

Pavel L Photo and Video/Shutterstock

4. FORZE TRA CORRENTI

La definizione dell'ampere

Il valore della costante non è misurato con un esperimento, ma è stato scelto convenzionalmente per definire in modo operativo l'unità di misura dell'intensità di corrente elettrica, cioè l'ampere. Infatti, come è mostrato nell'esempio precedente, nel vuoto e con il valore di k_m dato dalla (2):

una corrente ha intensità di 1 A se, circolando in due fili rettilinei molto lunghi, che distano 1 m tra di loro, provoca una forza di 2×10^{-7} N su ogni tratto di filo lungo 1 m.

La definizione del coulomb

Per definizione, $1 \text{ A} = (1 \text{ C}) / (1 \text{ s})$. Isoliamo (1 C) moltiplicando i due membri di questa equazione per (1 s):

$$(1\text{A}) \times (1\text{s}) = \frac{1\text{C}}{1\cancel{\text{s}}} \times (1\cancel{\text{s}}) \Rightarrow 1\text{C} = (1\text{A}) \times (1\text{s}).$$

Una volta definito cosa è un ampere, siamo in grado di dire a quanto equivale un coulomb di carica elettrica:

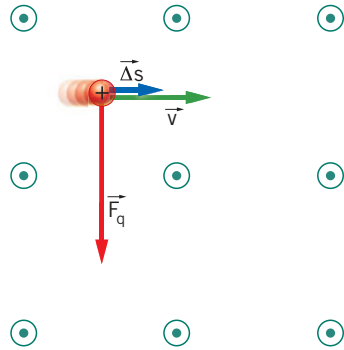
un **coulomb** è la carica che attraversa, in un secondo, una sezione di un filo in cui è presente una corrente di intensità pari a un ampere.

CARICA DELL'ELETTRONE

Con questa definizione, la carica di un elettrone vale $-e = -1,6022 \times 10^{-19}$ C.

6. IL MOTO DI UNA CARICA IN UN CAMPO MAGNETICO UNIFORME

La forza di Lorentz \vec{F}_q , che agisce su una carica puntiforme q in moto, ha sempre direzione perpendicolare alla velocità vettoriale con cui si muove la carica e, quindi, al suo spostamento istantaneo (figura).



Ciò significa che il lavoro W compiuto da \vec{F}_q sulla carica è sempre nullo:

$$W = 0.$$

Il teorema dell'energia cinetica afferma che la variazione di energia cinetica $\Delta K = K_f - K_i$ di un punto materiale è uguale al lavoro W delle forze che agiscono su di esso.

Nel caso della forza di Lorentz abbiamo

$$\Delta K = W = 0.$$

Quindi l'energia cinetica della carica puntiforme non cambia. Ciò significa che

la forza di Lorentz non può cambiare il valore della velocità di una carica.

Modifica invece la direzione del vettore velocità.

Moto con velocità perpendicolare a un campo \vec{B} uniforme

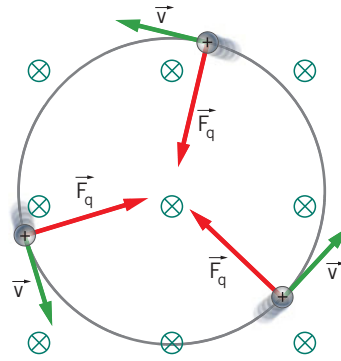
Consideriamo, come nella figura precedente, una carica puntiforme q positiva che si muove in un campo magnetico uniforme \vec{B} con una velocità \vec{v} perpendicolare alle linee del campo. Si dimostra che

sotto le condizioni dette, la carica puntiforme q si muove di moto circolare uniforme.

Infatti, il moto è *uniforme* perché, come abbiamo visto in precedenza, il modulo di \vec{v} è costante. Inoltre, se \vec{B} è uniforme e perpendicolare a \vec{v} , la forza \vec{F}_q :

- è sempre perpendicolare a \vec{v} ;
- è perpendicolare a \vec{B} , per cui è contenuta nel piano della figura;
- ha un valore costante dato da $\vec{F}_q = qvB$.

Quindi \vec{F}_q ha le proprietà della forza centripeta che, in un moto circolare uniforme, è sempre perpendicolare alla velocità del punto materiale, ha modulo costante e varia in modo da rimanere sempre nello stesso piano, che è quello in cui avviene il moto circolare stesso (figura).



Si tratta della stessa cosa che accade a un satellite in orbita circolare attorno alla Terra. La forza di gravità ha modulo costante, è in ogni punto perpendicolare alla velocità (il cui valore rimane, a sua volta, costante) ed è sempre contenuta nel piano dell'orbita.

Il raggio della traiettoria circolare

Possiamo ora calcolare il raggio r della traiettoria circolare descritta da una particella puntiforme di massa m e carica q che si muove in un campo \vec{B} uniforme, con una velocità \vec{v} perpendicolare a esso. La forza di Lorentz

$$F_q = qvB$$

fornisce la forza centripeta del moto, che ha la forma generale

$$F_c = m \frac{v^2}{r}.$$

Uguagliando le ultime due espressioni otteniamo

$$qvB = m \frac{v^2}{r},$$

da cui possiamo isolare r , che risulta

$$r = \frac{mv}{qB}. \quad (9)$$

Il raggio dell'orbita circolare è direttamente proporzionale alla massa della particella e alla sua velocità, inversamente proporzionale alla sua carica e al campo magnetico presente.

Esempio

Una particella di carica $q = 3,20 \times 10^{-19}$ C e massa $6,64 \times 10^{-27}$ kg si muove con velocità $v = 2,53 \times 10^4$ m/s in direzione perpendicolare alle linee di un campo magnetico di modulo $B = 7,82 \times 10^{-3}$ T.

► Quanto vale il raggio r della traiettoria circolare descritta dalla particella?

Il valore di r è fornito dalla formula (9):

$$\begin{aligned} r &= \frac{mv}{qB} = \frac{(6,64 \times 10^{-27} \text{ kg}) \times (2,53 \times 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}})}{(3,20 \times 10^{-19} \text{ C}) \times (7,82 \times 10^{-3} \text{ T})} = \\ &= 6,71 \times 10^{-2} = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{A} \cdot \text{s} \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}}} = 6,71 \times 10^{-2} \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\text{m}}} = 6,71 \times 10^{-2} \text{ m}. \end{aligned}$$

7. IL CAMPO MAGNETICO DI UN FILO E IN UN SOLENOIDE

Dimostrazione della formula (10)

Consideriamo due fili paralleli in cui sono presenti correnti di intensità i_1 e i_2 (figura). ▶ La distanza tra i fili è d . Il campo magnetico generato dalla corrente i_1 è perpendicolare al filo con la corrente i_2 . Quindi la forza magnetica che agisce su un tratto, lungo l , di questo secondo filo è

$$F = Bi_1l,$$

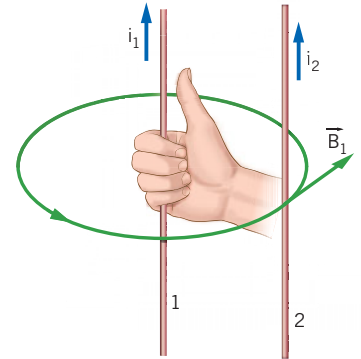
dove B è il valore del campo magnetico che vogliamo calcolare, cioè quello generato dal filo con la corrente i .

La stessa forza sul secondo filo è data anche dalla formula di Ampère

$$F = k_m \frac{ii_1}{d} l.$$

Uguagliando i secondi membri di queste due equazioni, otteniamo

$$Bi_1l = k_m \frac{ii_1}{d} l \implies B = k_m \frac{i}{d}.$$



ESERCIZI

4. FORZE TRA CORRENTI

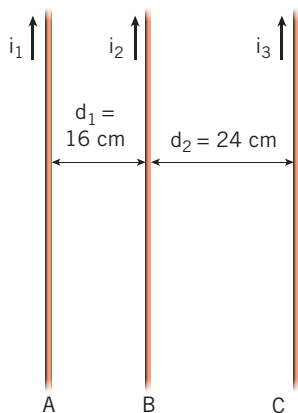
ESERCIZI NUMERICI

32 ★★★ Paolo vuole riprodurre l'esperimento di Ampère con due fili paralleli attraversati da corrente posti a una distanza di 25 cm. L'intensità di corrente nel primo è di 1,0 A, nel secondo di 2,0 A. La forza con cui i due fili si respingono è di $6,4 \times 10^{-7}$ N.

- ▶ Le due correnti hanno lo stesso verso o versi opposti?
- ▶ Quale lunghezza di filo ha considerato Paolo?
- ▶ Se raddoppia la lunghezza del tratto di filo considerato, a quale distanza bisogna porre i fili per osservare la stessa forza?

[40 cm; 50 cm]

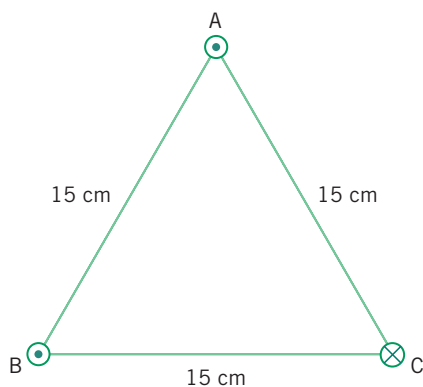
33 ★★★ Tre fili paralleli A, B e C sono percorsi dalla stessa intensità di corrente $i = 3,5$ A. La distanza tra A e B è di 16 cm, tra B e C di 24 cm.



- ▶ Calcola intensità e verso della forza risultante per metro sul filo B.

[$5,1 \times 10^{-6}$ N, verso sinistra]

34 ★★★ Tre fili paralleli sono disposti come indicato nella figura.



Ciascuno è percorso da un'intensità di corrente pari a 0,85 A.

- ▶ Qual è la forza risultante agente su ogni metro del filo C?

[$1,7 \times 10^{-6}$ N]

5. L'INTENSITÀ DEL CAMPO MAGNETICO

DOMANDE SUI CONCETTI

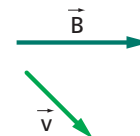
35 Un filo di lunghezza l , percorso da una corrente di intensità i , è perpendicolare alle linee di un campo magnetico di valore B . Il valore della forza che agisce su di esso è F .

- ▶ Quanto vale il rapporto tra F e i ?

36 Il campo magnetico sulla superficie terrestre vale circa 20 000 nT all'equatore e 70 000 nT nei pressi dei poli. Un filo percorso da corrente di lunghezza l è posto perpendicolarmente alle linee del campo.

- ▶ Dove subisce una forza maggiore?

37 Una carica positiva si muove con velocità v in un campo magnetico uniforme, come nella figura.



- ▶ Determina direzione e verso della forza agente sulla carica e disegna.
- ▶ Cosa cambia se la carica è negativa?

38 È corretto affermare che la forza magnetica agisce su ogni corpo carico presente nel campo magnetico?

39 Prima dell'introduzione degli schermi a cristalli liquidi o al plasma, i televisori avevano uno schermo a tubo catodico. Per creare le immagini, lo schermo a tubo catodico utilizza un tubo attraversato da un fascio di elettroni, convogliati su una superficie fotosensibile.

- ▶ Perché non si può avvicinare un magnete a un tale tipo di schermo?

ESERCIZI NUMERICI

47 ★★★ Un filo conduttore lungo 23,5 cm è posto in una regione occupata da un campo magnetico omogeneo

\vec{B} , le cui linee di campo sono perpendicolari al filo. Nel filo passa una corrente di intensità 3,5 A e su di

esso agisce una forza di modulo $2,2 \times 10^{-4}$ N.

► Determina il modulo di \vec{B} .

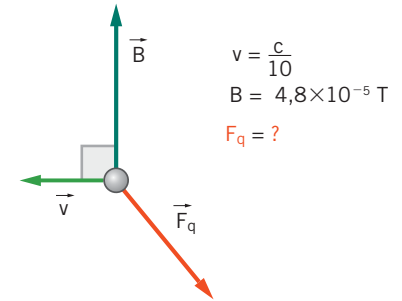
[$2,7 \times 10^{-4}$ T]

48 PROBLEMA SVOLTO

Forza magnetica su un elettrone

Un elettrone si muove con velocità $c/10$ in direzione perpendicolare al campo magnetico terrestre, in un punto dove esso ha un'intensità di $4,8 \times 10^{-5}$ T.

► Calcola il modulo della forza magnetica che agisce sull'elettrone.



DATI E INCOGNITE

	GRANDEZZE	SIMBOLI	VALORI	COMMENTI
DATI	Velocità dell'elettrone	v	$c/10$	
	Valore del campo magnetico	B	$4,8 \times 10^{-5}$ T	
INCOGNITE	Modulo della forza magnetica	F	?	

RAGIONAMENTO

- Visto che la velocità dell'elettrone è perpendicolare alle linee di campo magnetico si ha $B_{\perp} = B$.
- Dato nascosto: il valore assoluto della carica dell'elettrone è $q = e = 1,60 \times 10^{-19}$ C.
- Velocità della luce nel vuoto: il suo valore è $c = 3,00 \times 10^8$ m/s.
- Quindi, il problema può essere risolto con la formula $F = qvB$ che, con la velocità e la carica date dal problema,

diventa $F = qvB = e \frac{c}{10} B = \frac{ecB}{10}$.

RISOLUZIONE

Il risultato si ottiene sostituendo i valori numerici nella formula precedente:

$$F = \frac{ecB}{10} = \frac{(1,60 \times 10^{-19} \text{ C}) \times (3,00 \times 10^8 \text{ m/s}) \times (4,8 \times 10^{-5} \text{ T})}{10} = 2,3 \times 10^{-16} \text{ N.}$$

CONTROLLO DEL RISULTATO

Il risultato ottenuto è positivo anche se la carica dell'elettrone è negativa. Nei calcoli si è posta la carica dell'elettrone uguale a e (e non a $-e$) perché il problema chiede il modulo della forza magnetica; quindi il segno della carica non è rilevante.

49 Un protone si muove in un campo magnetico uniforme di intensità $1,0 \times 10^{-2}$ T, in una direzione perpendicolare a quella del campo magnetico. Sul protone agisce una forza di modulo $1,6 \times 10^{-16}$ N.

► Calcola il modulo della velocità del protone.

[$1,0 \times 10^5$ m/s]

di campo sono perpendicolari alla velocità della particella. L'intensità del campo magnetico è di 0,55 T e la forza che agisce sulla particella è di $5,2 \times 10^{-5}$ N.

► Quanto vale la carica della particella?

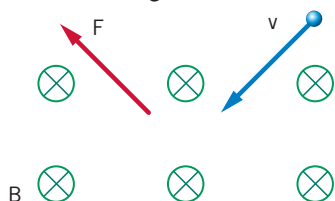
► Puoi determinare il segno della carica?

[$2,0 \times 10^{-6}$ C]

50 Una particella carica si muove con una velocità di 47 m/s in un campo magnetico uniforme le cui linee

51 Una particella carica entra in un campo magnetico di intensità 0,95 T entrante nel foglio, con una velocità di $1,3 \times 10^6$ m/s diretta come mostra la figura.

Viene deviata da una forza di 12×10^{-13} N diretta come illustrato nella figura.



- ▶ Si tratta di una carica positiva o negativa? Calcola il valore della carica.
- ▶ A quanti elettroni corrisponde la carica trovata?

$[-9,6 \times 10^{-19}$ C; 6]

- 52** **★★★** Una particella α , composta da due protoni e due neutroni, entra in un campo magnetico che punta verso Sud, con una velocità rivolta verso Est. Il campo magnetico ha intensità $3,2 \times 10^{-3}$ T e la forza subito dalla particella ha modulo $2,5 \times 10^{-8}$ N.

- ▶ Calcola il modulo della velocità.
- ▶ Determina direzione e verso della forza.

$[2,4 \times 10^7$ m/s; verso il basso]

6. IL MOTO DI UNA CARICA IN UN CAMPO MAGNETICO UNIFORME

DOMANDE SUI CONCETTI

- 59** Nel moto circolare uniforme la velocità angolare ω è v/r .
- ▶ Scrivi la formula generale per la velocità angolare del moto di una particella carica in un campo magnetico uniforme.
 - ▶ Come cambiano v e ω se l'intensità del campo magnetico aumenta?
- 60** Un elettrone e un protone che viaggiano alla stessa velocità entrano in un campo magnetico uniforme, in direzione perpendicolare al campo.
- ▶ Descrivi cosa succede alle traiettorie delle due particelle e determina quale ha raggio maggiore.

66 **★★★** PROBLEMA SVOLTO

Il periodo di rotazione di un elettrone

Un elettrone è immerso in un campo magnetico uniforme di intensità $7,9 \times 10^3$ T e si muove perpendicolarmente alle linee di campo. La sua velocità iniziale è di $1,7 \times 10^7$ m/s.

- ▶ Calcola il raggio della traiettoria circolare descritta dall'elettrone.
- ▶ Determina il suo periodo di rotazione.
- ▶ Un secondo elettrone entra nello stesso campo perpendicolarmente alle linee di campo con una velocità iniziale doppia rispetto al primo. Qual è il suo periodo?

ESERCIZI NUMERICI

- 61** **★★★** Una particella α (massa $6,64 \times 10^{-27}$ kg, carica pari a $2e$), si muove alla velocità di $1,0 \times 10^6$ m/s ed entra in un campo magnetico uniforme, perpendicolare alla direzione di moto della particella e di intensità pari a 0,12 T.

- ▶ Calcola il raggio della circonferenza descritta dalla particella.

[17 cm]

- 62** **★★★** Un elettrone (massa $9,11 \times 10^{-31}$ kg) che si muove alla velocità di $1,0 \times 10^5$ m/s entra in un campo magnetico perpendicolare alla direzione di moto. Si vuole che l'elettrone compia traiettorie circolari di raggio non superiore a 10 cm.

- ▶ Come deve essere regolata l'intensità del campo magnetico?

$[B \geq 5,7 \times 10^{-6}$ T]

- 63** **★★★** Una particella α entra in un campo magnetico $B = 0,346$ T, in direzione perpendicolare al campo stesso con una velocità $v = 7,92 \times 10^6$ m/s.

- ▶ Calcola il raggio della traiettoria circolare descritta dalla particella.

[47,5 cm]

- 64** **★★★** Un protone (massa $1,67 \times 10^{-27}$ kg) entra in un campo magnetico $B = 0,59$ T in direzione perpendicolare al campo stesso e descrive una circonferenza di raggio $r = 6,4$ cm.

- ▶ Determina la velocità del protone.

$[3,6 \times 10^6$ m/s]

- 65** **★★★** Un elettrone e un protone vengono introdotti contemporaneamente e con la stessa velocità in un campo magnetico uniforme diretto perpendicolarmente alla direzione della velocità delle particelle.

- ▶ Calcola il rapporto r_p/r_e tra i raggi delle traiettorie descritte dalle due particelle.

$[1,83 \times 10^3]$

DATI E INCOGNITE

	GRANDEZZE	SIMBOLI	VALORI	COMMENTI
DATI	Velocità del primo elettrone	v	$8,6 \times 10^6$ m/s	
	Intensità del campo magnetico	B	$7,9 \times 10^{-3}$ T	
	Velocità del secondo elettrone	v_1	$1,7 \times 10^7$ m/s	$v_1 = 2v$
INCOGNITE	Raggio della traiettoria	r	?	
	Periodo del moto circolare del primo elettrone	T	?	
	Periodo del moto circolare del secondo elettrone	T_1	?	$v_1 = 2v$

RAGIONAMENTO

- Poiché la velocità dell'elettrone è perpendicolare alle linee di campo, possiamo determinare il raggio con la formula

$$r = \frac{mv}{qB}.$$

- Dati nascosti: il valore assoluto della carica dell'elettrone è $q = e = 1,6 \times 10^{-19}$ C e la sua massa è di $9,11 \times 10^{-31}$ kg.
- Il periodo del moto circolare uniforme è $T = \frac{2\pi r}{v}$.
- Il raggio della traiettoria del secondo elettrone è $r_1 = \frac{mv_1}{qB} = \frac{2mv}{qB} = 2r$, pertanto se la velocità è doppia anche il raggio è doppio.

RISOLUZIONE

Calcoliamo il raggio:

$$r = \frac{mv}{qB} = \frac{(9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}) \times (8,6 \times 10^6 \text{ m/s})}{(1,6 \times 10^{-19} \text{ C}) \times (7,9 \times 10^{-3} \text{ T})} = 6,2 \text{ mm}.$$

Calcoliamo il periodo:

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \times (6,2 \times 10^{-3} \text{ m})}{8,6 \times 10^6 \text{ m/s}} = 4,5 \times 10^{-9} \text{ s}.$$

Calcoliamo il periodo del secondo elettrone:

$$T_1 = \frac{2\pi r_1}{v_1} = \frac{2\pi \times (2r)}{2v} = \frac{2\pi r}{v} = T = 4,5 \times 10^{-9} \text{ s}.$$

CONTROLLO DEL RISULTATO

Il periodo dipende dal rapporto $\frac{v}{r}$, ovvero dalla velocità angolare ω che vale qB/m . Pertanto è costante se non varia l'intensità del campo magnetico e se le particelle sono dotate di uguale carica e uguale massa.

67 ★★★ Un protone entra con velocità iniziale $7,0 \times 10^5$ m/s in un campo magnetico uniforme di intensità $4,5 \times 10^{-2}$ T, perpendicolarmente alle linee di campo.

- ▶ Calcola il raggio della traiettoria circolare descritta dal protone.
- ▶ Determina il suo periodo di rotazione.
- ▶ Determina il periodo di rotazione di un deutone

(costituito da un protone e un neutrone) nelle stesse condizioni.

Suggerimento: considera per il protone e il neutrone lo stesso valore per la massa, pari a $1,67 \times 10^{-27}$ kg.

[16 cm; $1,4 \times 10^{-6}$ s; $2,8 \times 10^{-6}$ s]

68 ★★★ Una particella α (carica pari a $2e$) entra in un campo magnetico uniforme di intensità $8,3 \times 10^{-4}$ T, con velocità perpendicolare alle linee di campo. Il cam-

po le fa compiere una traiettoria circolare di raggio 8,5 cm.

- ▶ Calcola il valore della sua quantità di moto.
- ▶ Calcola il raggio della traiettoria che avrebbe una particella di massa doppia con la stessa carica e nelle stesse condizioni.

[$2,3 \times 10^{-23}$ kg·m/s; 17 cm]

69 ★★★ Un elettrone entra in un campo magnetico perpendicolarmente alle linee di campo, con velocità $4,4 \times 10^6$ m/s. Il campo magnetico ha intensità $1,2 \times 10^{-4}$ T. L'elettrone viene deviato lungo una traiettoria circolare e dopo aver compiuto mezzo giro esce dal campo magnetico.

- ▶ Calcola la distanza percorsa all'interno del campo.
- ▶ Calcola la distanza tra il punto d'ingresso e il punto di uscita dell'elettrone dal campo magnetico.

[66 cm; 42 cm]

PROBLEMI GENERALI

7 ★★★ Una particella di massa $5,0 \times 10^{-13}$ kg e carica $4,8 \times 10^{-7}$ C è immersa in un campo magnetico uniforme di intensità 0,058 T. La particella entra con una velocità di $9,5 \times 10^2$ m/s perpendicolare alle linee di campo.

- ▶ Calcola quanto tempo impiega la particella a compiere un giro completo della sua traiettoria circolare.
- ▶ Calcola la sua accelerazione centripeta.

[$1,1 \times 10^{-4}$ s; $5,3 \times 10^7$ m/s²]

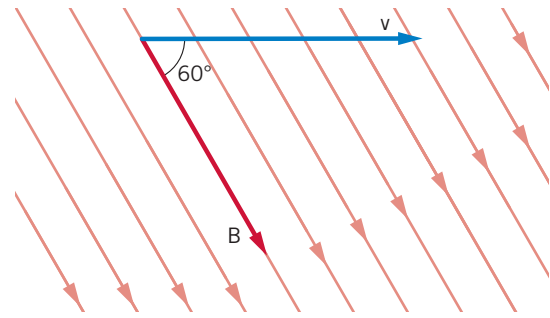
8 ★★★ Un solenoide lungo 80 cm è composto da 200 spire/metro ed è percorso da una corrente di 0,65 A. Una particella di carica positiva $1,6 \times 10^{-16}$ C e massa $8,5 \times 10^{-25}$ kg si trova all'interno del solenoide e si muove con una velocità iniziale di $4,6 \times 10^3$ m/s perpendicolare alle linee del campo magnetico.

- ▶ Calcola il modulo della forza che agisce sulla particella.
- ▶ Calcola il raggio della traiettoria circolare della particella.
- ▶ Calcola il nuovo raggio della traiettoria quando le spire del solenoide vengono allargate fino a raggiungere una lunghezza totale di 1,0 m.

[$1,2 \times 10^{-16}$ N; 15 cm; 19 cm]

9 ★★★ Un elettrone si sta muovendo verso Est con velocità $2,8 \times 10^5$ m/s quando entra in un campo magnetico

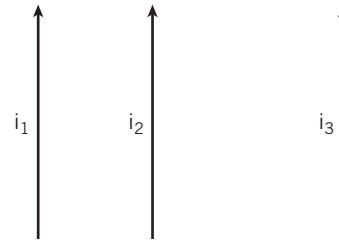
uniforme inclinato di 60° rispetto al vettore velocità, come si vede nella figura, di intensità $9,2 \times 10^{-5}$ T.



- ▶ Calcola il verso e il modulo della forza che agisce sull'elettrone.
- ▶ Dopo $1,8 \times 10^{-4}$ s il campo magnetico si spegne. Quanti giri ha effettuato l'elettrone?

[$3,6 \times 10^{-18}$ N, verso uscente; 400]

10 ★★★ Tre lunghi fili rettilinei sono posti parallelamente a distanza $d_{12} = 3,0$ cm e $d_{23} = 5,0$ cm, come è mostrato nella figura. I primi due fili sono percorsi rispettivamente dalle correnti $i_1 = 1,0$ A e $i_2 = 1,5$ A. Nel terzo filo scorre una corrente i_3 .



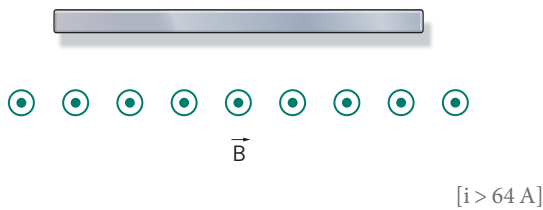
- ▶ Calcola la forza che il filo 1 esercita su un tratto lungo 20 cm del filo 2.
- ▶ Disegna direzione e verso delle forze che i fili 1 e 3 esercitano sullo stesso tratto del filo 2.
- ▶ Calcola quanto deve valere la corrente i_3 affinché il filo 2 stia in equilibrio.

[$2,0 \times 10^{-6}$ N; 1,7 A]

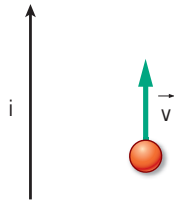
11 ★★★ Una barra di ferro di lunghezza $l = 23$ cm e massa 0,12 kg è disposta orizzontalmente in una regione occupata da un campo magnetico di modulo $8,0 \times 10^{-2}$ T, omogeneo e le cui linee di campo sono dirette perpendicolarmente al filo, come mostra la figura (il simbolo \odot indica che le linee del campo magnetico escono dal foglio).

- ▶ Determina il verso e il valore della minima intensità di corrente i , da fare passare nella barra, necessaria per farla sollevare.

Suggerimento: sulla barra agisce anche la forza-peso, e perché la barra si sollevi, occorre che la forza totale che agisce sia diretta verso l'alto.



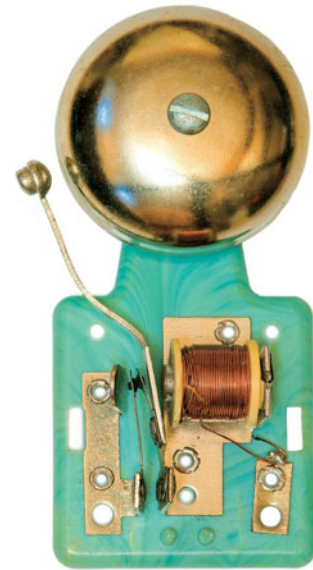
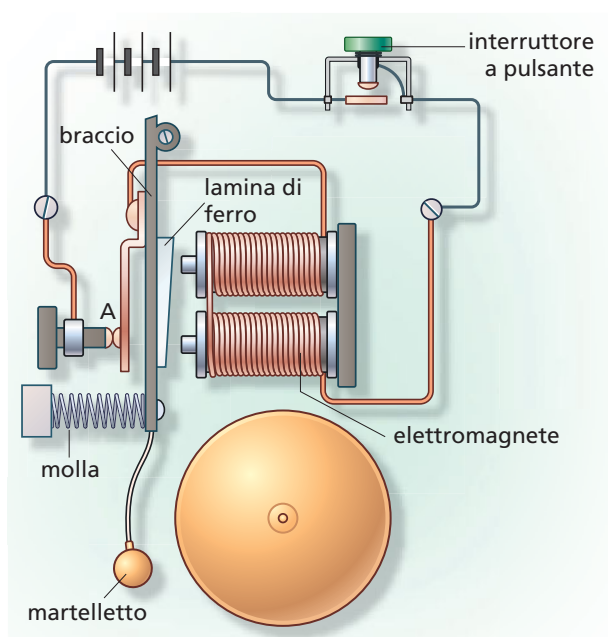
12 Una particella carica positivamente si muove parallelamente a un filo percorso da una corrente $i = 0,45 \text{ A}$ e a distanza di 65 cm dal filo stesso, con una velocità $v = 10 \text{ m/s}$.



- ▶ Calcola il valore del campo magnetico \vec{B} che agisce sulla carica.
- ▶ Descrivi la direzione e il verso di \vec{B} ; in base a ciò, stabilisci quanto vale l'angolo tra il vettore \vec{B} e il vettore \vec{v} .
- ▶ Calcola il valore della carica presente sulla particella se si misura una forza di $7,4 \times 10^{-12} \text{ N}$.
- ▶ Disegna il vettore forza che agisce sulla particella.

[$1,4 \times 10^{-7} \text{ T}$; 90° ; $5,3 \times 10^{-6} \text{ C}$]

16 **LA FISICA DEL CITTADINO** Un campanello elettrico
 *** La figura rappresenta un modello molto comune di campanello elettromeccanico. Nella situazione rappresentata, l'interruttore a pulsante verde è sollevato e il circuito elettrico è aperto.



A un certo punto il pulsante viene premuto e così il circuito si chiude.

Domanda 1:

Cosa accade a questo punto all'elettromagnete? Quale effetto esso ha sulla lamina di ferro e sul braccio a cui essa è collegata?

Domanda 2:

Cosa fa il martelletto in questa situazione?

Domanda 3:

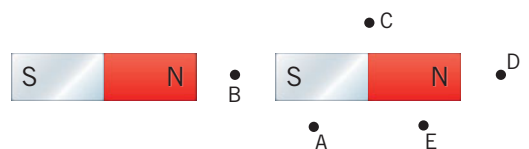
Come conseguenza del movimento del braccio, cosa accade nel punto di contatto A? Cosa accade allora alla corrente elettrica? E come si comporta l'elettromagnete?

Domanda 4:

Qual è ora il ruolo della molla presente nel dispositivo?

GIOCHI DI ANACLETO

8 Due magneti a barra identici sono posizionati come nel disegno.



- ▶ In quale dei punti indicati il campo magnetico ha la massima intensità?

(Tratto dalle Olimpiadi della Fisica, anno 2010)