

Capitolo 2

Magnetostatica

2.1 Campo magnetico

Esercizio 39

Due fili rettilinei indefiniti, paralleli, distanti $d = 1 \text{ m}$, sono percorsi in versi opposti da correnti $i_1 = 1 \text{ A}$ e $i_2 = 2 \text{ A}$. Tra i due fili, e complanare ad essi, si trova una spira quadrata con lato $a = 20 \text{ cm}$, con due lati paralleli ai fili e percorsa da corrente i_3 .

Calcolare:

- la forza tra i fili per unità di lunghezza;
- la posizione di equilibrio della spira.

Esercizio 40

Una spira circolare di raggio $R = 10 \text{ cm}$ è percorsa da una corrente $I = 10 \text{ A}$. Calcolare:

- Campo magnetico \vec{B} sull'asse della spira;
- \vec{B} al centro della spira;
- La circuitazione di \vec{B} lungo l'asse della spira;

Esercizio 41

Un solenoide di lunghezza finita L e raggio R è costituito da N avvolgimenti di un filo percorso da una corrente I .

Calcolare:

- Campo magnetico \vec{B} sull'asse del solenoide;
- Il rapporto tra il campo al centro e quello di un solenoide infinito;

- c. $\frac{L}{R}$ affinché il campo al centro sia 1% inferiore di quello di un solenoide infinito;
- d. Il rapporto tra il campo ai bordi del solenoide e quello al centro.

Esercizio 42 Bobine di Helmholtz

Due spire uguali, parallele, percorse nello stesso verso dalla stessa corrente I , di raggio a sono distanti $2b$ tra loro.

Calcolare:

- a. Campo magnetico \vec{B} sull'asse del sistema;
- b. la condizione per cui $B(x)$ vicino al centro risulta indipendente da x fino alla 3^a potenza;
- c. fino a quali valori di x , data la condizione di cui al punto precedente, $\frac{B(x)-B(0)}{B(0)} < 1\%$.

Esercizio 43

Una sottile barra di grafite ($\rho = 1 \cdot 10^{-5} \Omega m$), lunga $L = 200 \text{ cm}$ e sezione quadrata $a = 2 \text{ mm}$, è immersa in un campo magnetico $B = 0.8 \text{ T}$, perpendicolare ad una delle facce laterali. Le due estremità della barra sono collegate ad una *fem* $V_0 = 5 \text{ V}$.

Calcolare:

- a. la potenza erogata dal generatore;
- b. la forza necessaria per tenere ferma la barra;
- c. la *d.d.p.* tra le due coppie di facce opposte $N(e^-) = 0.5 \cdot 10^{17} \text{ mm}^{-3}$.

Esercizio 44

Un solenoide con densità di spire $n = 10 \text{ spire/cm}$ è percorso da una corrente $I = 12 \text{ mA}$, ha asse perpendicolare al campo magnetico terrestre \vec{B}_T . Un ago magnetico, con momento di dipolo $\mu = 6.6 \cdot 10^{-4} \text{ Am}^2$, massa $m = 10 \text{ g}$ e lunghezza $l = 1 \text{ cm}$, si orienta a $\theta = 30^\circ$ rispetto alla direzione di \vec{B}_T .

- a. \vec{B}_T
- b. il momento delle forze per tenere fermo il dipolo lungo B_T ;
- c. la frequenza di oscillazione del dipolo per piccole oscillazioni attorno alla posizione di equilibrio;
- d. il lavoro meccanico necessario per invertire la direzione del dipolo rispetto al punto b..

Esercizio 45

Un tubo cilindrico dielettrico molto lungo, con raggio $R = 10 \text{ cm}$ la superficie carica con densità $\sigma = 0.5 \text{ C/m}^2$ e ruota attorno al suo asse con velocità angolare $\omega = 10 \text{ rad/s}$.

- a. Calcolare \vec{E} e \vec{B} all'interno e all'esterno del cilindro.
- b. Calcolare \vec{E} e \vec{B} all'interno e all'esterno del cilindro nell'ipotesi che la velocità angolare aumenti linearmente $\omega = \alpha t$, con $\alpha = 2 \text{ rad/s}^2$.

Soluzione esercizio 39

- a. $F/l = 1 \cdot 10^{-7} \text{ N/m}$;
- b. $x_1 = 32 \text{ cm}$, $x_2 = -2.5 \text{ cm}$

Soluzione esercizio 40

- a. $B = \frac{\mu_0 I}{2R} \sin^3 \theta$;
- b. $B(0) = 6.28 \cdot 10^{-5} \text{ T}$;
- c. $C(B) = \mu_0 I$.

Soluzione esercizio 41

- a. .
- b. .
- c. $\frac{R}{L} > 14$
- d. .

Soluzione esercizio 42

- a. .
- b. $a = 2b$;
- c. $x < 0.305 a$

Soluzione esercizio 43

- a. $P = 5 \text{ W}$;
- b. $F = 1.6 \text{ N}$;
- c. $\Delta V = 10 \mu\text{V}$.

Soluzione esercizio 44

- a. $B_T = \frac{\mu_0 n I}{\tan \theta} = 2.6 \cdot 10^{-5} \text{ T}$;
- b. $\tau = \mu B_S = 9.9 \cdot 10^{-9} \text{ Nm}$
- c. $\ddot{\theta} = -\frac{\mu B_{tot}}{ml^2/12} \theta$, $\omega = \sqrt{\frac{\mu B_{tot}}{ml^2/12}}$, $\nu = \frac{\omega}{2\pi} = 7.76 \cdot 10^{-2} \text{ Hz}$

Soluzione esercizio 45

- a. E radiale all'esterno, nullo all'interno. B quello di un solenoide.
- b. B è solo dentro il cilindro, quello di un solenoide, il campo E ha anche una componente tangenziale dovuta alla variazione del campo magnetico. Dentro $E_{tang} = -\mu_0 R \sigma \alpha / 2 \cdot r$. Fuori $E_{tang} = -\mu_0 R^3 \sigma \alpha / 2 \cdot \frac{1}{r}$.