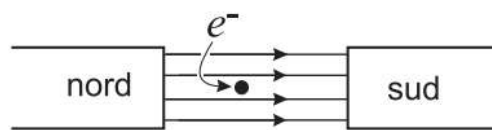


Campo magnetico

La figura mostra un elettrone in una regione dove è presente un campo magnetico.



• La forza magnetica agente sull'elettrone è nulla quando l'elettrone si muove. . .

A . . . verso destra.

B . . . verso l'alto.

C . . . in direzione entrante nella pagina.

D . . . in direzione uscente dalla pagina.

E Nessuna delle precedenti: la forza magnetica su un elettrone in moto non è mai nulla.

[1° livello 2024]

RISPOSTA \Rightarrow A

La forza magnetica è data da

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

dove $q = -e$ è la carica dell'elettrone, \vec{v} la sua velocità e \vec{B} l'intensità del campo magnetico.

Essa è nulla quando il prodotto vettore è nullo, ossia quando almeno uno dei due vettori è nullo oppure quando i due vettori hanno la stessa direzione.

Quindi l'alternativa corretta è la A.

• Si esprima la dimensione fisica del campo di induzione magnetica \vec{B} in termini delle dimensioni delle grandezze fondamentali: lunghezza (L), massa (M), tempo (T) e intensità di corrente (I).

A $M T^{-1} I^{-2}$

B $M T^{-2} I^{-1}$

C $M T I^{-1}$

D $M T^{-1} I$

E $M T^{-2} I^{-2}$

[1° livello 2023]

RISPOSTA \Rightarrow B

Dall'espressione del modulo della forza di Lorentz agente su una carica q in moto con velocità \vec{v} in un campo magnetico \vec{B} , ortogonale a \vec{v} , $F_L = qvB$, si ottiene $B = F_L / (qv)$.

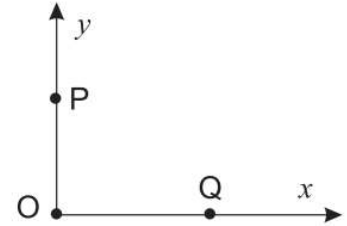
L'induzione magnetica ha quindi le dimensioni di una forza (dim $F_L = M L T^{-2}$, come si può desumere dalla seconda legge di Newton) divisa per una carica (dim $q = I T$) e per una velocità (dim $v = L T^{-1}$).

Le dimensioni di \vec{B} sono quindi

$$\dim B = \frac{M L T^{-2}}{(I T)(L T^{-1})} = M T^{-2} I^{-1} .$$

Il grafico in figura mostra un piano Oxy con gli assi Ox e Oy che formano un angolo retto.

• Quale delle seguenti correnti elettriche che fluiscono in un conduttore rettilineo produrrà un campo magnetico nel punto O orientato nel verso positivo dell'asse x ?



- A Passante per Q perpendicolare entrante nel piano del grafico.
- B Passante per Q perpendicolare uscente dal piano del grafico.
- C Passante per P parallela a Ox .
- D Passante per P perpendicolare entrante nel piano del grafico.
- E Passante per P perpendicolare uscente dal piano del grafico.

[1° livello 2023]

RISPOSTA \Rightarrow E

Le linee del campo magnetico prodotto da un filo rettilineo percorso da corrente sono circonferenze perpendicolari al filo e con centro su di esso.

Una corrente perpendicolare al piano del disegno e passante per Q produce dunque in O un campo magnetico nella direzione dell'asse y .

Una corrente passante per P parallelamente all'asse x produce in O un campo perpendicolare al piano del disegno.

Una corrente passante per P perpendicolarmente al piano del disegno produce in O un campo parallelo all'asse x . Per la regola della mano destra, il campo è orientato verso destra se la corrente ha verso uscente.

In modo più formale, applicando la legge di Biot-Savart

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \hat{I} \times \hat{r}$$

dove \hat{I} rappresenta il versore orientato come la corrente elettrica I e \hat{r} il versore nel verso dal punto considerato ad O, e posto $B = \mu_0 I / (2\pi r)$, il campo magnetico nei cinque casi proposti risulta:

A: $\hat{I} = -\hat{k}; \hat{r} = -\hat{i} \Rightarrow \vec{B} = B \hat{j}$ (lungo l'asse y positivo);

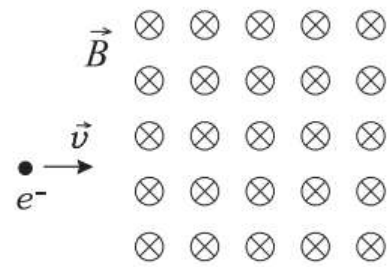
B: $\hat{I} = \hat{k}; \hat{r} = -\hat{i} \Rightarrow \vec{B} = -B \hat{j}$ (asse y negativo);

C: $\hat{I} = \hat{i}; \hat{r} = -\hat{j} \Rightarrow \vec{B} = B \hat{k}$ (perpendicolare entrante);

D: $\hat{I} = -\hat{k}; \hat{r} = -\hat{j} \Rightarrow \vec{B} = -B \hat{i}$ (asse x negativo);

E: $\hat{I} = \hat{k}; \hat{r} = -\hat{j} \Rightarrow \vec{B} = B \hat{i}$ (asse x positivo).

Lo schizzo rappresenta un elettrone che sta per entrare in una zona di campo magnetico uniforme \vec{B} entrante nel piano della figura. La velocità dell'elettrone è \vec{v} verso destra.



• Appena entrato nella zona del campo magnetico, l'elettrone risente della forza magnetica che è diretta: ...

A : : : verso l'alto nel piano della figura.

B : : : verso il basso nel piano della figura.

C : : : verso sinistra nel piano della figura.

D : : : verso destra nel piano della figura.

E : : : perpendicolarmente al piano della figura, con verso uscente.

[1° livello 2023]

RISPOSTA \Rightarrow B

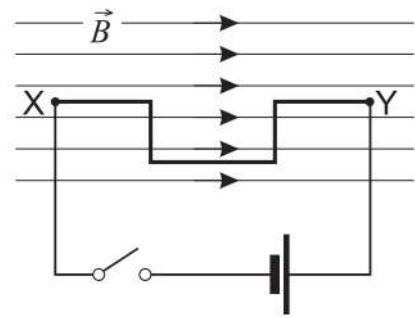
L'elettrone immerso nel campo magnetico \vec{B} risente della forza $\vec{F} = -e\vec{v} \times \vec{B}$ che è perpendicolare sia a \vec{v} che a \vec{B} e, per la regola della mano destra, è diretta verso il bordo in basso del piano della figura.

Più formalmente, fissata una terna di assi ortogonali con versori \hat{i} diretto come la velocità \vec{v} e \hat{j} come il campo \vec{B} , per cui il versore \hat{k} risulta diretto verso l'alto nel piano della figura, si ha:

$$\vec{v} = v\hat{i} ; \vec{B} = B\hat{j} \Rightarrow \vec{F} = -e\vec{v} \times \vec{B} = -evB\hat{i} \times \hat{j} = -evB\hat{k}$$

da cui la stessa risposta data sopra.

In figura è mostrato un circuito in cui il tratto superiore compreso tra X e Y è costituito da un filo rigido in grado di ruotare liberamente intorno all'asse orizzontale XY. È presente un campo magnetico diretto verso destra. Il circuito è inizialmente fermo nel piano della figura.



• Quando l'interruttore viene chiuso, la parte mobile del circuito, rispetto al piano della figura, ...

- A ... resta ferma.
- B ... ruota di 90° in verso uscente.
- C ... ruota di 90° in verso entrante.
- D ... ruota di 180° in verso uscente.
- E ... ruota di 180° in verso entrante.

[1° livello 2023]

RISPOSTA \Rightarrow A

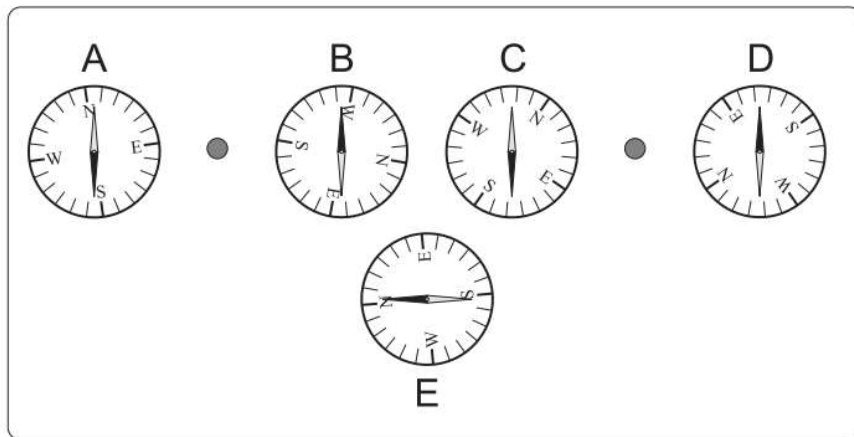
Al chiudersi dell'interruttore inizia a scorrere nel filo una corrente in senso antiorario.

Sui tratti della parte mobile paralleli al campo magnetico la forza di Laplace ($\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$) è nulla, mentre sui due tratti verticali le due forze sono perpendicolari al piano della figura e opposte in verso; il momento risultante indurrebbe una rotazione attorno all'asse diretto verticalmente nel piano della figura, che però è impedita dai vincoli.

L'alternativa corretta è quindi la A.

Su un piano orizzontale si trovano cinque piccole bussole identiche A, B, C, D, E disposte con il quadrante orientato casualmente. Due fili perpendicolari al piano, percorsi da correnti identiche che scorrono nello stesso verso, lo attraversano nei punti indicati in figura. Gli effetti del campo magnetico terrestre e dei campi magnetici parassiti sono trascurabili.

- Una delle bussole non sta funzionando perché l'ago è bloccato: qual è?

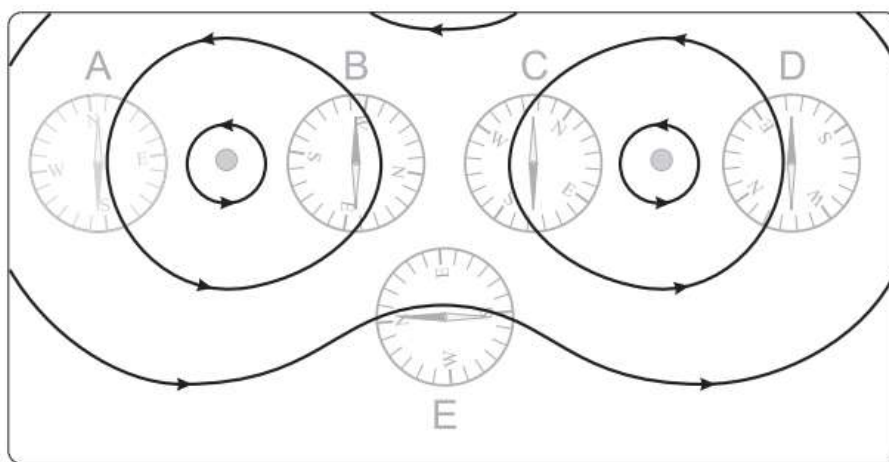


[1° livello 2022]

RISPOSTA ⇒ E

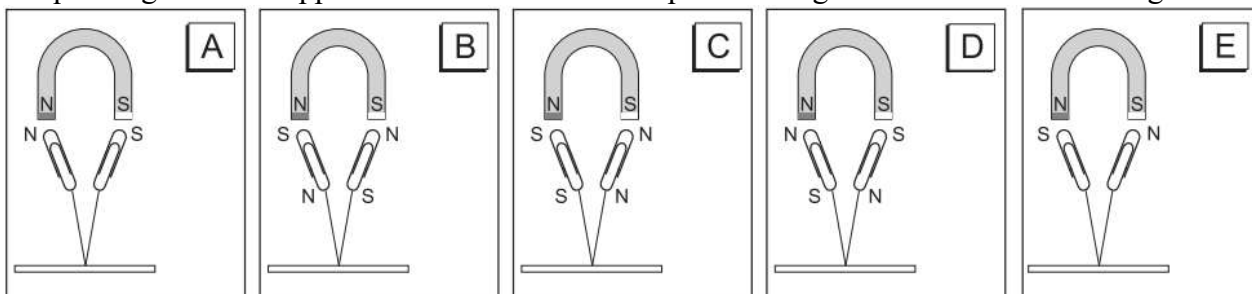
In figura sono rappresentate schematicamente alcune linee di campo generate dalle correnti che percorrono i fili in verso uscente dal piano del foglio; il caso opposto sarebbe equivalente.

Si osserva che in 4 delle 5 bussole la parte scura dell'ago magnetico è orientata nella direzione e nel verso del campo mentre per la bussola E questo non accade; quindi questa è la bussola che ha l'ago bloccato.



Due fermagli sono attaccati alle estremità di un filo di cotone fissato a un tavolo, e sono sospesi sotto le estremità di un magnete a ferro di cavallo.

- In quale figura sono rappresentate correttamente le polarità magnetiche indotte nei fermagli?



[1° livello 2021]

RISPOSTA ⇒ B

Ciascun fermaglio verrà polarizzato in modo da mostrare il polo opposto a quello del magnete nell'estremità più vicina a questo, e il polo omologo in quella più lontana; dunque il fermaglio di sinistra avrà il polo sud in alto e quello nord in basso, e viceversa quello di destra.

Si osserva che i poli in basso nei due fermagli sono opposti tra loro; per questo si attraggono e di conseguenza i fermagli non sono allineati con i fili di cotone.

Un solenoide - che può essere trattato come ideale - è percorso da una corrente e si trova all'interno di un campo magnetico uniforme perpendicolare al suo asse.

• Si può affermare che sul solenoide agisce

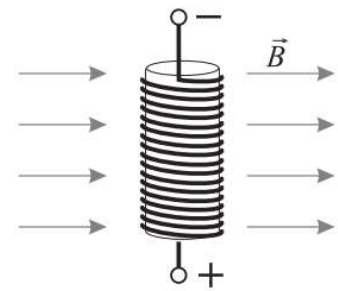
A una forza risultante perpendicolare al foglio con verso uscente.

B una forza risultante parallela al campo magnetico e concorde con esso.

C una forza risultante parallela al campo magnetico e discorde da esso.

D un momento risultante che tende a farlo ruotare in senso antiorario.

E un momento risultante che tende a farlo ruotare in senso orario.



[1° livello 2021]

RISPOSTA \Rightarrow D

In un campo magnetico uniforme la risultante delle forze magnetiche che agiscono su ogni spira del solenoide percorsa da corrente è nulla (alternative A, B e C errate).

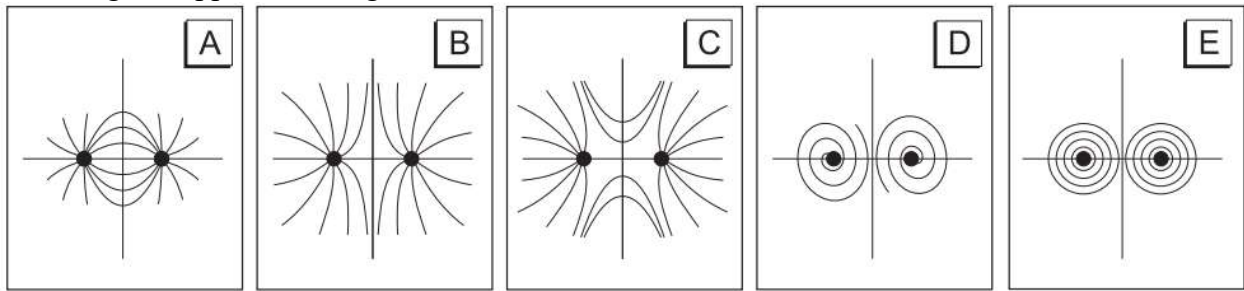
Il solenoide percorso da corrente è assimilabile a un magnete; osservando in figura il verso in cui scorre la corrente, si deduce che tale magnete presenta il polo nord in basso e il polo sud in alto.

Poiché un magnete tende ad allinearsi lungo le linee di campo magnetico, con il polo nord nel verso di \vec{B} , il momento risultante non è nullo e tende a far ruotare il solenoide in senso antiorario.

NOTA: nella realtà l'avvolgimento di un solenoide è elicoidale e la corrente ha anche una piccola componente assiale che dà luogo anche ad una forza magnetica perpendicolare al foglio con verso entrante.

Due lunghi magneti a barra sono disposti in verticale, entrambi con il polo nord in alto, sotto a un foglio di carta orizzontale su cui è disposta della limatura di ferro.

- Quale figura rappresenta meglio ciò che si osserva?



[1° livello 2021]

RISPOSTA ⇒ B

Poiché i poli disposti sotto al foglio sono entrambi nord, la configurazione che si ottiene è simile a quella delle linee del campo elettrico formato da due cariche puntiformi positive uguali, dunque è la B.

Le linee del campo magnetico in realtà non sono sul piano orizzontale del foglio di carta, ma si svolgono nello spazio tridimensionale; ciascuna linea esce dal polo nord di un magnete, rientra nel polo sud dello stesso magnete, prosegue all'interno del magnete e si chiude su se stessa.

Ciascun pezzettino di limatura è un piccolo ago magnetico che si orienta come la linea di campo che in quel punto interseca il piano orizzontale; nell'insieme la limatura delinea le componenti orizzontali del campo magnetico nei punti del piano.

Una particella di carica positiva q e massa m descrive una traiettoria circolare di raggio R , perpendicolare a un campo magnetico uniforme. La frequenza di rotazione è f .

• Qual è l'intensità del campo magnetico?

A $\frac{fm}{q}$

B $\frac{2\pi fm}{q}$

C $\frac{m}{2\pi fq}$

D $\frac{m}{qR}$

E $\frac{fm}{2\pi q}$

[1° livello 2020]

RISPOSTA \Rightarrow B

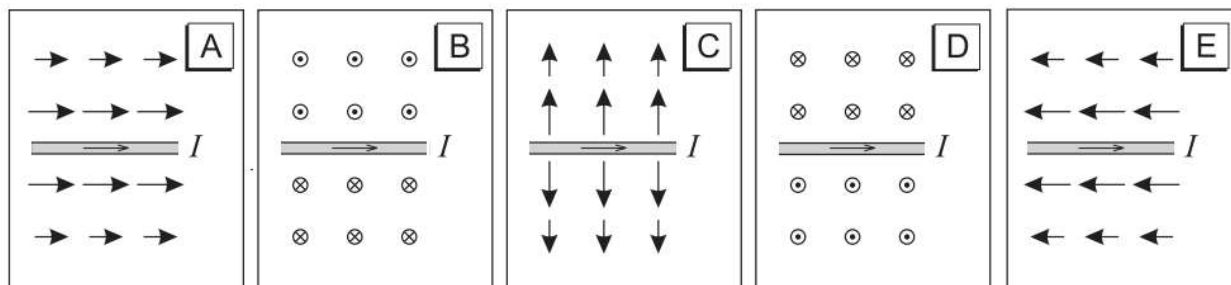
In una traiettoria circolare l'accelerazione è diretta verso il centro (centripeta) e pari a $v^2/R = \omega^2 R$ dove v è il modulo della velocità del corpo e ω la velocità angolare. La forza risultante è quindi anch'essa centripeta e, in questo caso, coincide con la forza di Lorentz che il campo magnetico esercita sulla particella carica in moto.

$$F_L = F_c \Rightarrow qvB = q\omega RB = m\omega^2 R \Rightarrow B = \frac{\omega m}{q} = \frac{2\pi f m}{q} .$$

In figura è rappresentata una piccola parte di un filo molto lungo percorso da una corrente diretta nel verso indicato.

- Quale dei diagrammi rappresenta meglio il campo magnetico in prossimità del filo?

Si ricordi che i pallini e le crocette indicano un campo in direzione perpendicolare al piano del disegno, le crocette in verso entrante e i pallini in verso uscente verso chi guarda.



[1° livello 2019]

RISPOSTA ⇒ B

Per la legge di Biot-Savart, le linee del campo magnetico generato da un filo rettilineo percorso da corrente sono circonferenze perpendicolari al filo e con il centro sul filo. La loro intersezione col piano del disegno è costituita da due punti simmetrici rispetto al filo. Per la regola della mano destra, l'orientazione delle linee è tale da risultare uscente dal foglio nella parte al di sopra del filo (pallini), ed entrante al di sotto (crocette). La risposta corretta è quindi la B.

Uno ione con carica q e massa m entra in un campo magnetico uniforme e costante \vec{B} con velocità \vec{v} perpendicolare ad esso e percorre un arco di circonferenza di raggio R .

• Se un altro ione di carica q , massa $2m$ e velocità $2\vec{v}$ entra nella stessa regione percorre una traiettoria di raggio

A $4R$

B $2R$

C R

D $1/2 R$

E $1/4 R$

[1° livello 2018]

RISPOSTA \Rightarrow A

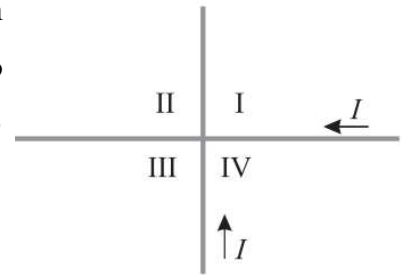
Per la legge di Lorentz una carica q di massa m che entra in un campo magnetico \vec{v} con velocità \vec{v} perpendicolare al campo subisce una forza di modulo $F=qvB$, per effetto della quale si muove di moto uniforme su un arco di circonferenza di raggio R , perpendicolare al campo.

In assenza di altre forze, dalla seconda legge della dinamica si ha

$$qvB=ma=\frac{mv^2}{R} \quad \text{da cui} \quad R=\frac{mv}{qB} .$$

Dato che il raggio è direttamente proporzionale sia alla massa che alla velocità, raddoppiando entrambe il raggio quadruplica. L'alternativa corretta è quindi la A.

Due fili rettilinei indefiniti, disposti perpendicolarmente come in figura, sono percorsi da correnti uguali nel verso indicato. I fili sono disposti praticamente sullo stesso piano ma non sono in contatto elettrico tra di loro.



• Il campo magnetico è nullo...

A solo in un punto del quadrante I.

B solo in un punto del quadrante II.

C in più punti dei quadranti I e II.

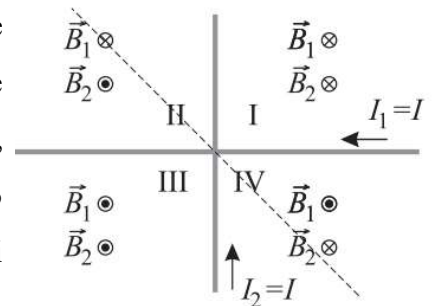
D in più punti dei quadranti I e IV.

E in più punti dei quadranti II e IV.

[1° livello 2017]

RISPOSTA ⇒ E

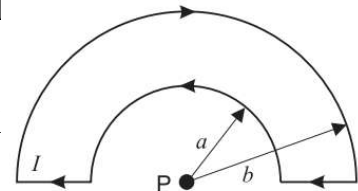
Le linee del campo magnetico prodotto dalla corrente che scorre lungo un filo rettilineo indefinito sono circonferenze orientate secondo la regola della mano destra (o altra, equivalente) per cui, seguendo il verso della corrente, il campo è uscente dal semipiano a sinistra del filo ed entrante a destra. Ne segue che i campi prodotti “separatamente” dai due fili sono quelli mostrati in



figura; nei quadranti I e III essi sono concordi e il campo risultante non può annullarsi. Invece nei quadranti II e IV, considerando tutti i punti a uguale distanza dai fili (quindi quelli sulla bisettrice dei due angoli) i due campi hanno uguale modulo e verso opposto, e di conseguenza il campo \vec{B} si annulla.

• Qual è l'espressione corretta del campo magnetico nel punto P nel disegno?

Suggerimento: il campo magnetico al centro di una spira circolare di raggio R percorsa da una corrente i vale in modulo $\mu_0 i / (2R)$.



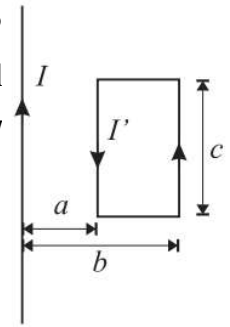
- A $\frac{\mu_0 I}{4} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$ in direzione entrante nella pagina
- B $\frac{\mu_0 I}{4} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$ in direzione uscente dalla pagina
- C $\frac{\mu_0 I}{4} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) - \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ in direzione uscente dalla pagina
- D $\frac{\mu_0 I}{2} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$ in direzione uscente dalla pagina
- E $\frac{\mu_0 I}{2} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) + \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ in direzione entrante nella pagina

[1° livello 2017]

RISPOSTA ⇒ B

Come ricordato nel suggerimento, il campo magnetico al centro di una spira circolare di raggio R percorsa da una corrente i vale $\mu_0 i / (2R)$. Separando idealmente la spira in due semicirconferenze, i contributi di ciascuna semicirconferenza al valore del campo magnetico al centro sono uguali per simmetria in direzione e modulo e sono pari alla metà del campo magnetico dell'intera spira. Il circuito in esame è composto da due semicirconferenze e due tratti rettilinei. Il contributo della semicirconferenza interna è quindi $\mu_0 i / (4a)$ in verso uscente dalla pagina, e quello della semicirconferenza esterna sarà $\mu_0 i / (4b)$ in verso entrante. Inoltre, il campo magnetico prodotto da un tratto di filo rettilineo, in tutti i punti che si trovano sui prolungamenti del tratto, è nullo e di conseguenza i due tratti rettilinei del circuito non contribuiscono al campo nel punto P.

Una spira rettangolare è percorsa da una corrente continua I' che circola in senso antiorario. Accanto, nello stesso piano della spira e parallelamente a due lati del rettangolo, si trova un filo infinitamente lungo percorso da una corrente continua I diretta verso l'alto, come mostrato in figura.



• La forza risultante applicata alla spira è:

- A $\frac{\mu_0 I' c}{2\pi} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$ diretta verso destra
- B $\frac{\mu_0 I' c}{2\pi} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right)$ diretta verso sinistra
- C $\frac{\mu_0 I' c}{2\pi} \left(\frac{c}{a} + \frac{c}{b} + 2 \frac{b-a}{c} \right)$ diretta verso sinistra
- D $\frac{\mu_0 I' c}{2\pi} 2 \frac{b-a}{c}$ diretta verso destra

E 0

[1° livello 2016]

RISPOSTA \Rightarrow A

Nel caso di due fili rettilinei paralleli percorsi da correnti elettriche I_1 e I_2 , posti a distanza d , su un tratto di lunghezza l di uno qualunque dei due fili si esercita una forza:

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{d} l .$$

Questa forza è attrattiva nel caso di correnti concordi, e repulsiva nel caso contrario. Considerando i due lati della spira paralleli al filo, la forza agente sul lato più vicino sarà quindi

$$F_1 = \mu_0 I' c l (2\pi a) \text{ diretta verso destra, mentre quella sul lato più lontano è}$$

$$F_2 = \mu_0 I' c l (2\pi b) \text{ diretta verso sinistra.}$$

Sui tratti della spira perpendicolari al filo agiscono forze uguali in modulo e direzione ma di verso opposto per cui la loro risultante è nulla. Più precisamente, nella posizione in cui si trova la spira il campo magnetico generato dal filo rettilineo è perpendicolare alla spira e ha verso entrante. Nel lato superiore la corrente scorre verso sinistra e dunque la forza è parallela al filo rettilineo e diretta verso il basso; nel lato inferiore la corrente scorre verso destra e la forza è rivolta verso l'alto.

Essendo $F_1 > F_2$, perché $a < b$, la forza risultante agente sulla spira è:

$$\frac{\mu_0 I' c}{2\pi} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) \text{ diretta verso destra.}$$

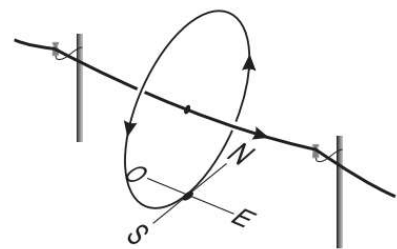
In una linea ad alta tensione, ad un dato istante, la corrente elettrica sta scorrendo verso est. Che direzione e verso ha il campo magnetico prodotto da quella corrente, in un punto del terreno posto esattamente sotto la linea?

- A Orizzontale verso nord.
- B Orizzontale verso est.
- C Orizzontale verso sud.
- D Orizzontale verso ovest.
- E Verticale verso il basso.

[1° livello 2016]

RISPOSTA ⇒ A

Le linee di campo prodotte da una corrente che scorre in un filo rettilineo indefinito sono circonferenze su piani perpendicolari al filo e aventi per centro un punto del filo. Assimilando il caso in esame a questa situazione, si deduce che il campo in un punto al di sotto della linea è orizzontale e, per la regola della mano destra (o altra analoga), è diretto verso nord.



• Quale delle seguenti combinazioni di unità di misura è equivalente al volt?

A $T m s^{-1}$

B $T m^2 s^{-1}$

C $T s m^{-1}$

D $T s m^{-2}$

E $T s^2 m^{-1}$

[1° livello 2015]

RISPOSTA \Rightarrow B

L'unità di misura del campo magnetico T può essere desunta ad esempio dall'espressione della forza di Lorentz:

$$1 N = 1 C \left(\frac{m}{s} \right) T \quad \text{da cui} \quad 1 T = 1 \frac{N s}{C m} .$$

$$\text{D'altra parte:} \quad 1 V = 1 \frac{J}{C} = 1 N \frac{m}{C} = 1 \frac{N s m^2}{C m s} = 1 \frac{T m^2}{s} .$$

Alternativamente, dalla legge di Faraday-Neumann-Lenz abbiamo che, dimensionalmente, una fem è uguale al rapporto tra un flusso magnetico e un tempo, da cui:

$$1 V = \frac{1 T m^2}{1 s} .$$

In un ciclotrone l'intensità del campo magnetico è 4.2 T .

• Quanto deve valere, al minimo, il raggio della macchina se si vuole che possano circolare protoni con un'energia cinetica massima di 2.40 MeV ?

A 0.12 cm

B 5.34 cm

C 7.53 cm

D 22.4 cm

E 93.9 cm

[1° livello 2015]

RISPOSTA \Rightarrow B

In un ciclotrone il campo magnetico serve a deflettere le particelle (che vengono accelerate da un campo elettrico) mantenendole su una traiettoria circoscritta in un piano perpendicolare al campo magnetico. L'energia cinetica delle particelle è legata al raggio della loro traiettoria che non potrà essere più grande di quello della macchina; in altri termini il raggio dell'acceleratore dovrà essere al minimo pari a quello della traiettoria delle particelle che hanno raggiunto l'energia cinetica voluta.

Per una particella di massa m , carica q e velocità v che si muove di moto circolare uniforme in un campo magnetico di intensità B , il raggio della traiettoria risulta:

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

Esprimendo il modulo della quantità di moto, mv , in funzione dell'energia cinetica, E_c , si ha:

$$r = \frac{\sqrt{2mE_c}}{qB} .$$

Utilizzando i valori di carica e massa del protone, e l'energia cinetica massima che si vuole raggiungere, si ottiene il raggio minimo che deve avere la macchina (si ricordi che

$$1 \text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ J}).$$

A questa energia i protoni possono essere considerati, con buona approssimazione, non relativistici.

In una certa regione dello spazio l'intensità del campo magnetico vale 0.1 T . Uno ione positivo, che si sta muovendo ad una velocità di $2 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$ in direzione perpendicolare al campo magnetico, entra in questa regione e subisce l'azione di una forza di intensità $3.2 \times 10^{-14} \text{ N}$.

• La carica elettrica dello ione vale:

A $1.6 \times 10^{-21} \text{ C}$

B $6.4 \times 10^{-21} \text{ C}$

C $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

D $6.4 \times 10^{-19} \text{ C}$

E $1.6 \times 10^{-9} \text{ C}$

[1° livello 2014]

RISPOSTA \Rightarrow C

Lo ione risente della forza di Lorentz $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$, dove q rappresenta la carica dello ione, \vec{v} la sua velocità e \vec{B} il campo magnetico. Considerando che la velocità dello ione è perpendicolare al campo magnetico, la carica elettrica vale

$$q = \frac{F}{vB} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} .$$

Nota: le alternative A e B si possono escludere subito in quanto rappresentano una frazione della carica elementare.

Una particella carica, che si muove alla velocità di $7.5 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$, entra in un campo magnetico uniforme, di modulo $4.0 \times 10^{-2} \text{ T}$, perpendicolare alla direzione da cui proviene la particella. All'interno del campo, la particella subisce una forza di modulo $9.6 \times 10^{-15} \text{ N}$.

• Di che particella si tratta, tra queste?

A Elettrone

B Particella α

C Nucleo di idrogeno

D Neutrone

E Atomo di ossigeno ionizzato tre volte

[1° livello 2013]

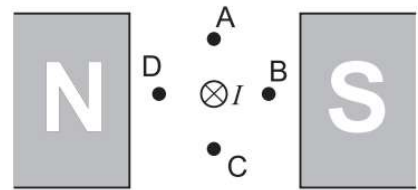
RISPOSTA \Rightarrow B

La forza che una particella carica subisce all'interno di un campo magnetico è $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$, il cui modulo è $F = |qvB \sin \theta|$, dove θ è l'angolo tra \vec{v} e \vec{B} . Nel nostro caso $\theta = 90^\circ$, quindi $F = |q|vB$. Di conseguenza:

$$|q| = F/(vB) = 3.2 \times 10^{-19} \text{ C} = 2e \text{ avendo indicato con } e \text{ la carica elementare.}$$

Si tratta dunque di una particella α , l'unica, tra quelle date, ad avere una tale carica; infatti l'elettrone e il protone (ovvero un nucleo di idrogeno) hanno una carica di modulo e , il neutrone ha carica nulla e un atomo ionizzato tre volte ha una carica $3e$.

Un filo rettilineo percorso da corrente è immerso in un campo magnetico uniforme tra le espansioni polari di un magnete. La situazione è illustrata schematicamente in figura; la corrente elettrica ha verso entrante nel foglio.



• Il campo magnetico esercita sul filo un forza diretta. . .

A . . . verso il punto A.

B . . . verso il punto B.

C . . . verso il punto C.

D . . . verso il punto D.

E . . . lungo il filo.

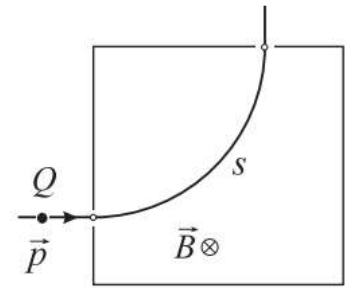
[1° livello 2013]

RISPOSTA \Rightarrow C

La forza che un campo magnetico \vec{B} applica ad un filo rettilineo di lunghezza L percorso dalla corrente elettrica I e' data da $\vec{F} = I \vec{L} \times \vec{B}$ dove \vec{L} è un vettore parallelo al filo, il cui modulo è pari alla lunghezza del filo ed il cui verso definisce il verso positivo della corrente elettrica, cioè il verso della corrente reale se $I > 0$.

Il campo magnetico uniforme è diretto dal polo Nord a quello Sud. Da qui discende che la forza magnetica sul filo in figura lo spinge verso il punto C.

In una regione è presente un campo uniforme di induzione magnetica \vec{B} . Una particella di carica Q e quantità di moto \vec{p} entra nella regione viaggiando ad angolo retto rispetto al campo e viene deflessa di 90° per azione della forza magnetica, come mostrato nel diagramma. Tutte le altre forze si possono trascurare.



• Quale delle seguenti è l'espressione corretta per la lunghezza s della traiettoria nella regione di campo magnetico?

- A $\frac{pQ}{4B}$;
- B $\frac{\pi p}{2BQ}$;
- C $\frac{\pi pQ}{2B}$;
- D $\frac{\pi p}{BQ}$;
- E $\frac{\pi pQ}{B}$.

[1° livello 2012]

RISPOSTA \Rightarrow B

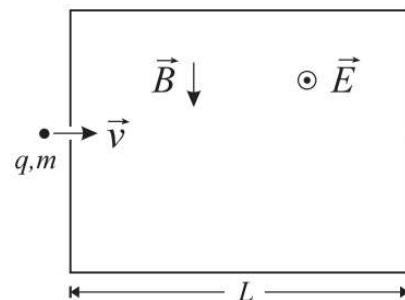
Il tratto s è $1/4$ della circonferenza, $s = \pi r / 2$, essendo la deflessione della particella di 90° .

La particella risente della forza di Lorentz, \vec{F} e poiché questa è sempre ortogonale alla sua velocità \vec{v} , il moto risultante è circolare. Siccome la velocità \vec{v} e il campo magnetico \vec{B} sono ortogonali, si ha $F = QvB$ e dalla seconda legge della dinamica, indicando con m la massa della particella,

$$F = ma \Rightarrow QvB = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mv}{QB} = \frac{p}{QB}$$

e, in definitiva $s = \frac{\pi r}{2} = \frac{\pi p}{2BQ}$.

Un fascio ben collimato di particelle, di massa m e carica elettrica q , passa attraverso un forellino, in una camera di lunghezza L . All'interno della camera si trovano un campo elettrico \vec{E} e un campo magnetico \vec{B} entrambi uniformi, costanti e orientati come in figura.



• Qual è il modulo della velocità \vec{v} delle particelle che attraversano lungo una retta tutta la camera ed escono dal secondo forellino posto sulla parete opposta?

- A $\sqrt{EqL/m}$
- B $\sqrt{EqL/m + B^2 q^2 L^2 / m^2}$
- C $\sqrt{EqL/m + BqL/m}$
- D BqL/m
- E E/B

[1° livello 2011]

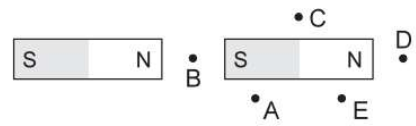
RISPOSTA \Rightarrow E

Nella zona con il campo elettrico ed il campo magnetico, una particella è sottoposta alla forza di Lorentz $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$. È facile vedere che, con i campi orientati come in figura, la forza è nulla quando $E = vB$, mentre è non nulla e disposta nel piano individuato dai vettori campo elettrico e velocità iniziale, in caso contrario. Solo nel primo caso il moto delle particelle è rettilineo e queste possono uscire dal secondo forellino.

L'oggetto è noto come Selettore di velocità perché lascia passare solo le particelle aventi quella particolare velocità, indipendentemente dalla loro massa e carica.

In alternativa è possibile risolvere il quesito anche senza conoscere l'espressione della forza elettromagnetica, ma intuendo semplicemente che essa può dipendere solo dalle caratteristiche della particella e dai valori dei campi elettrico e magnetico nel punto ove la particella si trova. Da questo discende che per avere la condizione di forza nulla e quindi moto rettilineo la lunghezza L del selettore – presente nelle alternative A, B, C e D – deve essere irrilevante.

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



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

[1° livello 2010]

RISPOSTA ⇒ B

Il campo magnetico generato da un magnete a barra ha la sua massima intensità nelle regioni vicine ai poli. Le linee di campo vanno dal polo nord al polo sud. Nel punto B i campi dei due magneti hanno entrambi una grande intensità, e inoltre sono paralleli e concordi. Nei punti A, C ed E entrambi i campi hanno un'intensità minore, e inoltre non sono paralleli. Nel punto D il campo magnetico generato dal magnete di sinistra è molto più debole.