \cdot (5 \cdot 10^{-2} \text{ m}) \cdot 10 \text{ m/s} = 0,1 \text{ V}$$

L'intensità di corrente vale

$$i = \frac{f}{R} = \frac{Blv}{R} = \frac{0,1 \text{ V}}{5 \Omega} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

Il verso della corrente, in accordo con la legge di Lenz, è orario.

2. La forza \mathbf{F} che agisce sul conduttore PQ ha intensità

$$F = B i l = B \frac{Blv}{R} l = \frac{B^2 v l^2}{R}$$

La direzione di \mathbf{F} è parallela a AD e ha verso opposto rispetto a alla velocità \mathbf{v} .

Pertanto per mantenere il conduttore in moto con velocità costante \mathbf{v} occorre applicare al conduttore la forza esterna \mathbf{f} uguale e contraria a \mathbf{F} . Serve spendere la potenza meccanica

$$P_m = F v = \frac{B^2 v^2 l^2}{R} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ W}$$

Quesito 2. Se N_p, N_s indicano il numero di avvolgimenti della bobina primaria e di quella secondaria e V_p, V_s le tensioni ai capi della bobina primaria e di quella secondaria allora si ha

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_p}$$

Nel caso proposto, il numero di avvolgimenti N_s della bobina secondaria è

$$N_s = 100 \frac{12 \text{ V}}{220 \text{ V}} = 5,5 \text{ avvolgimenti}$$

Quesito 3. Essendo $\Phi(\mathbf{B}(t)) = 100 \cos 4t$ si ottiene: $\frac{d}{dt} \Phi(\mathbf{B}(t)) = -400 \sin 4t$.

Dalla legge di Lenz si ricava

$$f_i = -\frac{d}{dt} \Phi(\mathbf{B}(t)) = 400 \sin 4t$$

Infine, l'intensità di corrente in funzione del tempo è

$$i = \frac{f_i}{R} = 40 \sin 4t$$

Grafici di f.e.m
e corrente

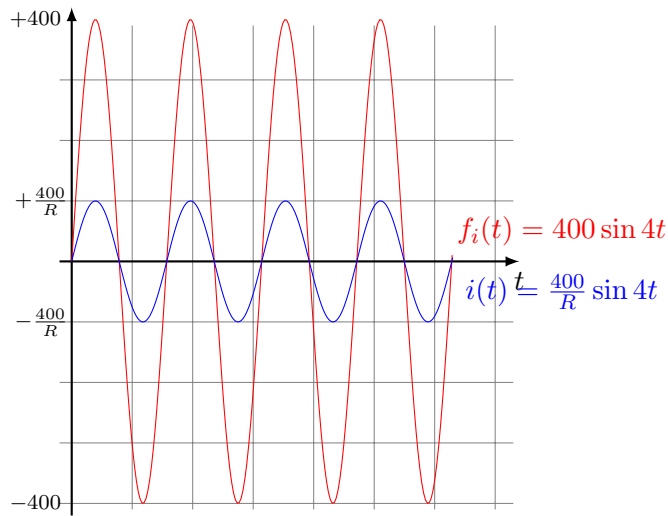


Figura 3: f_i e i sono in fase.

Quesito 4.

1. Quando la spira è completamente immersa nel campo magnetico non vi è variazione di flusso. Quindi $\frac{d\Phi(\mathbf{B})}{dt} = 0$; nel circuito non passa corrente.
2. Si supponga che all'istante t_0 il lato verticale destro della spira stia per uscire dalla regione di piano interessata dal campo magnetico. Dopo un intervallino di tempo Δt (ossia all'istante $t_0 + \Delta t$), la spira ha percorso un tratto pari a $dl = v \Delta t$. Se l, h indicano rispettivamente lunghezza e altezza della spira si ha:

$$\left. \frac{d\Phi(\mathbf{B})}{dt} \right|_{t=t_0} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{B(l - v\Delta t)h - Blh}{\Delta t} = -Bvh$$

Nel caso del problema qui proposto si ottiene:

$$\left. \frac{d\Phi(\mathbf{B})}{dt} \right|_{t=t_0} = -0,5 \text{ T} \cdot 12 \text{ m/s} \cdot 0,1 \text{ m} = -0,6 \text{ V}$$

3. Quando la spira è completamente nella regione priva di campo magnetico non vi è variazione di flusso. Quindi $\frac{d\Phi(\mathbf{B})}{dt} = 0$; nel circuito non passa corrente.

Quesito 5.

L'induttanza di un solenoide è data da $L = \mu_0 n^2 Al$, dove l è la lunghezza del solenoide, n il numero di spire N per unità di lunghezza ($n = \frac{N}{l}$) e A la sezione.

La lunghezza del solenoide è il prodotto delle N spire del solenoide per il diametro d del filo di rame, $l = Nd$

Si ottiene:

$$L = \mu_0 \frac{N^2}{l^2} A l = \mu_0 \frac{N^2}{N^2 d^2} A N d = \mu_0 \frac{N A}{d}$$

Il numero N di spire del solenoide è

$$N = \frac{L d}{\mu_0 A} = \frac{(50 \cdot 10^{-3}) \cdot (3,32 \cdot 10^{-3})}{(4\pi \cdot 10^{-7}) \cdot \pi \cdot (2,67 \cdot 10^{-2})^2} \sim 5898$$

Quindi, per costruire il solenoide, servono

$$5898 \cdot (2\pi \cdot 2,67 \cdot 10^{-2}) \text{ m} \sim 989 \text{ m}$$

di filo di rame.