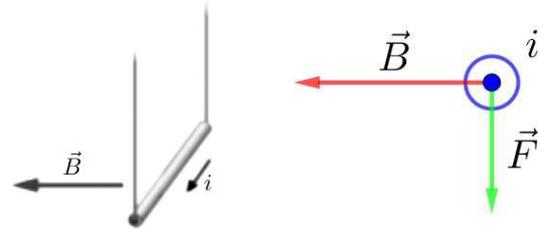


1. Una sbarretta metallica, lunga 42 cm e di massa 240 g, è tenuta sospesa in orizzontale da due fili conduttori attaccati alle sue estremità (figura 1). La sbarretta è immersa in un campo magnetico uniforme orizzontale di modulo 0,75 T ed è attraversata da una corrente di 3,1 A. Calcola la tensione dei due fili.

Per la regola della mano destra, la forza che agisce sul filo percorso da corrente per effetto del campo magnetico è rivolta verso il basso. A questa forza va ad aggiungersi la forza peso e le tensioni delle due funi bilanciano entrambe le forze, ovvero:

$$2T = F + P \quad \Rightarrow \quad 2T = Bil \sin 90^\circ + mg$$

$$T = \frac{1}{2} (Bil + mg) = \mathbf{1,7 \text{ N}}$$



2. Due spire sono attraversate da correnti uguali e immerse in due diversi campi magnetici: la spira 1 ha raggio 5,0 cm ed è in un campo magnetico di 0,18 T; la spira 2 è immersa in un campo magnetico di 0,42 T. Sulle spire viene esercitato lo stesso momento delle forze magnetiche, supponendo che l'angolo tra i campi magnetici e gli assi delle spire sia lo stesso. Qual è il raggio della seconda spira?

$$i_1 = i_2 \quad r_1 = 5,0 \text{ cm} \quad B_1 = 0,18 \text{ T} \quad B_2 = 0,42 \text{ T} \quad M_1 = M_2 \quad \alpha_1 = \alpha_2 \quad r_2?$$

Applichiamo la definizione di momento delle forze magnetiche, limitandoci a considerarne il modulo:

$$M = iAB \sin \alpha$$

Da essa, ponendo uguali i due momenti, otteniamo:

$$i_1 \pi r_1^2 B_1 \sin \alpha_1 = i_2 \pi r_2^2 B_2 \sin \alpha_2 \quad \Rightarrow \quad r_1^2 B_1 = r_2^2 B_2 \quad \Rightarrow \quad r_2 = r_1 \sqrt{\frac{B_1}{B_2}} = \mathbf{3,3 \text{ cm}}$$

3. Una spira circolare di raggio 1,5 cm è concentrica a una seconda spira circolare di raggio 4,0 cm. Entrambe le spire sono attraversate da una corrente di 0,075 A. Calcola il modulo del campo magnetico totale al centro delle due spire nei seguenti casi:
- A. le spire giacciono nello stesso piano e le correnti fluiscono in versi opposti;
- B. le spire giacciono su piani perpendicolari tra loro.

$$r_1 = 1,5 \text{ cm} \quad r_2 = 4,0 \text{ cm} \quad i_1 = i_2 = 0,075 \text{ A} \quad B_{tot}?$$

- A. Nel caso delle due spire che giacciono nello stesso piano, i campi magnetici hanno la stessa direzione. Visto che le due correnti fluiscono in verso opposto, i due campi magnetici hanno verso opposto, perciò il campo magnetico totale avrà intensità data dalla differenza tra i due moduli:

$$B_{tot} = B_1 - B_2 = \frac{\mu_0 i_1}{2 r_1} - \frac{\mu_0 i_2}{2 r_2} = \mathbf{2,0 \cdot 10^{-6} \text{ T}}$$

- B. Nel caso delle due spire poste su piani perpendicolari tra loro, anche i due campi magnetici sono perpendicolari tra loro, perciò per determinare il modulo del campo magnetico totale applichiamo il teorema di Pitagora:

$$B_{tot} = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{\left(\frac{\mu_0 i_1}{2 r_1}\right)^2 + \left(\frac{\mu_0 i_2}{2 r_2}\right)^2} = \mathbf{3,4 \cdot 10^{-6} \text{ T}}$$

4. Un solenoide lungo 32 cm e di raggio 4,2 cm è composto da 600 avvolgimenti ed è percorso da una corrente di 0,80 A. Al suo interno si trova un secondo solenoide, lungo 32 cm e di raggio 2,8 cm, composto da 400 avvolgimenti, coassiale al primo, percorso da una corrente di 0,90 A. Calcola il modulo del campo magnetico totale lungo l'asse dei due solenoidi nei seguenti casi:
- A. le correnti fluiscono nei due solenoidi nello stesso verso;
 B. le correnti fluiscono nei due solenoidi in versi opposti.

$$l_1 = l_2 = 32 \text{ cm} \quad r_1 = 4,2 \text{ cm} \quad N_1 = 600 \quad i_1 = 0,80 \text{ A} \quad r_2 = 2,8 \text{ cm} \quad N_2 = 400 \quad i_2 = 0,90 \text{ A} \quad B_t?$$

- A. Visto che i solenoidi hanno lo stesso asse, i due campi magnetici risultanti hanno la stessa direzione, coincidente con l'asse del solenoide. Nel caso in cui le correnti abbiano lo stesso verso, anche i due campi magnetici hanno lo stesso verso, perciò per determinare il modulo totale, basta sommare i moduli dei due campi magnetici:

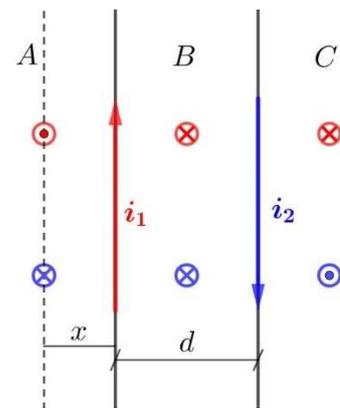
$$B_t = B_1 + B_2 = \mu_0 \frac{N_1}{l_1} i_1 + \mu_0 \frac{N_2}{l_2} i_2 = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

- B. Nel caso in cui le correnti abbiano versi opposti, i due campi magnetici hanno versi opposti, perciò per determinare il modulo totale, basta fare la differenza tra i moduli dei due campi magnetici:

$$B_t = B_1 - B_2 = \mu_0 \frac{N_1}{l_1} i_1 - \mu_0 \frac{N_2}{l_2} i_2 = 4,7 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

5. Due fili verticali molto lunghi e paralleli distano 12 cm l'uno dall'altro e sono percorsi da correnti di intensità 0,15 A verso l'alto e 0,45 A verso il basso, rispettivamente. Determina in quale punto il campo magnetico totale è nullo.

I due fili paralleli dividono il piano in tre zone: A, a sinistra del filo più a sinistra, B, tra i due fili, C, a destra del filo più a destra. Il campo magnetico di un filo percorso da corrente ha linee di forza date da circonferenze con centro nel filo che, nel piano dei due fili, possiamo visualizzare come vettori perpendicolari al piano e da esso uscenti o entranti. Il campo magnetico totale potrà essere nullo solo nella regione A o nella regione C, dove i due campi magnetici generati dai fili sono paralleli, ma hanno verso opposto. Considerando che la corrente del secondo filo ha intensità tripla rispetto alla corrente del primo filo, la regione in cui il campo magnetico sarà nullo è la A, in infiniti punti, disposti lungo una retta parallela ai due fili e posta a distanza x dal filo più a sinistra (come indicato nella figura a lato). Il campo magnetico totale sarà nullo quando i moduli dei campi magnetici generati dai due fili sono uguali, perciò:

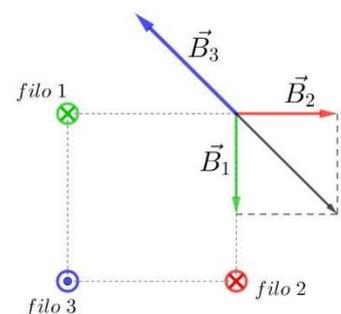


$$\frac{\mu_0 i_1}{2\pi x} = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi x + d} \Rightarrow \frac{i_1}{x} = \frac{3i_1}{x + d} \Rightarrow x + d = 3x \Rightarrow x = \frac{d}{2} = 6,0 \text{ cm}$$

6. La figura 2 mostra una vista dall'alto di tre fili rettilinei, molto lunghi e perpendicolari al piano del foglio. I fili giacciono nei vertici di un quadrato. Le correnti nei fili 1 e 2 sono uguali e dirette nel verso entrante nel foglio. Il campo magnetico totale nel vertice vuoto è nullo. Qual è il verso della corrente nel filo 3? Quanto vale il rapporto tra la corrente nel filo 3 e la corrente nel filo 1?

Essendo le correnti nei fili 1 e 2 uguali e dirette nel verso entrante nel foglio, generano campi magnetici uguali (visto che il vertice vuoto è equidistante dai due fili) e con linee di forza che sono circonferenze con centro nel filo (i due vettori dei campi magnetici generati dalle correnti dei fili 1 e 2 sono rappresentati nella figura a lato, con i colori corrispondenti alla corrente che li ha generati). Sommando i due vettori otteniamo il vettore rappresentato in nero. Perché nel vertice libero il campo magnetico totale sia nullo, il vettore del campo magnetico generato dal filo 3 dovrà avere la stessa direzione e lo stesso modulo, ma verso opposto, del vettore somma indicato in nero. Perché questo avvenga, la corrente nel filo 3 dovrà avere verso **uscente** dal foglio.

Sapendo che il modulo del vettore campo magnetico generato dal filo 3 dovrà essere uguale al modulo del vettore somma dei campi magnetici generati dai fili 1 e 2 (si applica in tal caso il teorema di Pitagora), è possibile ricavare il rapporto tra le correnti i_3 e i_1 :



$$B_3 = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} \Rightarrow \frac{\mu_0 i_3}{2\pi l\sqrt{2}} = \sqrt{\left(\frac{\mu_0 i_1}{2\pi l}\right)^2 + \left(\frac{\mu_0 i_1}{2\pi l}\right)^2} \Rightarrow \frac{\mu_0 i_3}{2\pi l\sqrt{2}} = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi l}\sqrt{2} \Rightarrow \frac{i_3}{i_1} = 2$$