

2.2 Induzione elettromagnetica

Esercizio 46

Una spira quadrata di lato $l = 30 \text{ cm}$ ha resistenza totale $R = 0.1 \ \omega$ e si trova in un piano orizzontale x, y , dove è presente un campo magnetico $\vec{B} = kx\hat{z}$, con $k = 0.8 \text{ T/m}$.

La spira è collegata tramite una carrucola ad un pesetto di massa $m = 10 \text{ g}$ soggetto a gravità, in modo che il peso tira la spira verso le x positive. Si osserva che a regime la velocità della spira è costante.

- La corrente a regime in modulo e verso;
- la velocità della spira a regime;
- l'energia dissipata dalla spira sempre a regime.

Esercizio 47

Un filo rettilineo indefinito è posto sul piano di una spira quadrata di lato $l = 5 \text{ cm}$, con uno dei lati parallelo al filo stesso, ad una distanza $d = 10 \text{ cm}$ da esso. Il tutto è posto su un piano verticale sottoposto a gravità. Il filo della spira è di rame $\rho = \cdot 10^{-8} \ \Omega m$ e sezione $S = 1 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2$.

Al partire dal tempo $t = 0$, una corrente $I(t)$ inizia a scorrere sul filo, crescendo linearmente fino a raggiungere una corrente $I_0 = 30 \text{ A}$ al tempo $T_0 = 10 \text{ s}$. La spira rimane ferma.

- la *fem* presente sulla spira;
- la corrente i che circola sulla spira;
- la forza *vecF* cui è sottoposta la spira;
- Dopo il tempo T_0 la corrente sul filo resta $I = I_0$ (costante), e la spira è lasciata libera di muoversi. Si calcoli l'equazione del moto della spira.

Esercizio 48

Due guide conduttrici sono incernierate tra loro ad un estremo O e sono collegate alle estremità di una sbarra di lunghezza $h = 0.4 \text{ m}$. La sbarra scorre senza attrito lungo le guide con velocità $v = 20 \text{ m/s}$, sempre perpendicolare ad una guida OB , partendo da O all'istante $t = 0 \text{ s}$.

La guida obliqua OA ha resistenza trascurabile, mentre l'altra (OB) ha una resistenza per unità di lunghezza $\rho = 200 \ \Omega/m$: infine la resistenza della sbarra è $R = 200 \ \Omega$. Il sistema è immerso in un campo uniforme $B = 1.5 \text{ T}$ perpedicolare al piano dove si trova il circuito.

- La corrente che gira sul circuito all'istante $t_2 = 0.1 \text{ s}$;

- b. la forza sulla sbarra all'istante t_2 ;
- c. l'energia dissipata tra t_0 e t_2 .

Esercizio 49

Due sbarre metalliche uguali, lunghe $L = 15 \text{ cm}$, con resistenza $R = 15 \Omega$ sono incernierate ad una estremità O . L'altra estremità è vincolata a scorrere lungo una rotaia metallica rettilinea con resistenza trascurabile. L'angolo di apertura tra le due sbarre varia $\alpha = \pi/6 + \omega t$ con $\omega = 2 \text{ rad/s}$. Il sistema è immerso in un campo magnetico costante $B = 0.5 \text{ T}$ perpendicolare al piano del circuito.

Determinare:

- a. la corrente I all'istante $t_1 = \pi/24 \text{ s}$;
- b. la carica che fluisce per il punto O nell'intervallo $[0, t_1]$
- c. il lavoro eseguito sul sistema.

Esercizio 50

Una spira di raggio $R = 10 \text{ cm}$ è percorsa da una corrente $I = 10 \text{ A}$. Coassialmente ad essa, si trova una seconda spira con raggio $r = 0.5 \text{ cm}$, filo con sezione $\Sigma = 0.2 \text{ mm}^2$ e resistività $\rho = 1.7 \cdot 10^{-7} \Omega\text{m}$, che si muove con velocità $v = 2 \text{ m/s}$ sull'asse comune. All'istante $t = 0 \text{ s}$ si trovano sullo stesso piano.

- a. La posizione z_{max} dove la corrente indotta sulla spira piccola è massima;
- b. la carica Q che fluisce sulla spira piccola tra $t = 0 \text{ s}$ e t_1 quando la distanza tra le spire è pari a R ;
- c. la corrente nell'istante t_1 ;
- d. il flusso attraverso la spira grande dovuta al campo generato dalla spira piccola all'istante t_1 .

Soluzione esercizio 46

- a. $i = \frac{mg}{kl^2} = 1.36 \text{ A}$, verso orario.
 b. $v = \frac{Ri}{kl^2} = 1.982 \text{ m/s}$
 c. $P = Ri^2 = mgv = 0.186 \text{ W}$

Soluzione esercizio 47

- a. $fem = \frac{\mu_0 I l}{2\pi T} \log \frac{l+d}{d} = 1.22 \cdot 10^{-8} \text{ V}$
 b. $i = 3.58 \text{ }\mu\text{A}$
 c. $F_{tot} = \frac{i\mu_0 I(t)}{2\pi} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d+l} \right) = 3.6 \cdot 10^{-13} t[\text{s}] \text{ N}$ verso il basso.
 d. $\frac{d^2x}{dt^2} = g - \frac{1}{\rho\delta} \left[\frac{\mu_0 I_0 l}{8\pi x(l+x)} \right]^2 \frac{dx}{dt}$

Soluzione esercizio 48

- a. $I(t) = \frac{hRv/2}{\rho vt + R} = 10 \text{ mA}$;
 b. $F = ihB = 6 \cdot 10^{-3} \text{ N}$
 c. $W = \int_{t_1}^{t_2} \frac{(Bhv/2)^2}{\rho vt + R} dt = \frac{B^2 h^2 v}{4\rho} \ln \left(\frac{R + \rho vt_2}{R} \right) = 9.9 \cdot 10^{-3} \text{ J}$

Soluzione esercizio 49

- a. $I(t) = \frac{BL^2}{4R} \cos(\alpha + \omega t) = 2.65 \cdot 10^{-4} \text{ A}$
 b. Uso legge di Felici $Q = \frac{BL^2}{4R} \left[\sin \frac{\pi}{4} - \sin \frac{\pi}{6} \right] = 3.88 \cdot 10^{-5} \text{ C}$
 c. $W = \int_0^{t_1} \frac{\epsilon^2}{2R} dt = \frac{B^2 L^4 \omega}{16R} \left[\alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right]_{\pi/6}^{\pi/4} = 3.47 \cdot 10^{-7} \text{ J}$

Soluzione esercizio 50

- a. $z = \pm R/2$
 b. $Q = \frac{r\mu_0 I \Sigma}{4\rho R} \left[\frac{1}{2^{3/2}} - 1 \right] = 1.2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$
 c. $i(t_1) = 1.96 \cdot 10^{-6} \text{ A}$
 d. $\Phi(z) = M(z = R)I(t_1) = 6.8 \cdot 10^{-16} \text{ T/m}^2$