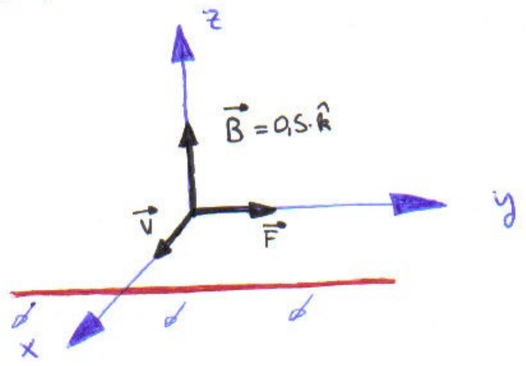
BOLETIN 7

(1) Un alambre conductor es paralelo al eje y. Se mueve en la dirección x positiva con una velocidad de 20 m/s en un campo magnético $B = 0{,}5 \cdot \hat{k}$ T. a) Determinar la magnitud y dirección de la fuerza magnética que actúa sobre un electrón en el conductor. b) Debido a esta fuerza magnética, los electrones se mueven a un extremo del conductor, dejando el otro extremo positivamente cargado. Determinar la magnitud y dirección del campo eléctrico estacionario que aparece debido a la separación de carga. c) Supongamos que el cable móvil tiene una longitud de 2m. ¿Cuál es la ddp entre sus extremos?



$\vec{v} = 20\hat{i}$ m/s

a) $\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} = q \cdot \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0{,}5 \end{vmatrix} =$

$= q(-\hat{j}) \cdot 20 \cdot 0{,}5 = -q \cdot 10 \cdot \hat{j} =$ $\quad q_e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

$= 1{,}6 \cdot 10^{-18} \hat{j}$ N

b) Debe existir equilibrio:

$$\vec{F}_{mag} + \vec{F}_{elect} = 0$$

$$\vec{F}_{mag} = -\vec{F}_{elect} \qquad \cancel{q} \cdot \vec{V} \times \vec{B} = -\cancel{q} \cdot \vec{E}$$

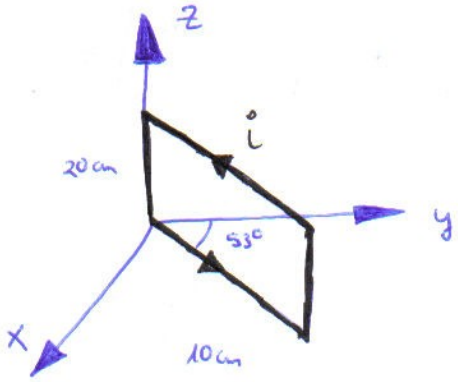
$$-10 \cdot \hat{j} = -\vec{E}$$

$$\vec{E} = 10 \cdot \hat{j}$$

c) $\vec{E} = CTE$

$$V = E \cdot d = 10 \cdot 2 = 20\ V$$

(2) La corriente en el circuito de la figura, formado por 10 espiras rectangulares de 20 x 10 cm. es de 0,5 A. Calcular el momento que actúa sobre el circuito cuando se encuentra en el interior de un campo magnético $B = 0{,}1\,\hat{j}$ T:

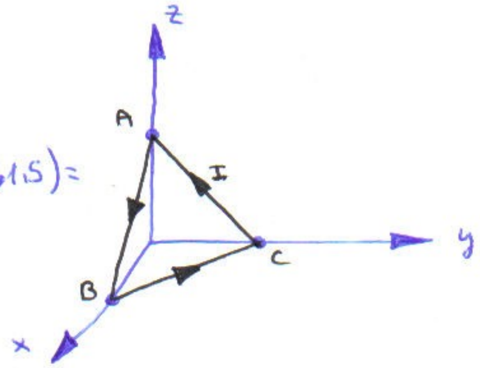


$$\vec{m} = n \cdot I \cdot \vec{S} = 10 \cdot 0{,}5 \cdot 20 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-2} \cdot (\cos 53^\circ \hat{j}, \text{sen} 37^\circ \hat{i})$$

$$= 10^{-1} \cdot (\cos 53^\circ \hat{j}, \text{sen} 37^\circ \hat{i}) = 0{,}06 \cdot \hat{j} + 0{,}06 \cdot \hat{i}$$

$$\vec{\tau} = \vec{m} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 0{,}06 & 0{,}06 & 0 \\ 0 & 0{,}1 & 0 \end{vmatrix} = 0{,}06 \cdot 0{,}1 \cdot \hat{k} = 6 \cdot 10^{-3}\,\hat{k}\ Nm$$

③ El circuito de la figura transporta una corriente de 1A y se encuentra situado en una región en la que existe un campo magnético $\vec{B} = 0{,}5\cdot\hat{\imath} - 2\cdot\hat{\jmath} + 1{,}5\cdot\hat{k}$ expresado en Wb/m². Las coordenadas de los vértices son A(0,0,1), B(1,0,0) y C(0,1,0) en m. Calcular: a) las fuerzas magnéticas ejercidas sobre cada lado. b) El flujo total que atraviesa el circuito. c) Si el campo magnético fuera $B = 4\cdot\hat{\imath} - 3\cdot\hat{\jmath} + \hat{k}$, calcular el flujo:



a) $\vec{F}_{AB} = I\cdot\vec{l}\times\vec{B} = 1[(1,0,0)-(0,0,1)]\times(0{,}5,-2,1{,}5) =$

$$= \begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ 1 & 0 & -1 \\ 0{,}5 & -2 & 1{,}5 \end{vmatrix} = -2\hat{\imath} - 2\hat{\jmath} - 2\hat{k}$$

$\boxed{AB}$

$$|\vec{F}_{AB}| = \sqrt{(-2)^2+(-2)^2+(-2)^2} = 2\sqrt{3} \quad N$$

$$\hat{F}_{AB} = \frac{\vec{F}_{AB}}{|F_{AB}|} = \frac{(-2,-2,-2)}{2\sqrt{3}} = \left(-\frac{1}{\sqrt{3}}, -\frac{1}{\sqrt{3}}, -\frac{1}{\sqrt{3}}\right) \quad N$$

$$\vec{F}_{AB} = 2\sqrt{3}\cdot\left(-\frac{1}{\sqrt{3}}, -\frac{1}{\sqrt{3}}, -\frac{1}{\sqrt{3}}\right) \quad N$$

$\boxed{BC}$ $\vec{F}_{BC} = I\cdot\vec{l}\times\vec{B} = 1[(0,1,0)-(1,0,0)]\times(0{,}5,-2,1{,}5) =$

$$= \begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ -1 & 1 & 0 \\ 0{,}5 & -2 & 1{,}5 \end{vmatrix} = 1{,}5\cdot\hat{\imath} + 1{,}5\cdot\hat{\jmath} + 1{,}5\cdot\hat{k}$$

$$|\vec{F}_{BC}| = 1{,}5\cdot\sqrt{3} \ N$$

$$\hat{F}_{BC} = \left(\frac{1}{\sqrt{3}}, \frac{1}{\sqrt{3}}, \frac{1}{\sqrt{3}}\right)$$

$$\vec{F}_{BC} = 1{,}5\cdot\sqrt{3}\left(\frac{1}{\sqrt{3}}, \frac{1}{\sqrt{3}}, \frac{1}{\sqrt{3}}\right) \ N$$

$\boxed{CA}$ $\vec{F}_{CA} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B} = \left[(0,0,1) - (0,1,0)\right] \cdot (0,5, -2, 1,5) =$

$$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 0 & -1 & 1 \\ 0,5 & -2 & 1,5 \end{vmatrix} = 0,5\,\hat{i} + 0,5\,\hat{j} + 0,5\,\hat{k}$$

$|\vec{F}_{CA}| = 0,5 \cdot \sqrt{3}$ N $\qquad \hat{F}_{CA} = \left(\frac{1}{\sqrt{3}}, \frac{1}{\sqrt{3}}, \frac{1}{\sqrt{3}}\right)$ N

$$\vec{F}_{CA} = 0,5 \cdot \sqrt{3} \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{3}}, \frac{1}{\sqrt{3}}, \frac{1}{\sqrt{3}}\right) \text{ N}$$

b) $\Phi = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{s} = \vec{B} \cdot \vec{S} = (0,5, -2, 1,5) \cdot \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) = 0,25 - 1 + 0,75 = 0$ Wb

$B = CTE$

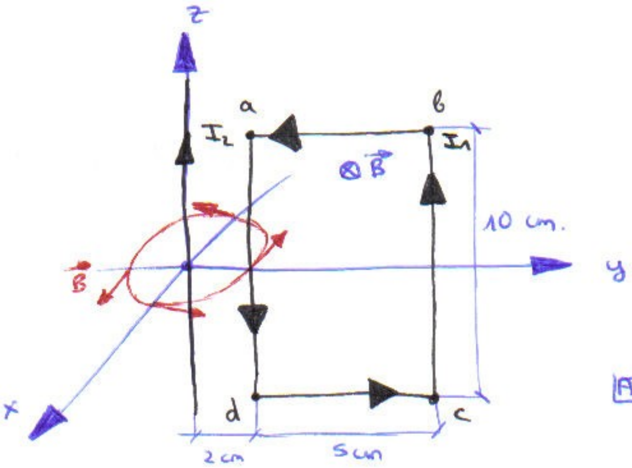
$\vec{S} = \frac{1}{2} \cdot \vec{BC} \times \vec{AB} = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ -1 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{vmatrix} = \frac{1}{2}(\hat{i} + \hat{j} + \hat{k})\ m^2$

Las líneas de campo entrantes son iguales a las salientes, $\vec{E}$ continuo.

c) $\vec{B} = 4\hat{i} - 3\hat{j} + \hat{k}$

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = (4, -3, 1)\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) = 2 - 1,5 + 0,5 = 1 \text{ Wb}$$

(4) Por un conductor rectilíneo largo circula una corriente de 20 A. Una bobina rectangular con dos de sus lados paralelos al conductor recto tiene sus lados de 5 y 10 cm, estando su lado más próximo a 2 cm. del conductor. La bobina transporta una corriente de 5A. a) Determinar la fuerza que actúa sobre cada segmento de la bobina rectangular. b) ¿Cuál es la fuerza neta sobre la bobina?



$I_2 = 20\,A$

$I_1 = 5\,A$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi \cdot y}(-\hat{\imath})$$

$\boxed{AD}$ $$\vec{F}_{ad} = I_1 \cdot \vec{l} \times \vec{B} = 5 \cdot (10 \cdot 10^{-2}(-\hat{k})) \times \left[\left(\frac{\mu_0 \cdot 20}{2\pi \cdot 2 \cdot 10^{-2}}\right)(-\hat{\imath})\right] =$$

$$= 5 \cdot \begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ 0 & 0 & 10^{-1} \\ \frac{-\mu_0 \cdot 20}{4\pi \cdot 10^{-2}} & 0 & 0 \end{vmatrix} = 5 \cdot \left(\frac{\mu_0 \cdot 20}{4\pi \cdot 10^{-2}} \cdot 10^{-1}\right)\hat{\jmath} = 10^{-4} \cdot \hat{\jmath}$$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$

$\boxed{CB}$ $$\vec{F}_{CB} = I_1 \cdot \vec{l} \times \vec{B} = 5 \cdot (10 \cdot 10^{-2} \cdot \hat{k}) \times \left[\left(\frac{\mu_0 \cdot 20}{2\pi \cdot 7 \cdot 10^{-2}}\right)(-\hat{\imath})\right] = 5 \begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ 0 & 0 & 10^{-1} \\ \frac{-\mu_0 I_2}{14\pi \cdot 10^{-2}} & 0 & 0 \end{vmatrix} =$$

$$= 5 \cdot \left(-\frac{\mu_0 \cdot 20}{14\pi \cdot 10^{-2}} 10^{-1} \hat{\jmath}\right) = -\frac{4}{14} 10^{-4} \hat{\jmath}$$

$\boxed{BA}$ Puesto que y varía, debemos integrarlo:

$$d\vec{F}_{Ba} = I_1 \cdot \vec{dl} \times \vec{B} = 5 \cdot dy \cdot (-\hat{j}) \times \left(-\frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi \cdot y} \hat{i} \right) = 5 \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 0 & -dy & 0 \\ \frac{\mu I_2}{2\pi y} & 0 & 0 \end{vmatrix} =$$

$\vec{dl} = dy(-\hat{j})$

$$= 5 \left(-\frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi y} \right) dy \cdot \hat{k}$$

$$\vec{F}_{Ba} = \int d\vec{F}_{Ba} = 5 \cdot \int_{2\cdot 10^{-2}}^{7\cdot 10^{-2}} -\frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi y} \cdot dy \cdot \hat{k} = -5 \frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi} \int_{2\cdot 10^{-2}}^{7\cdot 10^{-2}} \frac{dy}{y} \hat{k} =$$

$$= -\frac{5 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 20}{2\pi} \ln\left(\frac{7\cdot \cancel{10^{-2}}}{2\cdot \cancel{10^{-2}}} \right) \hat{k} = 10^{-5} \cdot \ln\left(\frac{2}{7}\right) = -2,5 \cdot 10^{-5} \hat{k} \text{ N}$$

$\boxed{DC}$

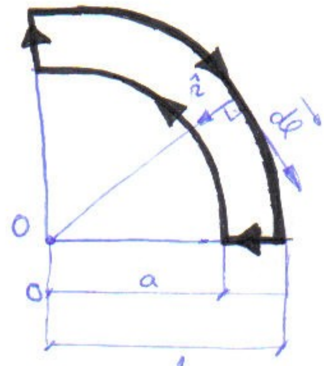
$$\vec{F}_{DC} = -\vec{F}_{BA} = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot \hat{k} \text{ N}$$

b) $\vec{F}_T = \sum_i \vec{F} = \cancel{\vec{F}_{Ba}} + \vec{F}_{ad} + \cancel{\vec{F}_{dc}} + \vec{F}_{cB} = 10^{-4} \hat{j} - \frac{2}{7} 10^{-4} \hat{j} = \frac{5}{7} 10^{-4} \hat{j} =$

$= 0,72 \cdot 10^{-4} \cdot \hat{j}$ N

(5) Una espira está formada por dos tramos semicirculares concéntricos y dos rectas radiales perpendiculares, como se muestra en la figura. a) Determinar el campo magnético en el centro cuando por la espira pasa una corriente I. b) Calcular el valor del campo magnético en el centro cuando I = 20 A, a = 30 mm y b = 50 mm.

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot I}{8\pi \cdot r^2} \vec{dl} \times \hat{r} = \frac{\mu_0 \cdot I\,dl}{8\pi} \hat{k}$$



$$\vec{B} = \int_c d\vec{B} = \int \frac{\mu_0 \cdot I}{8 \cdot r^2} dl\,\hat{k} = -\int_{r=a}^{b} \frac{\mu_0 \cdot I}{8 \cdot r^2} dr \cdot \hat{k} =$$

$$= \frac{\mu_0 \cdot I}{8} \cdot \left[\frac{1}{r}\right]_a^b \hat{k} = \frac{\mu_0 \cdot I}{8} \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a}\right)\hat{k} = \frac{\mu_0 \cdot I\,(b-a)}{8 \cdot (b \cdot a)}$$

Como es la mitad de una semicircunferencia se divide entre dos. *

b)
$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 20}{8} \left(\frac{1}{50 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{30 \cdot 10^{-3}}\right) = 41{,}9\ \mu T$$

*

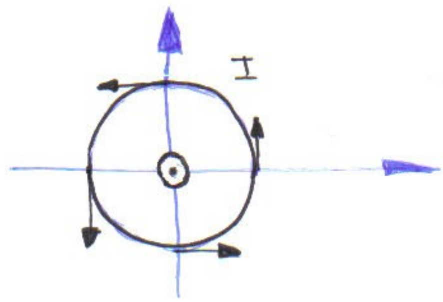
$$d\vec{B}' = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot \vec{dl} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$\oint_c \vec{B} \cdot \vec{dl} = \mu_0 \cdot \Sigma I \qquad B = \frac{\mu_0 \cdot \Sigma I}{l}$$

$$l = \left(\frac{2\pi a}{4} + \frac{2\pi b}{4} + 2(b-a)\right)$$

⑥ Una espira conductora de longitud l transporta una corriente I. Comparar el campo magnético en el centro de la espira cuando: a) se trata de una circunferencia, b) un cuadrado y c) un triángulo. ¿Cuál es mayor?

a) $\vec{dB} = \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi \cdot r^2} \vec{dl} \times \hat{r} =$



$= \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi \cdot r^2} dl \cdot \hat{k}$

$|\vec{dl} \times r| = |\vec{dl}||\hat{r}| \operatorname{sen}\alpha = dl$ ($|\vec{dl}| = dl$, $|\hat{r}| = 1$, $\operatorname{sen}\alpha = 1$)

$$\vec{B} = \int_c \vec{dB} = \int_c \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi \cdot r^2} dl = \int_{l=0}^{2\pi r} \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi \cdot r^2} dl \cdot \hat{k} = \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi r^2} \cdot 2\pi \cdot r \cdot \hat{k} =$$

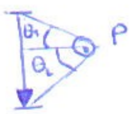
$$= \frac{\mu_0 \cdot I}{l} \cdot \hat{k}$$

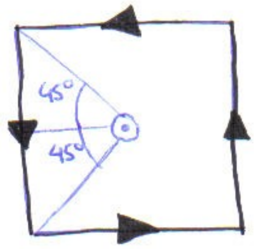
$r = \frac{l}{2\pi}$

$l = 2\pi r$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \mu_0 \cdot \frac{I}{l} \quad T$$

b) $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi \cdot R} (\operatorname{sen}\theta_1 + \operatorname{sen}\theta_2)$





$$B = 4 \cdot \left(\frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi \cdot \frac{l}{8}} \right) (\operatorname{sen}45° + \operatorname{sen}45°) =$$

$r = \frac{l}{8}$

4 veces

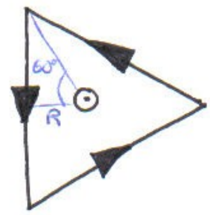
$\theta_1 = \theta_2 = 45°$

$$= \frac{8 \mu_0 \cdot I}{\pi \cdot l} \cdot 2 \operatorname{sen}45° = \frac{8\sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{\mu_0 \cdot I}{l} =$$

$$= 3,60 \cdot \frac{\mu_0 \cdot I}{l} \quad T$$

c)

$$B = 3 \cdot \left(\frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi \cdot R} \right) (\text{sen}\,60^\circ + \text{sen}\,60^\circ) =$$



3 veces

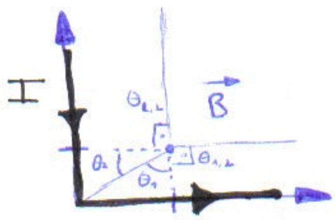
$tg\,60^\circ = \frac{\ell/6}{R}$

$R = tg\,60^\circ / \ell/6$

$$= \frac{3}{4\pi} \cdot \frac{\mu_0 \cdot I}{\frac{tg\,60^\circ}{\ell/6}} \, 2 \cdot \text{sen}\,60^\circ = 4{,}30 \cdot \frac{\mu_0 \cdot I}{\ell} \quad T$$

d) El mayor es el triángulo.

⑦ Un conductor infinitamente largo que transporta una corriente de 4,5 A se dobla en la forma indicada. Determinar el campo magnético en $x = 3\,cm$, $y = 2\,cm$:



$$B = B_y + B_x$$

$$B_y = \frac{\mu_0 I}{4\pi\,(3 \cdot 10^{-2})} (\text{sen}\,90^\circ + \text{sen}\,\theta_2)$$

$$B_x = \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi\,(2 \cdot 10^{-2})} (\text{sen}\,\theta_1 + \text{sen}\,90^\circ)$$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi \cdot 10^{-2}} \left(\frac{1 + \text{sen}\,\theta_2}{3} + \frac{1 + \text{sen}\,\theta_1}{2} \right)$$

$$\text{sen}\,\theta_2 = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{\sqrt{(2 \cdot 10^{-2})^2 + (3 \cdot 10^{-2})^2}} = \frac{2 \cdot \cancel{10^{-2}}}{\cancel{10^{-2}} \cdot \sqrt{13}}$$

$\left[\text{sen}\,\theta = \frac{h}{hip} \right]$

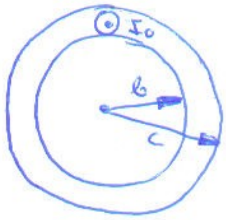
$$\text{sen}\,\theta_1 = \frac{3\cdot 10^{-2}}{\sqrt{(1\cdot 10^{-2})^2 + (3\cdot 10^{-2})^2}} = \frac{3}{\sqrt{13}}$$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot 4{,}5}{4\pi \cdot 10^{-2}} \left(1{,}4342 \right) = 6{,}4541 \cdot 10^{-5}\ T$$

8) Un cilindro conductor hueco y largo transporta una corriente I_0 que está uniformemente distribuida por toda su sección perpendicular, como se muestra en la figura. Determinar el valor del campo magnético en un punto separado a una distancia R del eje del cilindro, cuando:

a) $R \leq b$ b) $b \leq R \leq c$ y c) $R \geq C$

—



a) $R \leq b$: $B = 0$ (interior de un conductor)

b) $R \geq C$:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \cdot l = B \cdot 2\pi \cdot r = \mu_0 \cdot \sum_i I = \mu_0 \cdot I_0$$

$\vec{B} \parallel d\vec{l}$

$B = cte$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I_0}{2\pi \cdot r}$$

$b \leq R \leq C$: Densidad de corriente $= j$

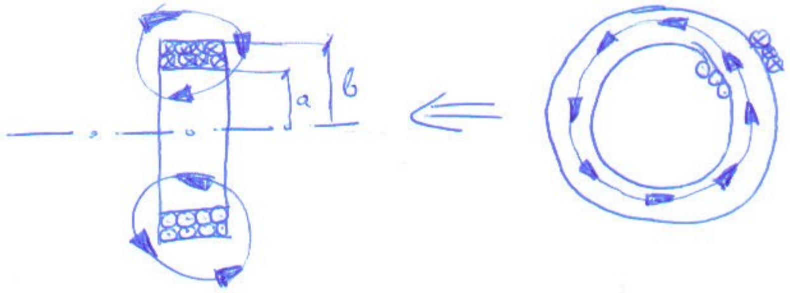
Como la intensidad está uniformemente distribuida en toda la sección del cilindro hueco:

$$j = \frac{I}{\pi a^2}, \quad a = \text{Sección del cilindro con corriente}$$

$$\sum_1 i = j \cdot \pi \cdot R^2 = \frac{I_0}{\pi/a^2} \cdot \pi \cdot R^2 \quad , R^2 = (R^2 - B^2)$$
$$a^2 = (c^2 - B^2)$$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I_0}{2\pi \cdot R} \cdot \frac{(R^2 - B^2)}{(c^2 - B^2)} \qquad (\text{Si } R = C, \text{ queda como antes})$$

(9) a) Determinar la expresión del campo magnético creado en el interior de una bobina toroidal constituida por N vueltas, siendo I la corriente que circula por el Toroide y R la distancia desde el centro del mismo. b) Encontrar los valores máximo y mínimo del campo magnético para un toroide de 500 vueltas por el que circula una corriente de 300 mA, y en el que el interior es de a = 75 cm. y el exterior es de b = 90 cm.
c) Comparar los valores obtenidos con los de un solenoide del mismo número de vueltas y una longitud $2\pi \cdot R_{med}$, donde $R_{med} = \frac{(a+b)}{2}$



a) Un toroide ideal genera un campo magnético sólo en el interior y no es uniforme en distintos puntos de una sección

Por Ampère:

$$\int \vec{B} \cdot \vec{dl} = B \cdot \int dl = B \cdot 2\pi \cdot r = \mu_0 \sum I \qquad , \sum I = N \cdot I$$

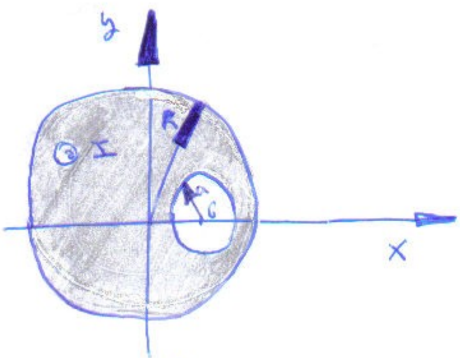
$$B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{2\pi \cdot r}$$

b) $$B_{r_i} = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{2\pi \cdot R} = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 500 \cdot 300\cdot 10^{-3}}{2\pi\cdot 0,75} = 4,4\cdot 10^{-4}\ T$$

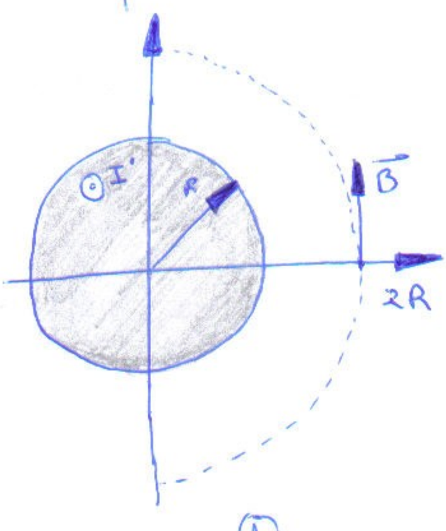
$$B_{r_e} = \frac{4\cdot\pi\cdot 10^{-7}\cdot 500\cdot 300\cdot 10^{-3}}{2\pi\cdot 0,9} = 3,3\cdot 10^{-4}\ T$$

c) $$B = \frac{\mu_0 \cdot N\cdot I}{2\cdot\pi\cdot R_{med}} = \frac{\mu_0\cdot N\cdot I}{\pi\cdot(a+b)} = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 500\cdot 300\cdot 10^{-3}}{\pi\,(105\cdot 10^{-2})} = 3,63\cdot 10^{-4}\ T$$

(10) Un conductor rectilíneo muy largo posee una sección transversal circular de radio R y por el circula una intensidad de corriente I. En el interior del conductor se ha practicado un orificio cilíndrico de radio a, cuyo eje es paralelo al eje del conductor y se encuentra a una distancia b de éste. Haremos coincidir el eje del conductor con el eje Z, y el eje del orificio está en x = b. Calcular el campo magnético $\vec{B}$ en los puntos: a) sobre el eje x en x = 2R y b) sobre el eje y en y = 2R.

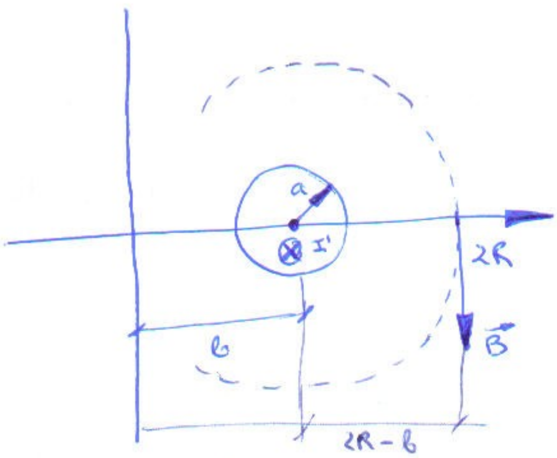


SUPERPOSICIÓN



①

+



②

a) ①

$$\oint_c \vec{B}\cdot\vec{dl} = B\cdot L = \mu_0\cdot\sum I \Rightarrow B = \frac{\mu_0\cdot\sum I}{L}$$

$B = cte$

$\vec{B} \parallel \vec{ds}$

$$\sum I = J\cdot\pi\cdot r^2 \Rightarrow J = \frac{I}{\pi\cdot r^2} = \frac{I}{\pi R^2 - \pi a^2} = \frac{I}{\pi(R^2-a^2)}$$

$$L = 2\pi(2R) = 4\pi\cdot R$$

$$\sum I = \frac{I}{\pi(R^2-a^2)}\pi\cdot R^2 = \frac{I\cdot R^2}{R^2-a^2}$$

$$B = \frac{\mu_0\cdot I\cdot R^2}{4\pi\cdot R(R^2-a^2)}$$

②

$$B' = \frac{\mu_0\cdot\sum I}{L} \qquad L = (2R-b)\cdot 2\pi$$

ya calculada

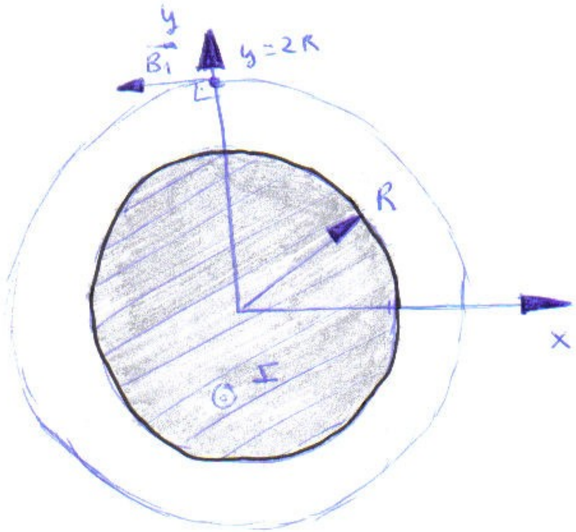
$$\sum I = J\cdot\pi\cdot a^2 = \frac{I}{\pi(R^2-a^2)}\cdot\pi\cdot a^2 = \frac{I a^2}{R^2-a^2}$$

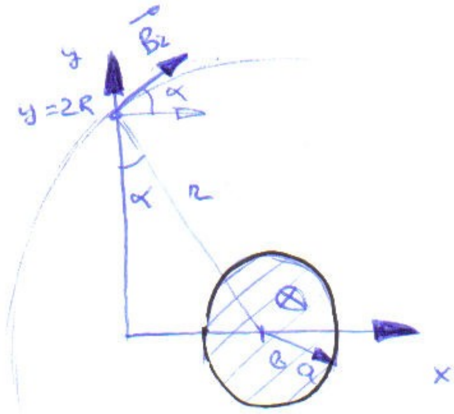
$$B' = \frac{\mu_0\cdot I\cdot a^2}{(2R-b)\,2\pi(R^2-a^2)}$$

$$B_T = B - B' = \frac{\mu_0\cdot I\cdot R}{4\pi(R^2-a^2)} - \frac{\mu_0\cdot I\cdot a^2}{(2R-b)\cdot 2\pi(R^2-a^2)} = \frac{\mu_0 I}{2\pi(R^2-a^2)}\left(\frac{R}{2} - \frac{a^2}{2R-b}\right)$$

$$\vec{B}_T = B_T\cdot(\vec{j})$$

b) eje OY, $y = 2R$





$r = \sqrt{b^2 + (2R)^2}$

$\vec{B_1} = B_1 \cdot (-\hat{i})$

$\vec{B_2} = B_2 \cdot \hat{r} = B_2 \left(\cos\alpha \cdot \hat{i} + \text{sen}\,\alpha \cdot \hat{j}\right)$

$$\left[\oint_l \vec{B_1} \cdot \vec{dl} = \mu_0 \cdot \sum_i I\right]$$

$$B_1 \cdot 2\pi \cdot d = \mu_0 \sum_i I = \mu_0 \cdot J \cdot S_1$$

$$B_1 \cdot 2\pi \cdot 2\cancel{R} = \mu_0 \cdot \frac{I}{\cancel{\pi}(R^2 - a^2)} \cancel{\pi} \cdot R^{\cancel{2}}$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot R}{4\pi\,(R^2 - a^2)} \qquad \vec{B_1} = B_1 \cdot (-\hat{i})$$

—

$$B_2 \cdot 2\pi \cdot \sqrt{b^2 + (2R)^2} = \mu_0 \cdot \frac{I}{\pi(R^2 - a^2)} \pi \cdot a^2$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot a^2}{2\pi\sqrt{b^2 + 4R} \cdot (R^2 - a^2)}$$

$$\cos\alpha = \frac{2R}{r} \qquad \vec{B_2} = \frac{\mu_0 \cdot I\, a^2 \cdot 2R}{2\pi\left(\sqrt{b^2+4R}\right)^2 (R^2 - a^2)}\hat{i} + \frac{\mu_0 \cdot I \cdot a^2 \cdot b}{2\pi\left(\sqrt{b^2+4R}\right)^2 (R^2 - a^2)} \cdot \hat{j}$$

$$\text{sen}\,\alpha = \frac{b}{r}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot I}{\pi(R^2 - a^2)} \cdot \left(\frac{a^2 \cdot R}{4R^2 + b^2} - \frac{R}{4}\right)\hat{i} + \left(\frac{\mu_0 \cdot I \cdot a^2 b}{2\pi(R^2 - a^2)(4R^2 + b^2)}\right) \cdot \hat{j}$$