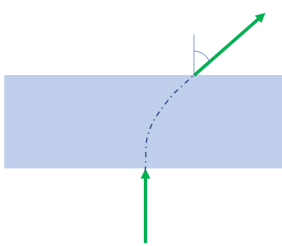


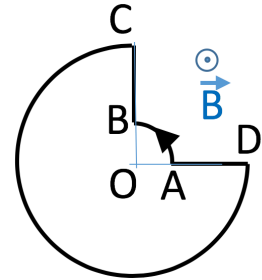
8° ESERCITAZIONE – mercoledì 14 novembre 2018 (e altri esercizi)



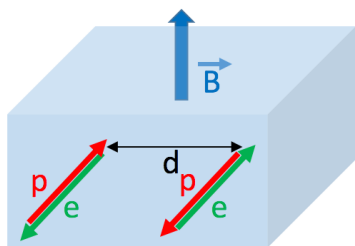
1) Un protone ($m = 1,7 \cdot 10^{-27}$ kg; $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C) entra perpendicolarmente con velocità pari a $c/10$ in una regione di spazio profonda $d = 10$ cm in cui incontra un campo magnetico uniforme $B = 1$ T perpendicolare alla traiettoria d'ingresso. Determinare l'angolo fra la traiettoria in ingresso e quella in uscita.

>>> soluzione: $\arcsin 0,31 \rightarrow \theta = 18^\circ$

2) La spira piana in figura è costituita da due archi di circonferenza concentrici di raggi $R = 10$ cm e $3R$ raccordati da due tratti radiali lunghi $2R$ fra loro perpendicolari. La spira è percorsa da una corrente di intensità $I = 10$ A ed è immersa in un campo magnetico uniforme $B = 0,1$ T perpendicolare al piano. Calcolare la forza che agisce in ciascuno dei quattro tratti della spira e verificare che la forza totale agente sulla spira è nulla.



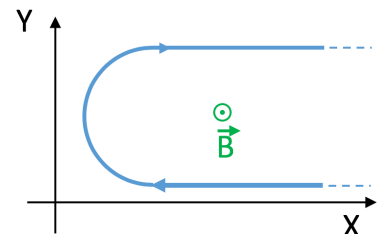
>>> soluzione: $F_{ABx} = IRB$; $F_{AB_y} = IRB$; $F_{BC_x} = 2IRB$; $F_{CD_x} = -3IRB$ $F_{CD_y} = -3IRB$ $F_{DA_y} = 2IRB$



3) Un protone ($m_p = 1,7 \cdot 10^{-27}$ kg; $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C) e un elettrone ($m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ kg) entrano, viaggiando parallelamente a distanza $d = 10$ cm nel vuoto, in una regione di spazio in cui è presente un campo magnetico uniforme $B = 0,6$ T perpendicolare alle traiettorie. Determinare il rapporto fra le due velocità iniziali sapendo il protone esce dalla zona col campo magnetico nel punto in cui era entrato l'elettrone, e viceversa.

>>> soluzione: $v_e/v_p = 1,8 \times 10^3$

4) Un filo rigido percorso dalla corrente I è piegato nel piano XY in modo da formare una semicirconferenza di raggio R e due tratti rettilinei molto lunghi. Il filo è immerso in un campo magnetico B uniforme perpendicolare al piano XY. Determinare direzione intensità e verso della forza agente sul conduttore.



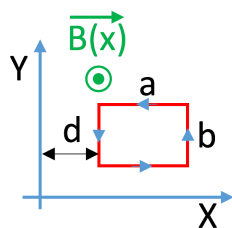
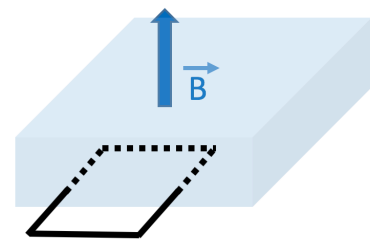
>>> soluzione: $F_x = 2IBR$

5) Una spira quadrata di lato L percorsa dalla corrente I è immersa in una regione in cui è presente un campo magnetico B uniforme perpendicolare alla spira.

a) Di quanto cambia la forza agente sulla spira se il verso della corrente viene cambiato?

La stessa spira viene estratta per metà (vedi disegno).

b) Di quanto cambia la forza agente sulla spira se il verso della corrente viene cambiato?



6) Una spira rettangolare di lati a e b è posta nel piano XY a distanza d dall'asse Y. La spira, percorsa dalla corrente I circolante in senso antiorario è immersa in un campo magnetico diretto lungo l'asse z con $B_z(x,y,z) = Kx$.

Ricavare modulo e verso delle forze che agiscono sui singoli tratti e in totale sulla spira

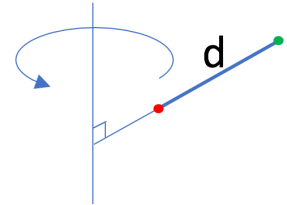
>>> soluzione: $F_x = IbK(a+d) - IbKd = IbKa$; $F_y = IaK(d+a/2) - IaK(d+a/2) = 0$

MOMENTO DI DIPOLO MAGNETICO

7) Un modello molto semplificato dell'atomo di idrogeno prevede che un elettrone ($m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ kg) orbiti a velocità costante intorno a un protone fermo a distanza $r_0 = 0,05$ nm. Determinare, a partire dall'accelerazione dovuta alla forza coulombiana, l'intensità della corrente data dal moto dell'elettrone e il momento di dipolo magnetico generato da tale corrente.

>>> soluzione: 1,1 mA; $8 \cdot 10^{-24}$ J/T

8) Un dipolo elettrico di momento $p = 10$ pCm, costituito da due cariche distanti $d = 0,1$ mm, ruota con velocità angolare $\omega = 100$ rad/s attorno ad un asse perpendicolare alla congiungente le due cariche, distante $d/2$ dalla carica negativa e $3/2 d$ da quella positiva. Determinare il momento di dipolo magnetico del sistema.



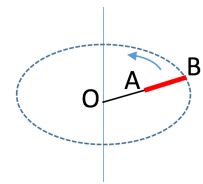
>>> soluzione: 10^{-13} J/T

9) Una bobina sottile compatta costituita da $N = 100$ spire di area $S = 2$ cm² è percorsa da una corrente di intensità $I = 0,1$ A. La bobina è immersa in un campo magnetico uniforme $B = 30$ mT. L'angolo fra la normale della bobina (orientata concordemente col verso di circolazione della corrente) e il campo può essere variata da 0 a π . Determinare :

- l'angolo che massimizza l'energia magnetica e calcolarne il valore;
- l'angolo che massimizza il momento meccanico e determinarne il valore;
- la forza esercitata sulla bobina quando l'angolo vale $\pi/2$

>>> soluzione: 60 μ J; 0,06 mNm

10) Una sottile sbarretta isolante AB lunga $L = 10$ cm viene caricata uniformemente ($Q = 2,4$ μ C) e posta in rotazione a velocità $\omega = 100$ rad/s intorno ad un asse perpendicolare passante a distanza $OA = L/2$ dall'estremità A (vedi figura).

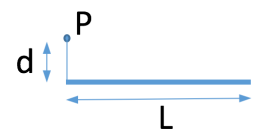


Calcolare il valore del momento di dipolo magnetico generato.

>>> soluzione: 1,3 μ J/T

I Laplace

11) Un tratto rettilineo di filo conduttore di lunghezza $L = 10$ cm disposto lungo l'asse X è percorso da una corrente di intensità $I = 10$ mA che scorre verso destra. Determinare direzione, verso e l'intensità del campo magnetico generato nel punto P distante $d = 2$ cm dall'estremità sinistra del filo.



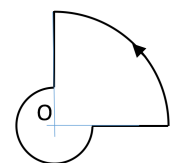
$$\left\{ \int \frac{1}{(a^2+x^2)^{3/2}} dx = \frac{1}{a^2} \frac{x}{\sqrt{a^2+x^2}} + c \right\}$$

>>> soluzione: 50 nT

12) Una corrente $I = 50$ mA scorre all'interno di un filo conduttore sagomato a forma di quadrato di lato $L = 20$ cm posto nel piano $z = 0$. Ricavare le componenti del campo B al centro del quadrato.

>>> soluzione: $|B_z| = 280$ nT

13) La spira piana in figura è costituita da due archi di circonferenza concentrici di raggi $R = 10$ cm e $3R$ raccordati da due tratti radiali lunghi $2R$ fra loro perpendicolari. La spira è percorsa da una corrente di intensità $I = 10$ A. Calcolare, a partire dalla prima legge di Laplace, il campo B nel centro O.



>>> soluzione: 52 μ T

- 1) $\sin\theta = qBd/(mv)$
- 3) $v_e/v_p = m_p/m_e$
- 5) 0; $2ILB$
- 7) $v^2 = 1/(4\pi\epsilon_0) e^2/mr_0$; $I = e/T = ev/(2\pi r_0)$; $m = \pi r_0^2 I$
- 8) $\mathbf{m} = \boldsymbol{\omega} \rho d$
- 9) $m = 2 \text{ mJ/T}$; c): 0
- 10) $13/24 Q\omega L^2$
- 11) $B_z = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{IL}{d\sqrt{d^2+L^2}}$ uscente dal foglio
- 12) $|B_z| = 4\mu_0 I/(\sqrt{2}\pi L)$
- 13) $5/12 \mu_0 I/R$ uscente dal foglio

ULTERIORI SUGGERIMENTI

- 1) moto circolare: disegnare la traiettoria, le perpendicolari ad essa nel punto di ingresso e di uscita dalla zona col campo e considerare l'angolo sotteso dall'arco di circonferenza
- 8) $q = p/d$; $I = q/T = q\omega/2\pi$; $m = (I_+\pi r_+^2) - (I_-\pi r_-^2)$
- 9) Il momento di dipolo magnetico della bobina è dato dalla somma (vettoriale) dei momenti di dipolo magnetico delle N spire
- 10) $dm = dq/T \pi r^2 = (\lambda dr) (\omega/2\pi) \pi r^2 \quad L/2 < r < 3/2 L$
- 11) $dB_z = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id}{(d^2+x^2)^{3/2}} dx$
- 12) $dB_{\text{lato}} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idx}{(L/2)^2+x^2} \frac{L/2}{[(L/2)^2+x^2]^{1/2}} \quad -L/2 < x < L/2 \rightarrow B_{\text{lato}} = \mu_0 I/(\sqrt{2}\pi L)$
- 13) i tratti rettilinei non contribuiscono; da quello di raggio R si ha $B_z(0,0,0) = \mu_0 I/4\pi \cdot 3/4 \cdot 2\pi/R$; da quello di raggio 3R si ha $B_z(0,0,0) = \mu_0 I/4\pi \cdot 1/4 \cdot 2\pi/3R$

