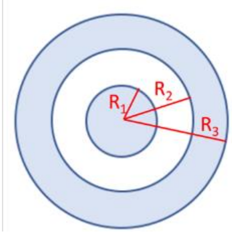
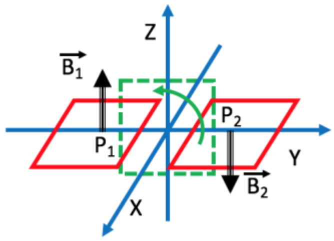
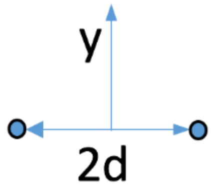
1) In figura è riportata la sezione di un cavo coassiale di lunghezza infinita. Nel conduttore centrale di raggio R_1 scorre, uniformemente distribuita, una corrente di intensità I. La stessa intensità di corrente scorre, anch'essa uniformemente distribuita, nel verso opposto nel conduttore esterno di raggi R_2 e R_3. Ricavare l'espressione del campo magnetico generato in tutto lo spazio dalle correnti circolanti nel cavo coassiale.

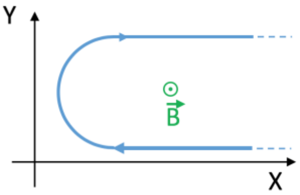




2) **Due spire conduttrici** quadrate di lato L giacciono nel piano z = 0 con i centri lungo l'asse Y nei punti P_1: {0,-¾ L, 0} e P_2: {0, +¾ L, 0}.
La spira centrata in P_1 è percorsa da una corrente I_1 che genera in P_1 il campo $\vec{B}_1$. La spira centrata in P_2 è percorsa da una corrente I_2 che genera in P_2 il campo $\vec{B}_2$. Risulta $|\vec{B}_1| = |\vec{B}_2| =$ B.
Calcolare lungo **la linea quadrata** di lato L orientata come in figura, centrata nell'origine e giacente nel piano x = 0, l'integrale $\oint \vec{B}\, d\vec{l}$ con $\vec{B}$ campo magnetico generato nello spazio dalle due spire

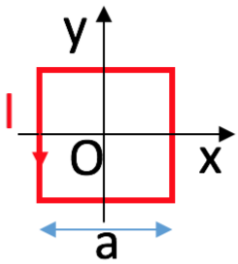
3) Due conduttori rettilinei, complanari, separati da una distanza 2d, sono percorsi nello stesso verso da una corrente continua I. Si determini a quale distanza y dal piano dei fili, lungo la linea di mezzeria, il modulo del campo induzione magnetica B è massimo.

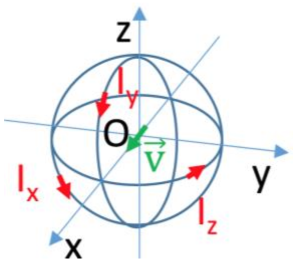




4) Un filo rigido percorso dalla corrente I è piegato nel piano XY in modo da formare una semicirconferenza di raggio R e due tratti rettilinei molto lunghi.
Il filo è immerso in un campo magnetico B uniforme perpendicolare al piano XY. Determinare direzione intensità e verso della forza agente sul conduttore.

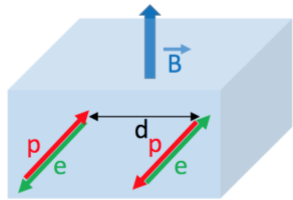
5) Una spira quadrata di lato a = 1 cm, percorsa da una corrente I = 1 mA circolante in verso antiorario, è disposta col centro nell'origine del piano (x,y) e con i lati paralleli agli assi.
Nello spazio è presente un campo B di componenti $B_x = B_y = 0$, $B_z = B_0 (1 + y/a)$ con B_0 = 1 mT. Determinare intensità, direzione e verso della forza agente sulla spira.

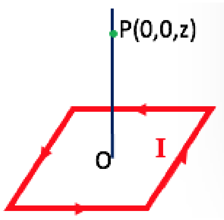




6) Una particella di carica q > 0 si muove con velocità v nel punto O, centro di tre spire circolari di raggio R percorse, con i versi indicati in figura, dalle correnti:
Ix (spira giacente nel piano x = 0),
Iy (spira giacente nel piano y = 0),
Iz (spira giacente nel piano z = 0)
con Ix = Iy = Iz = I.
Determinare l'intensità della forza agente sulla particella quando si trova in O.

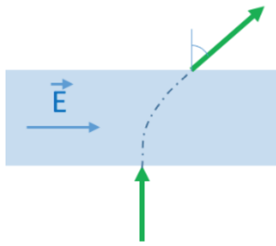
7) Un protone e un elettrone entrano, viaggiando parallelamente a distanza d = 10, in una regione di spazio in cui è presente un campo magnetico uniforme B = 0,6 T perpendicolare alle traiettorie. Determinare il rapporto fra le due velocità iniziali sapendo il protone esce dalla zona col campo magnetico nel punto in cui era entrato l'elettrone e viceversa.

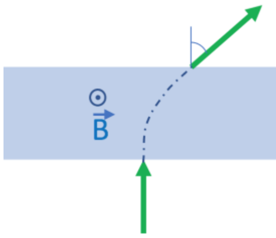




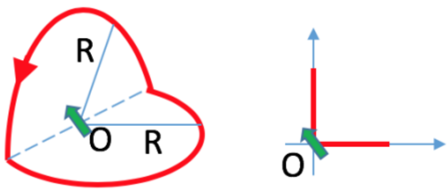
8) Una corrente I = 50 mA scorre all'interno di un filo conduttore sagomato a forma di quadrato di lato L = 20 cm posto nel piano z = 0 e orientato con i lati paralleli agli assi X e Y. Ricavare le componenti del campo B al centro del quadrato.

9) Un protone entra con velocità pari a c/10 in una regione di spazio vuoto profonda d = 10 cm in cui incontra un campo elettrostatico uniforme perpendicolare alla traiettoria d'ingresso.
Determinare l'angolo fra la traiettoria in ingresso e quella in uscita nell'ipotesi che sia E = 3 MV/m.



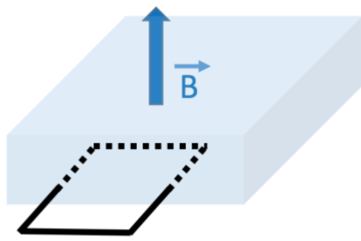


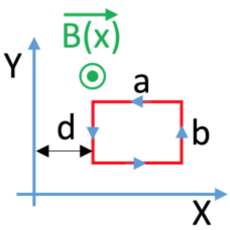
10) Un protone entra perpendicolarmente con velocità pari a c/10 in una regione di spazio profonda d = 10 cm in cui incontra un campo magnetico uniforme B = 1 T perpendicolare alla traiettoria d'ingresso.
Determinare l'angolo fra la traiettoria in ingresso e quella in uscita.



11) Una spira conduttrice, costituita da due semicirconferenze di raggio R poste ortogonalmente l'una all'altra è percorsa da una corrente di intensità I nel verso indicato in figura. Determinare l'intensità e l'orientamento del campo magnetico in O (corrisponde a quanto riportato in figura?)

12) Una spira quadrata di lato L percorsa dalla corrente I può essere immersa in una regione in cui è presente un campo magnetico B uniforme perpendicolare alla spira. Considerare le due situazioni:
a) la spira è interamente inserita nella zona con campo magnetico. Di quanto cambia l'intensità della forza agente sulla spira se il verso della corrente viene cambiato?
b) La stessa spira è inserita solo per metà nella zona con campo magnetico (vedi disegno). Di quanto cambia l'intensità della forza agente sulla spira se il verso della corrente viene cambiato?





13) 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 Bz(x,y,z) = K x.
Ricavare modulo e verso delle forze che agiscono sui singoli tratti e in totale sulla spira

COSTANTI

velocità della luce nel vuoto $c = 3 \times 10^8$ m/s

carica elementare $e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C

massa dell'elettrone $m_e = 9{,}1 \times 10^{-31}$ kg

massa del protone $m_p = 1{,}7 \times 10^{-27}$ kg

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

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

>>> soluzione 1: $B(r<R_1) = \mu_0 I r/(2\pi R_1^2)$; $B(R_2>r>R_1) = \mu_0 I/(2\pi r)$;
$B(R_3>r>R_2) = \mu_0 I/(2\pi r)\,[1-(r^2-R_2^2)/(R_3^2-R_2^2)]$; $B(r>R_3) = 0$

>>> soluzione 2: la circuitazione vale $-2\mu_0 I$

>>> soluzione 3: $\pm d$

>>> soluzione 4: $F_x = 2IBR$

>>> soluzione 5: $F_y = a B_0 I = 10$ nN

>>> soluzione 6: $F_L = qv\,\mu_0 I/(\sqrt{2}R)$

>>> soluzione 7: $v_e/v_p = 1{,}8 \times 10^3$

>>> soluzione 8: $|B_Z| = 4\mu_0 I/(\sqrt{2}\pi L) = 280$ nT

>>> soluzione 9: $3{,}14\ 10^{-2}$ rad $= 1{,}8°$

>>> soluzione 10: $\sin\theta = qBd/(mv)$ → arcsin 0,31 → $\theta = 18°$

>>> soluzione 11: no, $\mu_0 I/(2R\sqrt{2})$

>>> soluzione 12: 0; 2ILB

>>> soluzione 13: $F_x = IbK(a+d) - IbKd = IbKa$; $F_y = IaK(d+a/2) - IaK(d+a/2) = 0$

1) suggerimento: considerare le densità di corrente $J_1 = I/(\pi R_1^2)$ e $J_2 = -I/[\pi (R_3^2-R_2^2)]$

3) suggerimento: per simmetria B è parallelo al piano che contiene i fili: $B(y)= 2\ \mu_0 I/(2\pi r) \cos\theta$. Il massimo della funzione $\mu_0 I y/[\pi(d^2+y^2)]$ si ottiene annullando dB/dy

8) suggerimento: considerare il campo generato da un segmento lungo L in un punto distante $\sqrt{(L/2)^2 + z^2}$

9) suggerimento: la tangente dell'angolo richiesto è pari al rapporto delle componenti orizzontale e verticale della velocità all'uscita della zona con campo

10) suggerimento: disegnare le perpendicolari alla traiettoria nel punto di ingresso e di uscita dalla zona col campo (distanti R dal centro della traiettoria) e considerare l'angolo sotteso dall'arco di traiettoria

ULTERIORI SUGGERIMENTI

8) $dB_{lato} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idx}{(L/2)^2+x^2} \frac{L/2}{[(L/2)^2+x^2]^{1/2}}$ $-L/2 < x < L/2 \rightarrow B_{lato} = \mu_0 I/(\sqrt{2}\pi L)$

9) $tg\theta = v_y(t)/v_x(t) = qE/m\ d/v_x{}^2$ con t istante di uscita dalla zona con campo: $t = d/v_x$