

Soluzione esercizio 1

La forza magnetica agente sul tratto verticale di sinistra è diretta verso sinistra, mentre quella agente sul tratto verticale a destra è diretta verso destra. Queste due forze sono uguali e opposte, quindi si annullano.

La forza totale sulla spira è quindi uguale alla forza che agisce sul tratto orizzontale ab .

$$B = \frac{F}{Il} = \frac{3.48 \times 10^{-2} \text{ N}}{(0.245 \text{ A})(0.100 \text{ m})} = 1.42 \text{ T.}$$

Soluzione esercizio 2

- a) La corrente scorre verso destra, ovvero la corrente scorre nello stesso verso nei due fili. Infatti la forza magnetica esercitata sul filo in basso deve essere diretta verso l'alto e deve avere la stessa intensità della forza gravitazionale:

$$\begin{aligned} F_g = F_B \quad \rightarrow \quad m_{\text{Cu}}g &= \frac{\mu_0 I_{\text{top}} I_{\text{Cu}}}{2\pi d} L_{\text{Cu}} \quad \rightarrow \quad I_{\text{Cu}} = \frac{2\pi d m_{\text{Cu}} g}{\mu_0 I_{\text{top}} L_{\text{Cu}}} = \frac{2\pi d \rho_{\text{Cu}} L_{\text{Cu}} \pi r_{\text{Cu}}^2 g}{\mu_0 I_{\text{top}} L_{\text{Cu}}} \\ &= \frac{2\pi d \rho_{\text{Cu}} \pi r_{\text{Cu}}^2 g}{\mu_0 I_{\text{top}}} = \frac{2\pi (0.15 \text{ m}) (8900 \text{ kg/m}^3) \pi (1.25 \times 10^{-3} \text{ m})^2 (9.80 \text{ m/s}^2)}{(4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A})(48 \text{ A})} = \boxed{6700 \text{ A}} \end{aligned}$$

- b) L'equilibrio è instabile, infatti se il filo viene spostato leggermente verso il basso la forza magnetica diminuisce, e il filo tende a cadere.
- c) Poiché i fili sono alla stessa distanza l'intensità di corrente è la stessa, ma essa deve scorrere nel verso opposto affinché la forza magnetica sia diretta verso l'alto. La corrente scorre quindi verso sinistra.
In questo caso però l'equilibrio è stabile in quanto se il filo viene spostato leggermente verso il basso la forza magnetica aumenta e tende a riportare il filo nella posizione iniziale.

Soluzione esercizio 3

Le linee di forza del campo dovute alla corrente I_1 sono circonferenze centrate nel primo filo e orientate in verso antiorario. Le linee di forza del campo dovute alla corrente I_2 sono invece circonferenze centrate nel secondo filo e orientate in verso orario. Nel punto medio i due campi puntano entrambi verso l'alto e quindi i loro moduli si sommano algebricamente. Il punto medio dista 0.05 m da ciascun filo.

Le intensità \vec{B}_1 e \vec{B}_2 saranno:

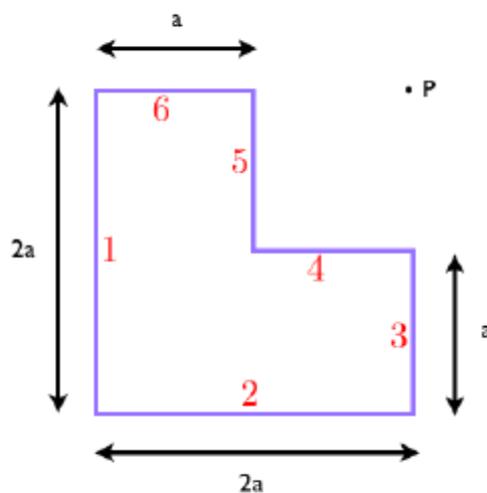
$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A})(5.0 \text{ A})}{2\pi(0.050 \text{ m})} = 2.0 \times 10^{-5} \text{ T};$$
$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r} = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A})(7.0 \text{ A})}{2\pi(0.050 \text{ m})} = 2.8 \times 10^{-5} \text{ T}.$$

Il campo totale nel punto medio è diretto verso l'alto e ha intensità:

$$B = B_1 + B_2 = 4.8 \times 10^{-5} \text{ T}.$$

Soluzione esercizio 4

Per calcolare il modulo del campo magnetico nel punto P in figura, si procede dividendo in sei parti la figura e considerando un contributo alla volta.



La legge di Biot-Savart per il tratto 1 è:

$$B_1 = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int_0^{2a} \frac{\sin \theta ds}{r^2} \quad (1)$$

$$= \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \left[\frac{s}{(s^2 + R^2)^{1/2}} \right]_0^{2a} \quad (2)$$

$$= \frac{\mu_0 i \sqrt{2}}{16\pi a} \quad (3)$$

lo stesso contributo è dato dal lato 2. I lati 3 e 6 non danno contributo al campo magnetico mentre i contributi dei lati 4 e 5 vengono calcolati di seguito:

$$B_4 = B_5 = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int_0^a \frac{\sin \theta ds}{r^2} \quad (4)$$

$$= \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \left[\frac{s}{(s^2 + R^2)^{1/2}} \right]_0^a \quad (5)$$

$$= \frac{\mu_0 i \sqrt{2}}{8\pi a} \quad (6)$$

Prima di sommare tutti i contributi però bisogna individuare quali siano i versi dei campi magnetici nel punto P. Utilizzando la regola della mano destra si ottiene che B_1 è uscente dal piano del foglio, B_2 è uscente dal piano del foglio, B_4 è entrante nel piano del foglio e B_5 è entrante nel piano del foglio.

$$-B_1 - B_2 + B_4 + B_5 = -2 \cdot \frac{\mu_0 i \sqrt{2}}{16\pi a} + 2 \cdot \frac{\mu_0 i \sqrt{2}}{8\pi a} \quad (7)$$

$$= \frac{\mu_0 i \sqrt{2}}{8\pi a} \quad (8)$$

$$= 20 \mu T \quad (9)$$

La risultante sarà quindi entrante nel piano del foglio.