

Induzione magnetica

(Per gli esercizi tratti dal libro di testo viene indicato fra parentesi il numero dell'esercizio. L'edizione di riferimento è la 3^a edizione del testo in adozione Gettys, Keller, Skove, **Fisica 2**, McGraw-Hill 2007, ISBN 978-88-386-6458-8)

A. *Legge di Faraday-Neumann-Lenz* $f.e.m. = -\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt}$

Esercizio 1. (9.1) *Campo magnetico variabile nel tempo*

Una spira circolare di raggio $r = 45\text{ mm}$ è perpendicolare ad un campo magnetico spazialmente uniforme. In un intervallo di tempo $\Delta t = 120\text{ ms}$ l'intensità del campo varia linearmente da $B_1 = 240\text{ mT}$ a $B_2 = 360\text{ mT}$.

- Determinare il flusso di campo magnetico concatenato con la spira all'inizio e alla fine dell'intervallo di tempo
- Determinare la *f.e.m.* indotta nella spira
- Supposto che il campo sia uscente dal piano della spira, indicare il verso della corrente indotta

Esercizio 2. (9.9) *Circuito a filo mobile (area variabile 1)*

Un circuito a filo mobile (lato fisso $l = 0.15\text{ m}$) è immerso in un campo magnetico uniforme $B = 430\text{ mT}$, perpendicolare al piano del circuito (verso uscente). Il filo mobile costituisce il lato destro del circuito e viaggia verso destra con velocità $v = 2.6\text{ m/s}$. Supporre che tutta la resistenza circuito sia concentrata in un resistore $R = 750\ \Omega$ (resistenza dei fili trascurabile).

- Quale *f.e.m.* viene indotta nel circuito?
- Qual è l'intensità della corrente che percorre il circuito?
- Determinare l'intensità e la direzione della forza magnetica che agisce sul filo mobile.

Esercizio 3. (9.13) *Ingresso di un circuito in una regione di campo (area variabile 2)*

Una spira conduttrice rettangolare, di dimensioni $w = 0.4\text{ m}$ e $l = 0.2\text{ m}$, entra perpendicolarmente in una regione di campo uniforme $B = 0.15\text{ T}$ con velocità costante $v = 5.6\text{ m/s}$ ($v \parallel w$, verso destra, campo entrante nel piano).

Il primo lato della spira entra nella regione del campo all'istante $t = 0$.

- In quale istante t_1 entra nel campo il lato opposto della spira?
- Calcolare la *f.e.m.* indotta nella spira per $0 < t < t_1$.

- (c) Qual è il senso della corrente indotta?
- (d) Determinare la forza magnetica totale agente sulla spira durante questo intervallo di tempo se la resistenza della spira è $R = 1200 \Omega$.

Esercizio 4. (p9.2) *Corrente che genera il campo variabile nel tempo*

Una spira conduttrice rettangolare, di dimensioni l e w giace in un piano che contiene anche un lungo filo rettilineo percorso da una corrente $i(t)$. Il filo è parallelo al lato l e dista R dalla spira. Determinare le espressioni del flusso di campo magnetico concatenato con la spira e della *f.e.m.* indotta nella spira in funzione dell'intensità di corrente che percorre il filo.

Esercizio 5. (9.20) *Generatore di corrente alternata*

L'avvolgimento di un generatore ruota con una frequenza $f = 480 \text{ Hz}$ intorno ad un asse perpendicolare a un campo magnetico uniforme. L'avvolgimento ha una sezione di area $S = 2.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ e il modulo del campo magnetico è $B = 37 \text{ mT}$.

- (a) Qual è la *f.e.m.* massima indotta in ogni spira dell'avvolgimento?
- (b) Di quante spire deve essere costituito l'avvolgimento se si desidera una *f.e.m.* massima di 170 V ?

B. Autoinduttanza, Mutua Induttanza, Trasformatori

$$\Phi(\vec{B}) = Li \qquad f.e.m. = -\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} = -L\frac{di}{dt} \qquad \frac{N_P}{N_S} = \frac{V_P}{V_S} = \frac{i_S}{i_P}$$

Esercizio 6. (10.3) *Autoinduttanza*

Un solenoide ha induttanza $L = 23 \text{ mH}$. Determinare la *f.e.m.* autoindotta nel solenoide quando

- (a) l'intensità di corrente è $i_1 = 125 \text{ mA}$ e aumenta di $\frac{di}{dt} = 37 \text{ mA/s}$;
- (b) l'intensità di corrente è $i_2 = 0 \text{ mA}$ e aumenta di $\frac{di}{dt} = 37 \text{ mA/s}$;
- (c) l'intensità di corrente è $i_3 = 125 \text{ mA}$ e diminuisce di $\frac{di}{dt} = -37 \text{ mA/s}$;
- (d) l'intensità di corrente è $i_4 = 125 \text{ mA}$ e non varia.

Esercizio 7. (10.6) *Autoinduttanza*

Un solenoide con $n = 1200 \text{ m}^{-1}$ spire al metro ha una lunghezza $d = 150 \text{ mm}$ e un raggio $r = 16 \text{ mm}$. Determinare l'induttanza del solenoide. Se la corrente che percorre il solenoide aumenta con intensità costante da 0 a $20 \mu\text{A}$ in $\Delta t = 50 \text{ ms}$, qual è la *f.e.m.* autoindotta?

Esercizio 8. (10.24) *Mutua Induttanza*

Una piccola bobina con N spire di area S viene posta all'interno di un lungo solenoide con n spire per unità di lunghezza. La bobina è lontana da entrambe le estremità del solenoide e il suo asse coincide con l'asse del solenoide.

- (a) Dimostrare che la mutua induttanza della coppia di bobine è $M = \mu_0 N n S$.
- (b) Calcolare la mutua induttanza per $N = 75$, $n = 2000 \text{ m}^{-1}$ e $S = 300 \text{ mm}^2$.

Esercizio 9. (10.31) *Trasformatore*

Un trasformatore a rapporto variabile ha un contatto strisciante che permette di variare il numero di spire dell'avvolgimento secondario. Il primario è formato da $N_1 = 600$ spire e opera a $V_1 = 120 \text{ V}$. La tensione del secondario può variare tra 0 e 9 V .

- (a) Quante spire vengono utilizzate sul secondario per avere una tensione di uscita di 9 V ?
- (b) Qual è la minima tensione di uscita diversa da 0 che si può ottenere con questo trasformatore?

Esercizio 10. *Trasformatore coassiale*

In un trasformatore coassiale il primario è formato da $N_1 = 50$ spire e vi circola una corrente a $i_1 = 10 \text{ A}$. L'avvolgimento del secondario ha $N_2 = 200$ spire ed è disposto in posizione concentrica al primario, al suo interno. Ha identica lunghezza $l_2 = l_1$ e un raggio $r_2 = \frac{1}{2} r_1$. Determinare la tensione ai capi del secondario (occorre capire quali sono i flussi di campo magnetico attraverso i due avvolgimenti).