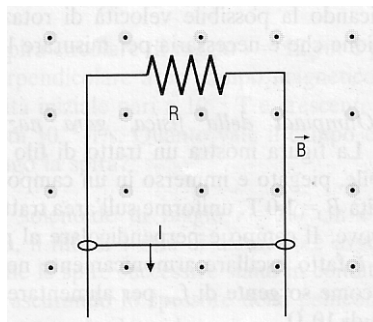


Esercizi su induzione (seconda parte).

Riferimenti all'Amaldi vol. 3

N.B. Quando non è rilevante, si trascura il segno meno che esprime la legge di Lenz.

53 (Elaborato da esami di maturità nei licei scientifici sperimentali, 1988.) Per effetto del proprio peso, un conduttore di lunghezza $l = 1$ m e massa $m = 0,1$ kg scivola in caduta, senza frizione significativa e partendo da fermo, lungo due guide conduttrici verticali che sono collegate in alto da una resistenza elettrica $R = 10 \Omega$. Un campo magnetico uniforme di intensità $B = 0,4$ T è perpendicolare al piano del circuito. La situazione è rappresentata nella figura seguente; il campo è diretto verso chi legge. Fai l'ipotesi che i conduttori abbiano resistenza nulla.



p.47 n°53 (prob. Esame)

- a) Per la legge di Lenz, verso orario (il flusso indotto è opposto al flusso che sta aumentando)
- b) Nel primo istante il filo cade liberamente con accelerazione g , poi l'accelerazione diminuisce man mano che aumenta la corrente indotta, proporzionale a v , e di conseguenza la forza di Lorentz. Quando la forza di Lorentz, diretta verso il basso, uguaglia in modulo la forza peso, diretta verso l'alto, si raggiunge l'equilibrio e la velocità limite:

$$mg = Bil, \text{ dove } i = \frac{fem}{R} = \frac{1}{R} \frac{\Delta\Phi(B)}{\Delta t} = \frac{1}{R} Blv$$

da cui $mg = \frac{B^2 l^2 v}{R} \Rightarrow v = \frac{mg}{B^2 l^2} R = kR$, direttamente proporzionale a R

$$v = \frac{0,1 \cdot 9,8 \cdot 10}{(0,4)^2 \cdot 1} = 61,2 \frac{m}{s^2}$$

- c) Istante per istante, per il secondo principio della dinamica,

$$a = \frac{F_{tot}}{m} = \frac{F_{peso} - F_{Lorentz}}{m} = g - \frac{Bl}{m} i = g - \frac{Bl}{m} \frac{1}{R} Blv = g - f \frac{B^2 l^2}{mR} v$$

Si ottiene così un'equazione differenziale per la velocità:

$$\frac{dv}{dt} + kv - g = 0, \text{ dove } k = \frac{B^2 l^2}{mR} \text{ ha le dimensioni di } [t^{-1}]$$

La soluzione è: $v(t) = \frac{g}{k} (1 - e^{-kt})$.

Derivando quest'ultima si ottiene finalmente:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{g}{k} [ke^{-kt}] = ge^{-kt}$$

- 23** Determina il coefficiente di autoinduzione di un circuito in cui il flusso di un campo magnetico vale $80 \mu\text{Wb}$, quando la corrente nel circuito ha un'intensità di 800 mA.

p.45 n°23

$$\Phi(B) = Li \Rightarrow L = \frac{\Phi(B)}{i} = \frac{80 \cdot 10^{-6} \text{Wb}}{800 \cdot 10^{-3} \text{A}} = 0,1 \text{mH}$$

- 24** Determina la forza elettromotrice indotta in un circuito il cui coefficiente di autoinduzione vale $800 \mu\text{H}$, quando la corrente nel circuito passa da 0 a 500 mA (uniformemente) in $4,0$ s.

p.45 n°24

$$fem = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t} = -\frac{800 \cdot 10^{-6} \text{H} \cdot 500 \cdot 10^{-3} \text{A}}{4,0 \text{s}} = -0,1 \text{mV}$$

- 25** Una coppia di circuiti è caratterizzata da un coefficiente di mutua induzione pari a 28 mH. Determina la corrente che deve scorrere nel primo circuito perché ciò produca nel secondo un flusso magnetico di 10 mWb.

p.45 n°25

$$\Phi_2 = M_{12} i_1 \Rightarrow i_1 = \frac{\Phi_2}{M_{12}} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{Wb}}{28 \cdot 10^{-3} \text{H}} = 0,36 \text{A}$$

30 Calcola l'induttanza di un solenoide che ha 600 spire avvolte su un supporto cilindrico isolante, di raggio $R = 2,0$ cm e lunghezza $l = 20$ cm. Se all'interno del cilindro viene inserito un nucleo di materiale che ha permeabilità magnetica $\mu = 10^3$ volte quella del vuoto, quanto diventa l'induttanza del solenoide?

p.46 n°30

$$\Phi = NSB = N\pi r^2 \frac{\mu_0 N}{l} i \Rightarrow L = \frac{\mu_0 N^2 \pi r^2}{l} = \frac{4\pi 10^{-7} \frac{N}{A} 600\pi 4 \cdot 10^{-4} m^2}{0.2m} = 2.8mH$$

Nel secondo caso si ha $L = \frac{\mu_0 \mu_r N^2 \pi r^2}{l} = 2.8H$

33 Una tensione alternata avente valore $V_{eff} = 220$ V e frequenza pari a 50 Hz è applicata a un ferro da stiro (ossia a un circuito puramente resistivo) di resistenza $R = 200 \Omega$. Calcola l'intensità efficace della corrente che passa nel circuito e la quantità di calore dissipata per effetto Joule in 1,00 s.

p.46 n°33

$$i_{eff} = \frac{V_{eff}}{R} = \frac{220V}{200\Omega} = 1.1A ;$$

$$Q = Pt = V_{eff} i_{eff} t = 220V \cdot 1.1A \cdot 1.00s = 242J$$

50 Al primario di un trasformatore, avente $n_1 = 1440$ spire e $n_2 = 160$ spire, viene applicata una differenza di potenziale $V_{eff} = 220$ V. Sapendo che nel circuito primario passa una corrente di intensità $i_{1,eff} = 15,0$ A, calcola la corrente $i_{2,eff}$ che circolerebbe nel secondario qualora non ci fosse dissipazione di energia.

p.47 n°50

$$P_2 = P_1 \Rightarrow V_{2,eff} i_{2,eff} = V_{1,eff} i_{1,eff} ; \text{ ma}$$

$$V_{2,eff} = \frac{n_2}{n_1} V_{1,eff} \Rightarrow i_{2,eff} = \frac{n_1}{n_2} i_{1,eff} = \frac{1440}{160} 15.0A = 135A$$