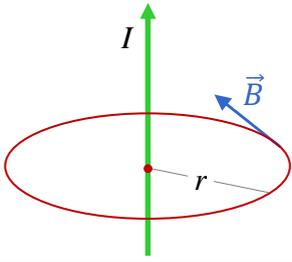
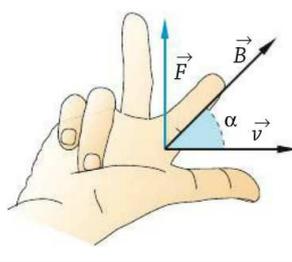
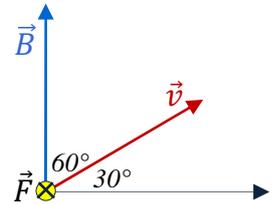


# Legge di Biot-Savart

L'intensità del campo magnetico $B$ prodotto da un filo rettilineo infinitamente lungo è direttamente proporzionale alla corrente $I$ che lo percorre e inversamente proporzionale alla distanza radiale $r$ dal filo		
		$B = k \frac{I}{r}$
	$k = \frac{\mu_0}{2\pi}$	$k = 2 \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2}$ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2}$
La forza di Lorentz può essere espressa in funzione del campo magnetico.	$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$	$F = k \frac{q I v \text{ sen}\alpha}{r} = q v B \text{ sen}\alpha$
Dalla formula inversa si ricava l'unità di misura del campo magnetico.	$1 T = \frac{1 N}{1 A \cdot 1 m}$	$[B] = \left[ \frac{F}{q v} \right] = \frac{N}{C \cdot m/s} = \frac{N}{A \cdot m}$

## Esempio 1

Un elettrone viene emesso a una velocità di  $10^5 \text{ m/s}$  con un angolo di  $30^\circ$  rispetto all'asse orizzontale, in una regione in cui è presente un campo magnetico, diretto verso l'alto, sull'asse verticale. Sapendo che il campo esercita una forza di intensità  $1,4 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ , determina l'intensità del campo magnetico.



### Soluzione

La carica dell'elettrone è  $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

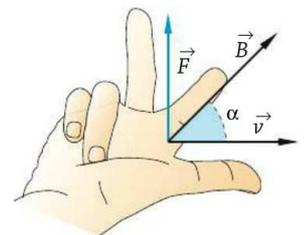
Il modulo della forza di Lorentz è:  $F = q v B \text{ sen}\alpha$

Da essa si ricava la formula inversa del modulo del campo magnetico:

$$B = \frac{F}{q \cdot v \cdot \text{sen}\alpha} = \frac{1,4 \cdot 10^{-6} \text{ N}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \text{sen}60^\circ} =$$

$$= \frac{1,4 \cdot 10^{-6} \text{ N}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \cong 10^8 \text{ T}.$$

$$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$$



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

Per la regola della mano destra, il verso di tale forza dovrebbe essere uscente dal piano  $\pi$ , ma essendo la carica dell'elettrone negativa, il verso della forza è entrante nel piano  $\pi$ .

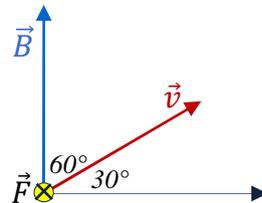
## Nota

Per evidenziare il verso di un vettore perpendicolare al piano della pagina si usa:

-  il simbolo  $\odot$  per indicare il verso uscente dal foglio;
-  il simbolo  $\otimes$  per indicare il verso entrante nel foglio;

## Esempio 2

Un elettrone viene emesso a una velocità di  $10^5$  m/s con un angolo di  $30^\circ$  rispetto all'asse orizzontale, in una regione in cui è presente un campo magnetico di intensità  $10^8$  T, diretto verso l'alto, sull'asse verticale. Calcola l'intensità, la direzione e il verso della forza di Lorentz cui è sottoposto l'elettrone.



### Soluzione

La carica dell'elettrone è  $q = -1,6 \cdot 10^{-19}$  C

$$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$$

Il modulo della forza di Lorentz è:

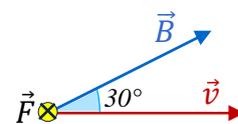
$$F = q v B \sin \alpha = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10^8 \text{ T} \cdot \sin 60^\circ \cong 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ N}.$$

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

Per la regola della mano destra, il verso di tale forza dovrebbe essere uscente dal piano  $\pi$ , ma essendo la carica dell'elettrone negativa, il verso della forza è entrante nel piano  $\pi$ .

## Esempio 3

Determina intensità, direzione e verso della forza di Lorentz agente su un elettrone in moto con velocità  $v = 10^5$  m/s, sapendo che la direzione della velocità forma un angolo  $\alpha = 30^\circ$  con la direzione di un campo magnetico  $\vec{B}$  di intensità 1 T.



### Soluzione

La carica dell'elettrone è  $q = -1,6 \cdot 10^{-19}$  C

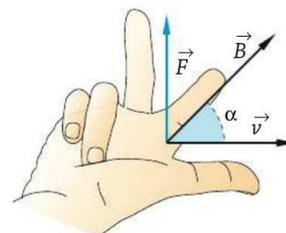
La forza di Lorentz agente su una carica  $q$  è data dall'equazione:  $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$

Il suo modulo è:

$$F = q v B \sin \alpha = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 10^5 \text{ m/s} \cdot 1 \text{ T} \cdot \sin 30^\circ = 0,8 \cdot 10^{-14} \text{ C} \cdot \text{m/s} \cdot \frac{\text{N}}{\text{C} \cdot \text{m/s}} = 8 \cdot 10^{-15} \text{ N}$$

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

Per la regola della mano destra, il verso di tale forza dovrebbe essere uscente dal piano  $\pi$ , ma essendo la carica dell'elettrone negativa, il verso della forza è entrante nel piano  $\pi$ .



## Esercizio 758.20

Una carica di  $5 \cdot 10^{-10}$  C si muove all'interno di un campo magnetico di 0,2 T alla velocità di  $4 \cdot 10^4$  m/s. Calcola l'angolo che la direzione della velocità della carica forma con la direzione del campo magnetico, sapendo che la forza che agisce sulla carica è di  $2 \cdot 10^{-6}$  N.

### Soluzione

Il modulo della forza di Lorentz è:  $F = q v B \sin \alpha$

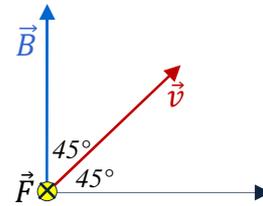
Da essa si ricava la formula inversa:

$$\sin \alpha = \frac{F}{q \cdot v \cdot B} = \frac{2 \cdot 10^{-6} \text{ N}}{5 \cdot 10^{-10} \text{ C} \cdot 4 \cdot 10^4 \text{ m/s} \cdot 0,2 \text{ T}} = 0,5.$$

Pertanto l'angolo che la direzione della velocità della carica forma con la direzione del campo magnetico è di  $30^\circ$ .

### Esercizio 758.21

Calcola la forza di Lorentz che agisce su un elettrone in moto con velocità  $v = 10^4 \text{ m/s}$  in un campo magnetico di intensità  $0,4 \text{ T}$ , sapendo che l'angolo tra la velocità e il campo magnetico è di  $45^\circ$ .



#### Soluzione

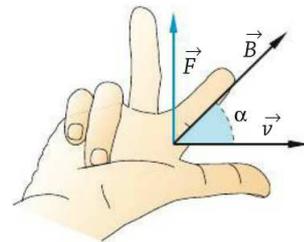
La carica dell'elettrone è  $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Il modulo della forza di Lorentz è:

$$F = q v B \text{ sen} \alpha = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,4 \text{ T} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \\ = 0,45 \cdot 10^{-15} \text{ N} = 4,5 \cdot 10^{-16} \text{ N}.$$

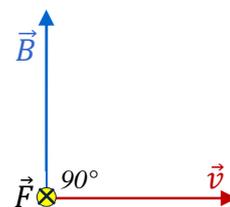
La direzione della forza di Lorentz è perpendicolare al piano  $\pi$  individuato dai due vettori  $\vec{v}$  e  $\vec{B}$ .

Per la regola della mano destra, il verso di tale forza dovrebbe essere uscente dal piano  $\pi$ , ma essendo la carica dell'elettrone negativa, il verso della forza è entrante nel piano  $\pi$ .



### Esercizio 758.22

Un elettrone si muove all'interno di un campo magnetico in direzione perpendicolare alle linee del campo alla velocità di  $2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ . Calcola l'intensità del campo magnetico, sapendo che la forza che agisce sulla carica è di  $2 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ .



#### Soluzione

La carica dell'elettrone è  $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

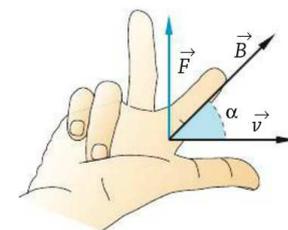
Il modulo della forza di Lorentz è  $F = q v B \text{ sen} \alpha$

Da essa si ricava la formula inversa del modulo del campo magnetico:

$$B = \frac{F}{q \cdot v \cdot \text{sen} \alpha} = \frac{2 \cdot 10^{-6} \text{ N}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \text{sen} 90^\circ} = \\ = 0,625 \cdot 10^8 \text{ T} = 6,25 \cdot 10^7 \text{ T}.$$

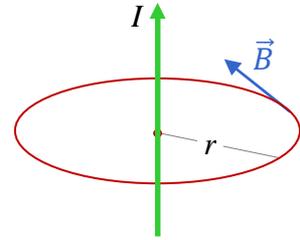
La direzione della forza di Lorentz è perpendicolare al piano  $\pi$  individuato dai due vettori  $\vec{v}$  e  $\vec{B}$ .

Per la regola della mano destra, il verso di tale forza dovrebbe essere uscente dal piano  $\pi$ , ma essendo la carica dell'elettrone negativa, il verso della forza è entrante nel piano  $\pi$ .



### Esercizio 758.23

Calcola il campo magnetico generato da un filo percorso da una corrente  $I = 10 \text{ mA}$  alle distanze di  $10 \text{ cm}$ ,  $15 \text{ cm}$  e  $20 \text{ cm}$ .



#### Soluzione

Il modulo del campo magnetico generato dal filo percorso dalla corrente  $I = 10 \text{ mA}$  alla distanza di  $10 \text{ cm}$  è:

$$B_{10} = k \frac{I}{r} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \cdot \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ A}}{0,1 \text{ m}} = 200 \cdot 10^{-10} \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ T} .$$

Il modulo del campo magnetico generato dal filo percorso dalla corrente  $I = 10 \text{ mA}$  alla distanza di  $15 \text{ cm}$  è:

$$B_{15} = k \frac{I}{r} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \cdot \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ A}}{0,15 \text{ m}} = 133 \cdot 10^{-10} \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 1,3 \cdot 10^{-8} \text{ T} .$$

Il modulo del campo magnetico generato dal filo percorso dalla corrente  $I = 10 \text{ mA}$  alla distanza di  $20 \text{ cm}$  è:

$$B_{20} = k \frac{I}{r} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \cdot \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ A}}{0,2 \text{ m}} = 100 \cdot 10^{-10} \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 10^{-8} \text{ T} .$$