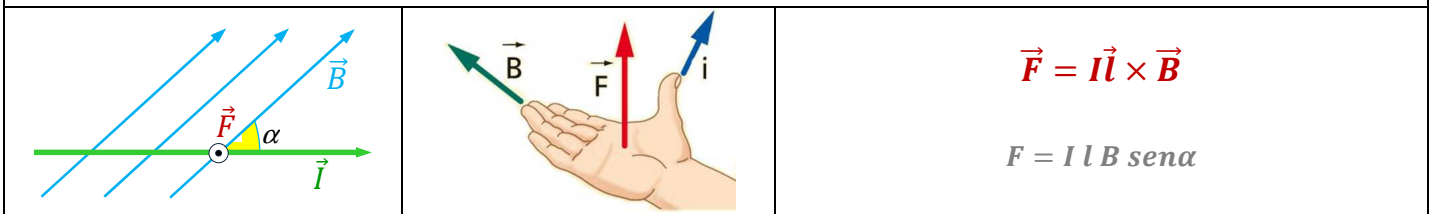


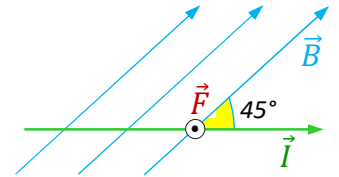
## Forza esercitata da un campo magnetico su un filo percorso da corrente

La forza agente su un filo conduttore di lunghezza  $l$  è direttamente proporzionale all'intensità di corrente  $I$ , alla lunghezza del conduttore  $l$ , al modulo del vettore campo magnetico  $B$  e al seno dell'angolo  $\alpha$  fra il campo  $B$  e il filo conduttore.



### Esempio 1

Determina intensità, direzione e verso della forza agente su un filo di lunghezza  $l = 20 \text{ cm}$ , percorso dalla corrente  $I = 5 \text{ A}$  e formante un angolo  $\alpha = 45^\circ$  con la direzione del campo  $\vec{B}$ , di intensità  $3 \text{ T}$ .



#### Soluzione

La forza agente su un filo percorso da corrente immerso in un campo magnetico è:  $\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$

Il suo modulo è:

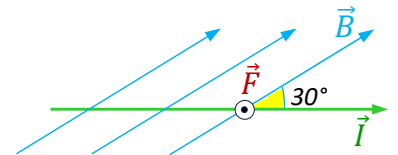
$$F = I l B \text{ sen} \alpha = 5 \text{ A} \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 3 \text{ T} \cdot \text{sen} 45^\circ = 2,1 \text{ A} \cdot \text{m} \cdot \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 2,1 \text{ N} .$$

La direzione della forza di Lorentz è perpendicolare al piano  $\pi$  individuato dai due vettori  $\vec{l}$  e  $\vec{B}$ .

Per la regola della mano destra, il verso di tale forza è uscente dal piano  $\pi$  (nel disegno, entrante nel foglio).

### Esempio 2

Un filo rettilineo lungo  $14 \text{ cm}$  è percorso da una corrente di intensità  $2,3 \text{ A}$  ed è posto in un campo magnetico, con una direzione che forma un angolo  $\alpha = 30^\circ$  con la direzione del campo  $\vec{B}$ , di intensità  $0,94 \text{ T}$ .



#### Soluzione

La forza agente su un filo percorso da corrente immerso in un campo magnetico è:  $\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$

Il suo modulo è:

$$F = I l B \text{ sen} \alpha = 2,3 \text{ A} \cdot 0,14 \text{ m} \cdot 0,94 \text{ T} \cdot \text{sen} 30^\circ = 0,15 \text{ A} \cdot \text{m} \cdot \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 0,15 \text{ N} .$$

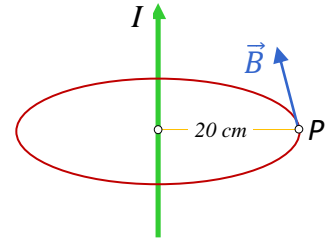
La direzione della forza di Lorentz è perpendicolare al piano  $\pi$  individuato dai due vettori  $\vec{l}$  e  $\vec{B}$ .

Per la regola della mano destra, il verso di tale forza è uscente nel piano  $\pi$  (nel disegno, entrante nel foglio).

### Esempio 3

Determina l'intensità, la direzione e il verso del campo magnetico generato da un filo rettilineo di lunghezza infinita attraversato da una corrente di  $I_1 = 2 \text{ A}$ , in un punto  $P$  posto alla distanza di  $20 \text{ cm}$  dal filo stesso.

Determina inoltre l'intensità della forza che esercita su un tratto  $l_2 = 1 \text{ m}$  appartenente a un altro filo conduttore di lunghezza infinita, posto a  $20 \text{ cm}$  di distanza dal primo e percorso da una corrente di  $I_2 = 5 \text{ A}$ .



#### Soluzione a

Il modulo del campo magnetico generato dal filo percorso dalla corrente  $I = 2 \text{ A}$  alla distanza di  $20 \text{ cm}$  è:

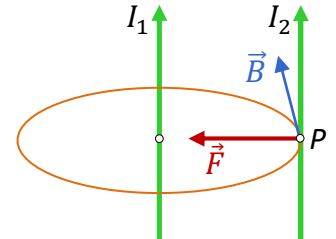
$$B = k \frac{I}{r} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \cdot \frac{2 \text{ A}}{0,2 \text{ m}} = 20 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ T}.$$

La direzione è data dalla tangente alla circonferenza passante per il punto  $P$  e concentrica con il filo stesso; il verso è antiorario.

#### Soluzione b

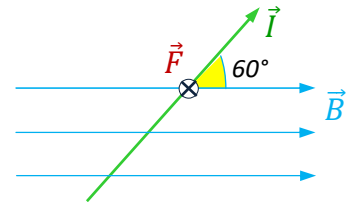
La forza esercitata dal campo magnetico  $B$  sul secondo filo è:

$$F = I_2 l_2 B \sin \alpha = 5 \text{ A} \cdot 1 \text{ m} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ T} \cdot \sin 90^\circ = 10 \cdot 10^{-6} \text{ A} \cdot \text{m} \cdot \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 10^{-5} \text{ N}.$$



### Esempio 4

Determina l'intensità della corrente che scorre in un conduttore lungo  $50 \text{ cm}$ , posto in campo magnetico uniforme e costante di  $2,5 \text{ T}$ , sapendo che il conduttore forma un angolo di  $60^\circ$  con le linee del campo e che la forza che agisce sul conduttore è di  $2,2 \text{ N}$ .



#### Soluzione

La forza agente su un filo percorso da corrente immerso in un campo magnetico è:  $\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$ .

Il suo modulo è:  $F = I l B \sin \alpha$

Da cui si ricava l'intensità della corrente:

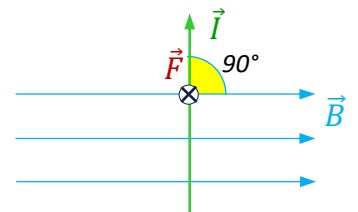
$$I = \frac{F}{l B \sin \alpha} = \frac{2,2 \text{ N}}{0,5 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ T} \cdot \sin 60^\circ} = 2,0 \frac{\text{N}}{\text{m} \cdot \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}}} = 2,0 \text{ A}.$$

La direzione della forza è perpendicolare al piano  $\pi$  individuato dai due vettori  $\vec{l}$  e  $\vec{B}$ .

Per la regola della mano destra, il verso di tale forza è entrante nel piano  $\pi$ .

### Esercizio 763.16

Un filo conduttore percorso dalla corrente di  $2 \text{ A}$  è posto in un campo magnetico di intensità  $0,25 \text{ T}$ , perpendicolarmente alle linee del campo. Sapendo che la forza che agisce sul filo è di  $0,5 \text{ N}$ , calcola la sua lunghezza



#### Soluzione

La forza agente su un filo percorso da corrente immerso in un campo magnetico è:  $\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$ .

Il suo modulo è:  $F = I l B \sin \alpha$

Da cui si ricava la lunghezza del filo:

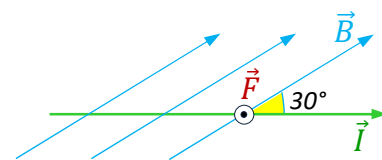
$$l = \frac{F}{I B \sin \alpha} = \frac{0,5 \text{ N}}{2 \text{ A} \cdot 0,25 \text{ T} \cdot \sin 90^\circ} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}}} = 1 \text{ m}.$$

La direzione della forza è perpendicolare al piano  $\pi$  individuato dai due vettori  $\vec{l}$  e  $\vec{B}$ .

Per la regola della mano destra, il verso di tale forza è entrante nel piano  $\pi$ .

### Esercizio 763.17

Un filo conduttore lungo  $1,5\text{ m}$ , attraversato dalla corrente di  $2\text{ A}$ , è posto all'interno di un campo magnetico di intensità  $0,2\text{ T}$ . Calcola l'angolo che la direzione del filo forma con la direzione del campo magnetico, sapendo che la forza che agisce sul filo è di  $0,3\text{ N}$ . Rappresenta graficamente il conduttore e i vettori del campo magnetico e della forza.



#### Soluzione

La forza agente su un filo percorso da corrente immerso in un campo magnetico è:  $\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$ .

Il suo modulo è:  $F = I l B \text{sen}\alpha$

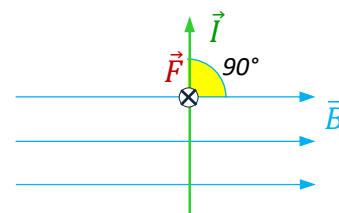
Da cui si ricava:  $\text{sen}\alpha = \frac{F}{I l B} = \frac{0,3\text{ N}}{2\text{ A} \cdot 1,5\text{ m} \cdot 0,2\text{ T}} = 0,5 = \frac{N}{\text{A} \cdot \text{m} \cdot \frac{N}{\text{A} \cdot \text{m}}} = 0,5$ . Si ottiene  $\alpha = 30^\circ$ .

La direzione della forza è perpendicolare al piano  $\pi$  individuato dai due vettori  $\vec{l}$  e  $\vec{B}$ .

Per la regola della mano destra, il verso di tale forza è uscente dal piano  $\pi$ .

### Esercizio 763.18

Un filo conduttore lungo  $20\text{ cm}$ , percorso dalla corrente di  $4\text{ A}$ , è posto all'interno di un campo magnetico in direzione perpendicolare alle linee del campo. Calcola l'intensità del campo magnetico sapendo che la forza che agisce sul filo è di  $2\text{ N}$ . Rappresenta graficamente il conduttore e i vettori del campo magnetico e della forza.



#### Soluzione

La forza agente su un filo percorso da corrente immerso in un campo magnetico è:  $\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$ .

Il suo modulo è:  $F = I l B \text{sen}\alpha$

Da cui si ricava l'intensità del campo magnetico:

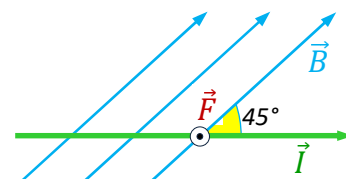
$$B = \frac{F}{I l \text{sen}\alpha} = \frac{2\text{ N}}{4\text{ A} \cdot 0,2\text{ m} \cdot \text{sen}90^\circ} = 2,5 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 2,5\text{ T}.$$

La direzione della forza è perpendicolare al piano  $\pi$  individuato dai due vettori  $\vec{l}$  e  $\vec{B}$ .

Per la regola della mano destra, il verso di tale forza è entrante nel piano  $\pi$ .

### Esercizio 763.19

Un filo conduttore lungo  $5\text{ m}$ , percorso dalla corrente di  $2\text{ mA}$ , è posto all'interno di un campo magnetico di  $0,8\text{ T}$ . La direzione del filo forma un angolo di  $45^\circ$  con le linee del campo. La sorgente del campo magnetico modifica istantaneamente le linee di forza invertendone il verso. Calcola modulo e verso della forza alla quale è soggetto il filo prima e dopo l'inversione delle linee del campo.



#### Soluzione

La forza agente su un filo percorso da corrente immerso in un campo magnetico è:  $\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$ .

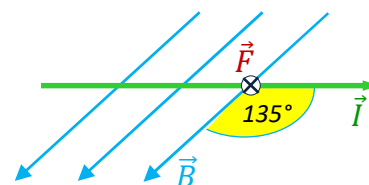
Il suo modulo è:  $F = I l B \text{sen}\alpha = 2 \cdot 10^{-3}\text{ A} \cdot 5\text{ m} \cdot 0,8\text{ T} \cdot \text{sen}45^\circ = 6 \cdot 10^{-3}\text{ N}$

La direzione della forza è perpendicolare al piano  $\pi$  individuato dai due vettori  $\vec{l}$  e  $\vec{B}$ .

Per la regola della mano destra, il verso di tale forza è uscente dal piano  $\pi$ .

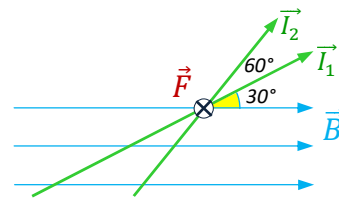
Dopo l'inversione delle linee del campo magnetico il verso della forza si inverte e diventa entrante al piano  $\pi$ .

Il modulo della forza cambia segno:  $F = -6 \cdot 10^{-3}\text{ N}$ .



### Esercizio 763.20

Calcola di quanto varia percentualmente la forza che agisce su un filo percorso da corrente elettrica immerso in un campo magnetico uniforme e costante, se la direzione del filo rispetto alle linee del campo varia da  $30^\circ$  a  $60^\circ$ .



#### Soluzione

La forza agente su un filo percorso da corrente immerso in un campo magnetico è:  $\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$ .

Per  $\alpha = 30^\circ$  Il suo modulo è:  $F_{30^\circ} = I l B \sin 30^\circ = \frac{1}{2} I l B$ .

Per  $\alpha = 60^\circ$  Il suo modulo è:  $F_{60^\circ} = I l B \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} I l B$ .

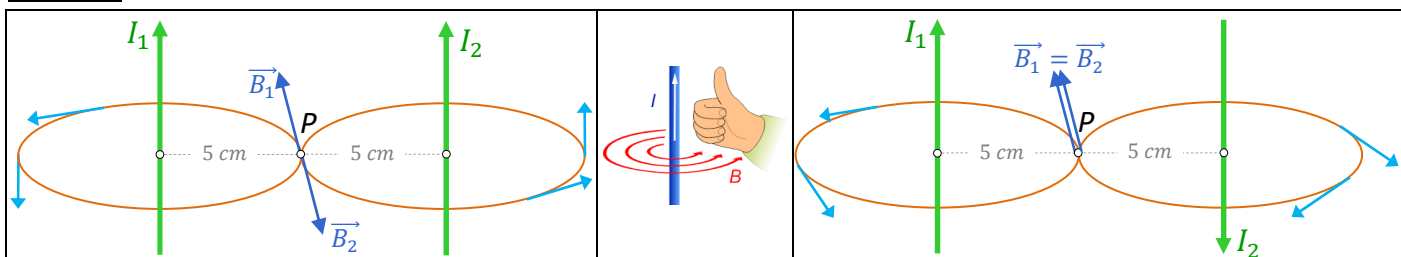
La variazione percentuale è data da:

$$\frac{F_{60^\circ} - F_{30^\circ}}{F_{30^\circ}} = \frac{\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}\right) I l B}{\frac{1}{2} I l B} = \frac{\sqrt{3} - 1}{2} \cdot 2 = \sqrt{3} - 1 = 0,73 = \frac{73}{100} = 73\%.$$

### Esercizio 763.21

Determina l'intensità del campo magnetico in un punto P che si trova tra due fili percorsi dalla stessa corrente di 15 A, alla stessa distanza di 5 cm da entrambi i fili, nel caso in cui la corrente circoli nei due fili nello stesso verso e nel caso in cui circoli in versi opposti.

#### Soluzione



#### Caso A – La corrente circola nei due fili con lo stesso verso

Il modulo del campo magnetico generato dal filo percorso dalla corrente  $I_1 = 15$  A alla distanza di 5 cm è:

$$B_1 = k \frac{I_1}{r} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} \cdot \frac{15 A}{0,05 m} = 600 \cdot 10^{-7} \frac{N}{A \cdot m} = 6 \cdot 10^{-5} T.$$

La direzione è data dalla tangente alla circonferenza passante per il punto P e concentrica con il filo stesso; il verso, dato dalla regola della mano destra, è antiorario.

Il modulo del campo magnetico generato dal filo percorso dalla corrente  $I_2 = 15$  A alla distanza di 5 cm è:

$$B_2 = k \frac{I_2}{r} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} \cdot \frac{15 A}{0,05 m} = 600 \cdot 10^{-7} \frac{N}{A \cdot m} = 6 \cdot 10^{-5} T.$$

La direzione è data dalla tangente alla circonferenza passante per il punto P e concentrica con il filo stesso; il verso, dato dalla regola della mano destra, è antiorario.

Il campo magnetico  $\vec{B}$  nel punto P è la somma vettoriale dei due campi magnetici  $B_1$  e  $B_2$ , generati dai due fili:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \vec{B}_1 - \vec{B}_1 = 0 \quad (\text{I due vettori } B_1 \text{ e } B_2 \text{ nel punto P sono due vettori di uguale intensità e versi opposti}).$$

#### Caso B – La corrente circola nei due fili in versi opposti

Se la corrente circola nei due fili in versi opposti, per la regola della mano destra, il verso del vettore  $\vec{B}_1$  tangente alla circonferenza passante per il punto P è antiorario, mentre il verso del vettore  $\vec{B}_2$  tangente alla circonferenza passante per il punto P è orario.

Di conseguenza i due vettori  $\vec{B}_1$  e  $\vec{B}_2$  nel punto P sono due vettori uguali in direzione, verso e intensità.

Pertanto l'intensità del campo magnetico nel punto P vale:

$$B_1 + B_2 = 2 \cdot B_1 = 2 \cdot 6 \cdot 10^{-5} T = 1,2 \cdot 10^{-4} T.$$