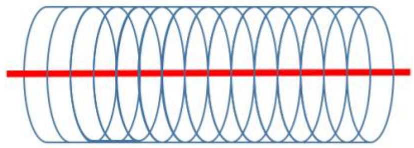
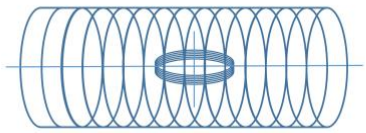
9° ESERCITAZIONE – venerdì 27 novembre 2020

9.1) Una corrente elettrica scorre in una regione cilindrica di lunghezza infinita e raggio R con densità di corrente parallela all'asse del cilindro J = k/r (r distanza dall'asse). Determinare l'intensità del campo magnetico in tutti i punti dello spazio
>>> soluzione: μ_0 k se r<R; μ_0 k R/r se r>R

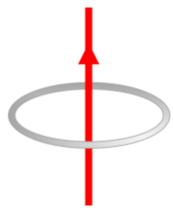


9.2) Un lungo solenoide rettilineo di raggio R = 1 cm è costituito da n = 500 spire/m di filo nel quale scorre la corrente I_0 = 100 mA. Lungo l'asse del solenoide è posto un filo conduttore percorso dalla corrente I.
Determinare il valore di I per cui il campo B sulla superfice interna del solenoide forma un angolo di 45° rispetto all'asse.
>>> soluzione: 3,14 A

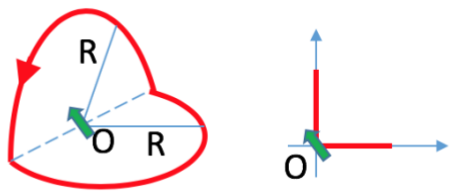
9.3) Una bobina sottile di raggio r = 1 cm è costituita da N = 100 spire di filo conduttore di resistività $\rho = 2\ 10^{-8}\ \Omega$m e sezione s = 1 mm^2. La bobina è immersa in un campo B = 0,2 T all'interno di un solenoide il cui asse passa per il diametro della bobina.



Calcolare il momento meccanico che viene sviluppato quando alla bobina viene collegato un generatore di forza elettromotrice f = 0,63 V.
>>> soluzione: R_{bobina} = 0,126 Ω; I = 5 A; m = 0,16 J/T; M = 31 mN m]

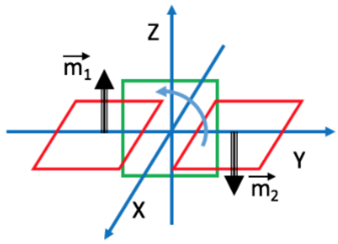


9.4) Un lungo filo rettilineo, percorso da una corrente I = 10 A, è disposto sull'asse di un sottile anello materiale di permeabilità magnetica μ_r = 3 e raggio R = 10 cm. Si calcolino, in sequenza, il modulo di **H**, di **B**, di **M** e della densità superficiale della corrente di magnetizzazione $\mathbf{J_{ms}}$. Determinare direzione e verso di $\mathbf{J_{ms}}$
>>> soluzione: 50/π A/m; 60 μT; 100/π A/m; 100/π A/m

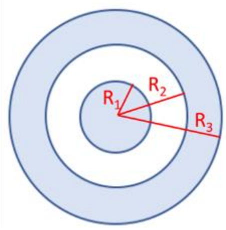


9.5) Una spira conduttrice, costituita da due semicirconferenze di raggio R poste ortogonalmente l'una all'altra è percorsa da una corrente di intensità I nel verso indicato in figura. Nell'origine è posto, libero di ruotare, un ago magnetico di momento **m**. Determinare l'orientamento del dipolo nella posizione di equilibrio stabile (corrisponde a quanto riportato in figura?) e ricavare la corrispondente energia.
>>> soluzione: no, $-\mu_0 mI/(2R\sqrt{2})$

9.6) **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}. Percorse da corrente costante della stessa intensità, possiedono momento di dipolo magnetico $|\mathbf{m_1}|=|\mathbf{m_2}| = m$.
Calcolare la circuitazione del campo magnetico lungo **la linea quadrata** di lato L orientata come in figura, centrata nell'origine e giacente nel piano x = 0.
Sugg. {non è indispensabile calcolare **B**}
>>> soluzione: $- 2\mu_0 m/L^2$

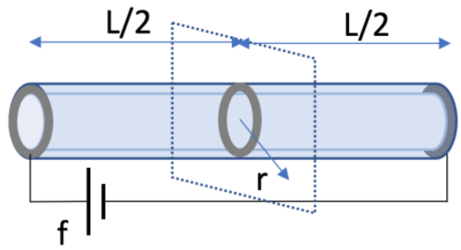


9.7) In figura è riportata la sezione di un cavo coassiale. Nel conduttore centrale di raggio R_1 scorre, uniformemente distribuita, una corrente di intensità I. La stessa intensità di corrente scorre, anch'essa uniformemente distribuita, nel verso opposto nel conduttore esterno di raggi R_2 e R_3. Ricavare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



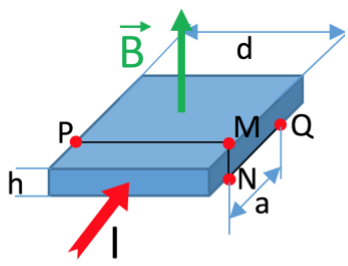
>>> soluzione: $B(r<R_1) = \mu_0 Ir/(2\pi R_1^2)$; $B(R_2>r>R_1) = \mu_0 I/(2\pi r)$;
$B(R_3>r>R_2) = \mu_0 I/(2\pi r)\ [1- (r^2- R_2^2)/(R_3^2- R_2^2)]$; $B(r>R_3) = 0$

9.8) Il tubo riportato in figura ha raggio interno $R_1 = 4$ mm, raggio esterno $R_2 = 5$ mm ed è lungo L = 1 m >> R ; il materiale che lo costituisce ha resistività $\rho = 2\ 10^{-8}\ \Omega$m.
Viene connesso tramite fili di resistenza trascurabile ad un generatore f = 0,1 V. Determinare, a metà della lunghezza del tubo, per ogni distanza r dall'asse, l'intensità del campo magnetico B originato dalla corrente che fluisce uniformemente attraverso la corona circolare della sezione.



>>> soluzione: J = 5 A/mm^2; $B(r < R_1) = 0$; $B(R_1 < r < R_2) = \mu_0 J(r^2-R_1^2)/(2r)$; $B(r > R_2) = \mu_0 J(R_2^2-R_1^2)/(2r)$

9.9) Calcolare la differenza di potenziale V_P-V_Q sulla superficie della lastra conduttrice in figura di sezione hd e resistività ρ quando, immersa in un campo magnetico uniforme B, è attraversata dalla corrente di intensità I nell'ipotesi che i portatori di carica siano solo positivi, di densità n e in moto con velocità di deriva v_D.
>>> soluzione: $I/h\ [-B/(nq) + \rho a/d]$



9.1) se $0 < r < R \rightarrow dI_{conc} = J(r)\ 2\pi r\ dr$
9.2) se l'angolo è di 45° i due campi hanno la stessa intensità: $\mu_0 n I_0 = \mu_0 I/(2\pi R) \rightarrow 2\pi R n I_0$
9.3) $R_{bobina} = N \rho\ 2\pi r/s$; $I = f/R_{bobina}$; $m = N I\pi r^2$; $M = mB$
9.4) $H = I/(2\pi R)$; $B = \mu H$; $M = \chi H$; $J_{m,s} = M$
9.7) $J_1 = I/(\pi R_1^2)$; $J_2 = -I/[\pi (R_3^2-R_2^2)]$
9.8) $J = I/S = f/(RS) = f/(\rho L)$; $B(r < R_1) = 0$; $B(R_1 < r < R_2) = \mu_0 J\pi(r^2-R_1^2)/2\pi r$; $B(r > R_2) = \mu_0 I/(2\pi r)$
9.9) $I = nq v_D hd$; $V_P-V_M = - v_D B d = - IB/(nqh)$; $V_M-V_N = 0$; $V_N-V_Q = R I = \rho a/(hd)\ I$