

Complementi di Fisica - XVIII Lezione

Soluzione degli esercizi N. 1, 3, 5 e 7
della IX prova di autovalutazione

Andrea Bettucci

8 maggio 2023

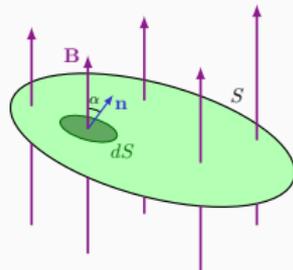
Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria
Sapienza Università di Roma

Esercizio 1

Una spira quadrata di lato $\ell = 5,0 \text{ cm}$ è immersa in un campo magnetico uniforme $B = 0,16 \text{ T}$. Quanto vale il flusso del campo magnetico attraverso la spira se: (a) il campo magnetico \mathbf{B} è ortogonale al piano della spira; (b) il campo magnetico \mathbf{B} forma un angolo di 30° con il versore \mathbf{n} perpendicolare al piano della spira? Si determini, inoltre, l'intensità della corrente media che circola nella spira se questa ha una resistenza $R = 0,012 \Omega$ e viene ruotata dalla posizione (b) alla posizione (a) in $0,14 \text{ s}$.

Flusso di un vettore attraverso una superficie S

$$\Phi(\mathbf{B}) = \int_S d\Phi(\mathbf{B}) = \int_S (\mathbf{B} \cdot \mathbf{n}) dS = \int_S B dS \cos \alpha$$



(a)

$$\Phi(\mathbf{B}) = B \int_S dS \cos 0^\circ = BS = B\ell^2 = 4,0 \times 10^{-4} \text{ Wb.}$$

(b)

$$\Phi(\mathbf{B}) = B \int_S dS \cos 30^\circ = BS \cos 30^\circ = B\ell^2 \cos 30^\circ = 3,5 \times 10^{-4} \text{ Wb.}$$

L'intensità della forza elettromotrice indotta è:

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi(\mathbf{B})}{\Delta t} = \frac{(4,0 \times 10^{-4} \text{ Wb}) - (3,5 \times 10^{-4} \text{ Wb})}{0,14 \text{ s}} = 3,6 \times 10^{-4} \text{ V.}$$

Di conseguenza, l'intensità della corrente indotta è:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = 30 \text{ mA.}$$

Esercizio 3

La tensione d'uscita e la corrente d'ingresso di un trasformatore della potenza $P = 75 \text{ W}$ sono $V_{out} = 12 \text{ V}$ e $I_{in} = 22 \text{ A}$. (a) Il trasformatore è un trasformatore elevatore o riduttore della tensione? (b) Quanto vale il fattore moltiplicatore della tensione?

(a) Per la conservazione dell'energia deve essere

$$V_{in}I_{in} = V_{out}I_{out} = 75 \text{ W}$$

dove $V_{out} = 12 \text{ V}$ e $I_{in} = 22 \text{ A}$.

Dalla relazione precedente si ricava:

$$V_{in} = \frac{75 \text{ W}}{22 \text{ A}} = 3,4.$$

Poiché $V_{in} < V_{out}$ il trasformatore è in salita.

(b) Il il fattore moltiplicatore della tensione è $V_{out}/V_{in} = 3,5$.

Esercizio 5

Un anello metallico di raggio $r = 3,0$ cm e resistenza $R = 0,025 \Omega$ viene fatto ruotare di 90° attorno a un asse passante per un diametro in presenza di un campo magnetico $B = 0,23$ T ortogonale all'asse in questione. Supponendo che inizialmente il campo magnetico \mathbf{B} giaccia nel piano dell'anello, quanti elettroni passano attraverso una sezione qualsiasi dell'anello?

La variazione del flusso del campo magnetico attraverso l'anello è:

$$\Delta\Phi(\mathbf{B}) = \Phi(\mathbf{B})_{\text{finale}} - \Phi(\mathbf{B})_{\text{iniziale}} = B\pi r^2 - 0.$$

Se Δt è il tempo necessario a compiere la rotazione di 90° , l'intensità della f.e.m. indotta nell'anello vale:

$$\text{f.e.m.} = \frac{\Delta\Phi(\mathbf{B})}{\Delta t} = \frac{B\pi r^2}{\Delta t}$$

e la corrente che circola nell'anello è:

$$I = \frac{\text{f.e.m.}}{R} = \frac{B\pi r^2}{R\Delta t}.$$

La corrente è circolata nell'anello per un tempo Δt ; quindi, se Q è la carica totale che ha attraversato nel tempo Δt una qualsiasi sezione dell'anello (quando un conduttore è percorso da una corrente, la corrente è la stessa attraverso qualsiasi sezione del conduttore), allora

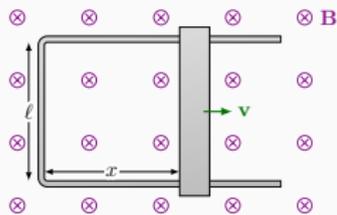
$$I = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{ne}{\Delta t}$$

essendo n il numero di elettroni di carica e che nel tempo Δt ha attraversato la sezione del conduttore. Si ha perciò

$$\frac{B\pi r^2}{R\Delta t} = \frac{ne}{\Delta t} \Rightarrow n = \frac{B\pi r^2}{eR} \simeq 1,6 \times 10^{17}.$$

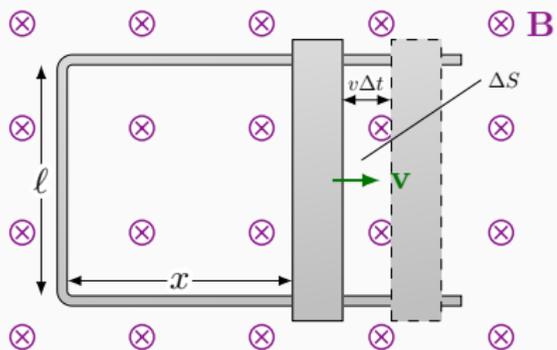
Esercizio 7

Perpendicolarmente a un campo magnetico uniforme \mathbf{B} è disposta una spira metallica rettangolare di altezza ℓ la quale ha un lato che, pur mantenendo il contatto con i lati contigui, viene spostato con velocità costante \mathbf{v} normale al lato stesso e a \mathbf{B} . Qual è l'intensità della forza elettromotrice indotta nella spira e qual è il verso di circolazione della corrente?



In un tempo Δt , il lato si sposta di $\Delta x = v\Delta t$ e l'area della spira aumenta di $\Delta S = \ell\Delta x = \ell v\Delta t$. La variazione del flusso di \mathbf{B} attraverso la superficie della spira è allora:

$$\Delta\Phi(\mathbf{B}) = B\Delta S = B\ell v\Delta t.$$

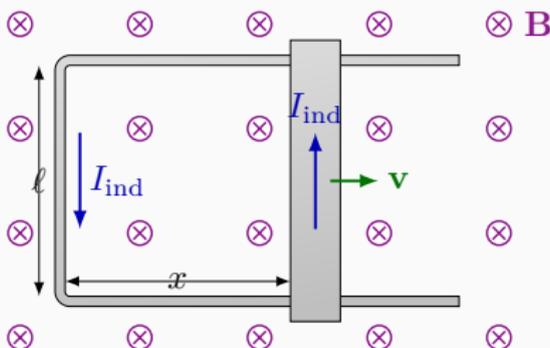


Poiché la variazione del flusso di \mathbf{B} è avvenuta in un tempo Δt , l'intensità della f.e.m indotta vale:

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi(\mathbf{B})}{\Delta t} = \frac{Blv\Delta t}{\Delta t} = Blv.$$

Poiché la variazione del flusso di \mathbf{B} è avvenuta in un tempo Δt , l'intensità della f.e.m indotta vale:

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi(\mathbf{B})}{\Delta t} = \frac{Blv\Delta t}{\Delta t} = Bvl.$$



Per la legge di Lenz, poiché aumenta il flusso del campo magnetico entrante nella spira, la corrente indotta, I_{ind} , deve circolare in senso antiorario.