

## PROBLEMI RISOLTI

### Problema 10.1

Un elettrone entra, con velocità di  $10^6$  m/s, in un campo magnetico, la cui induzione ha intensità  $B = 3 \cdot 10^{-4}$  tesla, perpendicolarmente alle linee del campo. Determinate:

- la forza che agisce sull'elettrone;
- la sua traiettoria.

### Risoluzione

Dati	Incognite	Costanti e variabili
$v = 10^6$ m/s $B = 3 \cdot 10^{-4}$ T $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ Kg $\alpha = 90^\circ$	$F_L = 4,8 \cdot 10^{-17}$ N $r = 1,9$ cm	$F_L$ = forza di Lorentz $F_c$ = forza centripeta $a_c$ = accelerazione centripeta $e$ = carica dell'elettrone $m$ = massa dell'elettrone $r$ = raggio dell'orbita circolare

$$F_L = e \cdot v \cdot B \cdot \sin\alpha = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 10^6 \text{ m/s} \cdot 3 \cdot 10^{-4} \text{ T} \cdot 1 = 4,8 \cdot 10^{-17} \text{ N}$$

Dall'uguaglianza tra la forza centripeta e quella di Lorentz:  $F_c = F_L$  e sapendo che:

$$F_c = m \cdot a_c = m \cdot v^2 / r \quad ; \quad F_L = e \cdot v \cdot B \quad ; \quad e \cdot v \cdot B = m \cdot v^2 / r$$

$$r = (m \cdot v) / (e \cdot B) = (9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg} \cdot 10^6 \text{ m/s}) / (1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 3 \cdot 10^{-4} \text{ T}) = 1,9 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 1,9 \text{ cm}$$

### Problema 10.2

Calcolate l'intensità della forza che agisce su un conduttore rettilineo lungo 20 cm, immerso in un campo magnetico avente induzione 3 tesla disposto perpendicolarmente alle linee di induzione del campo e percorso da una corrente di 6 A.

### Risoluzione

Dati	Incognite
$L = 20$ cm $B = 3$ T $I = 6$ A $\alpha = 90^\circ$	$F = 3,6$ N

$$F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin\alpha = 6 \text{ A} \cdot 20 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 3 \text{ T} \cdot 1 = 360 \cdot 10^{-2} \text{ N} = 3,6 \text{ N}$$

**Problema 10.3**

Su un conduttore rettilineo lungo 1 m, percorso dalla corrente di 5 A, immerso in un campo magnetico, agisce una forza di 3 N. Determinate l'induzione magnetica del campo.

**Risoluzione****Dati**

$$\begin{aligned} L &= 1 \text{ m} \\ F &= 3 \text{ N} \\ I &= 5 \text{ A} \end{aligned}$$

**Incognite**

$$B = 0,6 \text{ T}$$

$$F = I \cdot L \cdot B \quad \Rightarrow \quad B = F / (I \cdot L) = 3 \text{ N} / (1 \text{ m} \cdot 5 \text{ A}) = 0,6 \text{ T}$$

**Problema 10.4**

Quale velocità deve possedere un protone che si muove su una traiettoria circolare di 1 m di raggio, perpendicolarmente ad un campo magnetico avente induzione di 2 tesla ?

**Risoluzione****Dati**

$$\begin{aligned} r &= 1 \text{ m} \\ B &= 2 \text{ T} \\ e &= 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \\ m &= 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg} \\ \alpha &= 90^\circ \end{aligned}$$

**Incognite**

$$v = 1,9 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

**Costanti e variabili**

$$\begin{aligned} e &= \text{carica elettrica del protone} \\ m &= \text{massa del protone} \end{aligned}$$

$$F_L = e \cdot v \cdot B \cdot \sin\alpha \quad (\text{forza di Lorentz})$$

$$F_c = m \cdot v^2 / r \quad (\text{forza centripeta})$$

$$F_L = F_c \quad (\text{condizione di equilibrio})$$

$$e \cdot v \cdot B \cdot \sin\alpha = m \cdot v^2 / r$$

$$e \cdot B \cdot \sin\alpha = m \cdot v / r$$

$$v = e \cdot B \cdot r \cdot \sin\alpha / m = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 2 \text{ T} \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 / 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg} = 1,9 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

**Problema 10.5**

Un elettrone entra in un campo magnetico di  $4 \cdot 10^{-4}$  T di direzione perpendicolare al moto dell'elettrone e percorre un'orbita di raggio 28 cm. Calcolate la velocità dell'elettrone.

**Risoluzione****Dati**

$$\begin{aligned} B &= 4 \cdot 10^{-4} \text{ T} \\ r &= 28 \text{ cm} \\ e &= 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \\ m &= 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg} \\ \alpha &= 90^\circ \end{aligned}$$

**Incognite**

$$v = 1,9 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

**Costanti e variabili**

$e$  = carica elettrica dell'elettrone  
 $m$  = massa dell'elettrone

$$F_L = e \cdot v \cdot B \cdot \sin\alpha \quad (\text{forza di Lorentz})$$

$$F_c = m \cdot v^2 / r \quad (\text{forza centripeta})$$

$$F_L = F_c \quad (\text{condizione di equilibrio})$$

$$e \cdot v \cdot B \cdot \sin\alpha = m \cdot v^2 / r$$

$$e \cdot B \cdot \sin\alpha = m \cdot v / r$$

$$v = e \cdot B \cdot \sin\alpha \cdot r / m = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ T} \cdot 1 \cdot 28 \cdot 10^{-2} \text{ m} / 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg} = 1,9 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

**Problema 10.6**

Un lungo filo rettilineo è percorso dalla corrente di 6 A. Calcolate il campo magnetico a 10 cm di distanza dal filo.

**Risoluzione****Dati**

$$\begin{aligned} I &= 6 \text{ A} \\ d &= 10 \text{ cm} \\ \mu_0 &= 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} \end{aligned}$$

**Incognite**

$$B = 12 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

**Costanti e variabili**

$\mu_0$  = permeabilità magnetica del vuoto

$$B = \mu_0 \cdot I / (2 \cdot \pi \cdot d) = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} \cdot 6 \text{ A} / (2 \cdot \pi \cdot 10^{-1} \text{ m}) = 12 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

**Problema 10.7**

Due fili rettilinei percorsi dalla stessa corrente lunghi 5 m distano 10 cm l'uno dall'altro e si respingono reciprocamente con una forza di  $4 \cdot 10^{-8}$  N. Determinate:

- se le correnti sono o no equiverse;
- l'intensità della corrente.

**Risoluzione****Dati**

$L = 5$  m  
 $r = 10$  cm  
 $F = 4 \cdot 10^{-8}$  N  
 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  H/m

**Incognite**

$I = 63$  mA  
 le correnti sono di verso opposto perchè la forza è repulsiva.

**Costanti e variabili**

$\mu_0 =$  permeabilità magnetica del vuoto

$$F = \mu_0 \cdot I^2 \cdot L / 2 \cdot \pi \cdot r$$

$$I = \sqrt{[(2\pi \cdot r \cdot F) / (\mu_0 \cdot L)]} = \sqrt{[(2\pi \cdot 10^{-1} \text{ m} \cdot 4 \cdot 10^{-8} \text{ N}) / (4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} \cdot 5 \text{ m})]} = \\ = \sqrt{(0,4 \cdot 10^{-2} \text{ A}^2)} = 0,63 \cdot 10^{-1} \text{ A} = 63 \text{ mA}$$

**Problema 10.8**

Una spira, che si trova in un campo magnetico, tagliando un flusso di 0,002 Wb, viene estratta dal campo in 0,004 s. Calcolate la f.e.m. indotta che si genera ai capi della spira.

**Risoluzione****Dati**

$\Phi_1 = 0,002$  Wb  
 $\Phi_2 = 0$   
 $\Delta t = 0,004$  s

**Incognite**

$e_i = 0,5$  V

$$\text{f.e.m. indotta} = e_i = - \Delta\Phi / \Delta t = - (0 - 0,002) \text{ Wb} / 0,004 \text{ s} = 0,5 \text{ V.}$$

**Problema 10.9**

Una spira subisce in 1/100 di secondo una variazione del flusso concatenato da 0,02 a 0,004 Wb. Calcolate la f.e.m. indotta nella spira.

**Risoluzione****Dati**

$$\begin{aligned}\Phi_1 &= 0,02 \text{ Wb} \\ \Phi_2 &= 0,004 \text{ Wb} \\ \Delta t &= 1/100 \text{ s}\end{aligned}$$

**Incognite**

$$e_i = 1,6 \text{ V}$$

$$\begin{aligned}\text{f.e.m. indotta} = e_i &= - \Delta\Phi / \Delta t = - (\Phi_2 - \Phi_1) / \Delta t = - (0,004 - 0,02) \text{ Wb} / 0,01 \text{ s} = \\ &= 0,016 \text{ Wb} / 0,01 \text{ s} = 1,6 \text{ V}.\end{aligned}$$

**Problema 10.10**

Calcolate l'induttanza di una bobina di 1.200 spire di forma quadrata (lato 3 cm) lunga 4 cm.

**Risoluzione****Dati**

$$\begin{aligned}N &= 1.200 \\ a &= 3 \text{ cm} \\ L &= 4 \text{ cm}\end{aligned}$$

**Incognite**

$$L = 0,04 \text{ H}$$

**Costanti e variabili**

$$\begin{aligned}\mu_0 &= \text{permeabilità magnetica} \\ &\text{del vuoto} \\ S &= \text{area della sezione della} \\ &\text{bobina}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L &= \mu_0 \cdot N^2 \cdot S / L = \mu_0 \cdot N^2 \cdot a^2 / L = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} \cdot (1.200)^2 \cdot (3 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 / 4 \cdot 10^{-2} \text{ m} = \\ &\cong 4 \cdot 10^{-2} \text{ H} = 0,04 \text{ H}\end{aligned}$$

**Problema 10.11**

Calcolate il numero di spire di una bobina sapendo che è lunga 6 cm, ha spire quadrate di lato 3 cm e induttanza 12 mH.

**Risoluzione****Dati**

$L = 6 \text{ cm}$   
 $a = 3 \text{ cm}$   
 $L = 12 \text{ mH}$

**Incognite**

$N = 636$

**Costanti e variabili**

$S =$  area della superficie della bobina  
 $\mu_0 =$  permeabilità magnetica del vuoto

$$L = \mu_0 \cdot N^2 \cdot S / L = \mu_0 \cdot N^2 \cdot a^2 / L$$

$$N = \sqrt{(L \cdot L / \mu_0 \cdot a^2)} = \sqrt{[(12 \cdot 10^{-3} \text{ H} \cdot 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}) / (4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} \cdot (3 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2)]} = 636$$

**Problema 10.12**

Una bobina circolare con raggio 4 cm è formata da 10 spire ed è immersa in un campo magnetico di 0,5 T ad essa perpendicolare. Calcolate il flusso magnetico che attraversa la bobina.

**Risoluzione****Dati**

$r = 4 \text{ cm}$   
 $N = 10$   
 $B = 0,5 \text{ T}$

**Incognite**

$\Phi = 25 \text{ mWb}$

**Costanti e variabili**

$S =$  area della superficie della bobina

$$\Phi = N \cdot B \cdot S = N \cdot B \cdot \pi \cdot r^2 = 10 \cdot 0,5 \text{ T} \cdot 3,14 \cdot (4 \cdot 10^{-2})^2 \text{ m}^2 = 0,025 \text{ T} \cdot \text{m}^2 = 25 \text{ mWb}$$

**Problema 10.13**

Calcolate l'induttanza di un circuito in cui si genera una f.e.m. di autoinduzione di 10 V quando l'intensità di corrente varia da 0 a 4 A in 1/100 di secondo.

**Risoluzione****Dati**

$$\begin{aligned}\Delta I &= 4 \text{ A} \\ t &= 1/100 \text{ s} \\ e &= 10 \text{ V}\end{aligned}$$

**Incognite**

$$L = 25 \text{ mH}$$

$$\begin{aligned}L &= \Delta\Phi / \Delta I ; & e &= \Delta\Phi / t & \Rightarrow & \Delta\Phi = e \cdot t \\ L &= e \cdot t / \Delta I = 10 \text{ V} \cdot 10^{-2} \text{ s} / 4 \text{ A} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ H} = 25 \text{ mH}\end{aligned}$$

**Problema 10.14**

Una corrente alternata sinusoidale, avente intensità massima di 2 A, passa per 15 minuti in una resistenza di 60  $\Omega$ .

Calcolate:

- l'intensità efficace della corrente;
- il calore svolto per effetto Joule.

**Risoluzione****Dati**

$$\begin{aligned}I_0 &= 2 \text{ A} \\ t &= 15 \text{ min} \\ R &= 60 \Omega\end{aligned}$$

**Incognite**

$$\begin{aligned}I_{\text{eff}} &= 1,4 \text{ A} \\ Q &= 108.000 \text{ J}\end{aligned}$$

**Costanti e variabili**

Q = quantità di calore sviluppata per effetto Joule.

$$\begin{aligned}I_{\text{eff}} &= I_0 / \sqrt{2} = 2 \text{ A} / \sqrt{2} = 1,4 \text{ A} \\ Q &= I_{\text{eff}}^2 \cdot R \cdot t = 1,4^2 \text{ A}^2 \cdot 60 \Omega \cdot 15 \cdot 60 \text{ s} = 108.000 \text{ J}\end{aligned}$$

**Problema 10.15**

Un trasformatore riduce la tensione da 220 V a 55 V efficaci. Calcolate il rapporto tra il numero di spire del primario e quelle del secondario.

**Risoluzione****Dati**

$$V_1 = 220 \text{ V}$$

$$V_2 = 55 \text{ V}$$

**Incognite**

$$N_1/N_2 = 4$$

**Costanti e variabili**

$N_1$  = numero di spire del primario  
 $N_2$  = numero di spire del secondario  
 $V_1$  = differenza di potenziale del primario  
 $V_2$  = differenza di potenziale del secondario

$$N_1 / N_2 = V_1 / V_2 = 220 \text{ V} / 55 \text{ V} = 4$$

**Problema 10.16**

Il primario di un trasformatore alimentato a 6 V è costituito da una bobina con 250 spire. Quante spire deve avere il secondario se si vuole ottenere corrente a 120 V?

**Risoluzione****Dati**

$$N_1 = 250$$

$$V_1 = 6 \text{ V}$$

$$V_2 = 120 \text{ V}$$

**Incognite**

$$N_2 = 5.000$$

**Costanti e variabili**

$N_1$  = numero spire del primario  
 $N_2$  = numero spire del secondario  
 $V_1$  = differenza di potenziale del primario  
 $V_2$  = differenza di potenziale del secondario

$$N_1 / N_2 = V_1 / V_2$$

$$N_2 = N_1 \cdot V_2 / V_1 = 250 \cdot 120 \text{ V} / 6 \text{ V} = 5.000$$

**Problema 10.17**

Mediante un trasformatore, una corrente di 220 V e 2 A è portata a 100 V.

Calcolate:

- l'intensità della corrente trasformata;
- il numero delle spire del secondario, sapendo che il primario ha 4.000 spire.

**Risoluzione****Dati**

$$\begin{aligned} V_1 &= 220 \text{ V} \\ V_2 &= 100 \text{ V} \\ I_1 &= 2 \text{ A} \\ N_1 &= 4.000 \end{aligned}$$

**Incognite**

$$\begin{aligned} I_2 &= 4,4 \text{ A} \\ N_2 &= 1.818 \end{aligned}$$

**Costanti e variabili**

$$\begin{aligned} V_1 &= \text{differenza di potenziale} \\ &\text{del primario} \\ V_2 &= \text{differenza di potenziale} \\ &\text{del secondario} \\ N_1 &= \text{numero di spire del} \\ &\text{primario} \\ N_2 &= \text{numero di spire del} \\ &\text{secondario} \end{aligned}$$

$$N_1 / N_2 = V_1 / V_2 = I_2 / I_1$$

$$I_2 = I_1 \cdot V_1 / V_2 = 2 \text{ A} \cdot 220 \text{ V} / 100 \text{ V} = 4,4 \text{ A}$$

$$N_2 = N_1 \cdot V_1 / V_2 = 4.000 \cdot 100 \text{ V} / 220 \text{ V} = 1.818$$