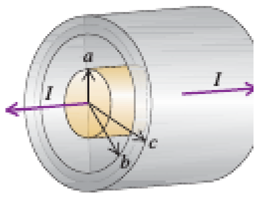
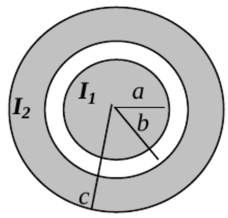
Problema:

12. Se tiene un cilindro de radio a por el que circula una corriente I 1 uniformemente distribuida en volumen. Concéntrico a él se coloca un nuevo cilindro de radios interior y exterior b y c respectivamente, por el cual circula una corriente I 2 uniformemente distribuida en volumen según se muestra en la figura.
a) Calcular B en todo el espacio en función de I 1 e I 2
b) Si en un cierto instante un electrón se mueve paralelo al eje de los cilindros a una distancia 2c y con una velocidad v , calcule la fuerza que aparece sobre él y determine la dependencia temporal de la energía cinética.
c) ¿Qué relación debe existir entre I 1 y I 2 para que B sea nulo en la zona entre ambos cilindros y cuál debería ser la relación para B que fuera nulo en algún radio mayor que el del cilindro exterior?

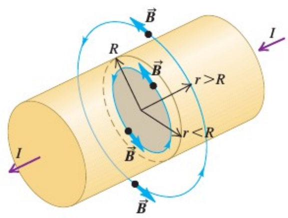




$$\oint \mathbf{B}.\mathbf{dl} = \mu_0 I_c$$

simetria cilíndrica:

$$\mathbf{B}(r,\phi,z) = B(r)\hat{\phi}$$



Elijo una curva de Ampere circular.

$$\oint B(r)\hat{\phi}.\hat{\phi}dl = B2\pi r$$

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I_c}{2\pi r}\hat{\phi}$$

$$I_c = \iint_{S(\gamma)} \mathbf{J}.\mathbf{ds}$$

$\mathrm{J}_1 = \frac{I_1}{\pi a^2}\hat{z}$

$\mathbf{J}_2 = -\frac{I_2}{\pi(c^2-b^2)}\hat{z}$

calculo Ic

si r<a:

$$I_c = \iint \mathbf{J}_1.\mathbf{ds} = 2\pi \int_0^r \frac{I_1}{\pi a^2} r dr$$

$$I_c = I_1 \frac{r^2}{a^2}$$

si a<r<b

Ic=I1

si b<r<c

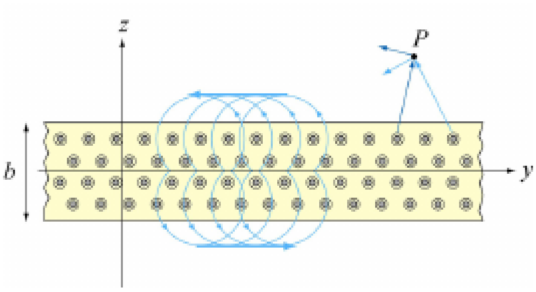
$$I_c = \iint \mathbf{J}_1.\mathbf{ds} + \iint \mathbf{J}_2.\mathbf{ds} = 2\pi \int_0^a \frac{I_1}{\pi a^2} r dr - 2\pi \int_b^r \frac{I_2}{\pi(c^2-b^2)} r dr$$

$$I_c = I_1 - \frac{r^2-b^2}{c^2-b^2} I_2$$

$$B = \begin{cases} \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a^2} r \\ \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} \\ \frac{\mu_0}{2\pi r}(I_1 - \frac{r^2-b^2}{c^2-b^2} I_2) \\ \frac{\mu_0}{2\pi r}(I_1 - I_2) \end{cases}$$

Problema

La figura muestra una placa de espesor e y dimensiones transversales muy grandes por la que circula una corriente con densidad volumétrica uniforme J . Calcular, bajo la hipótesis de placa infinita, el campo B en un punto P externo a la placa.



$\mathbf{J} = J\hat{x}$

Solución:

Para ver la direccion el campo puedo usar la ‘construcción gemétrica’
La placa la pienso como muchos planos. Cada plano esta formado de ‘muchos cables’ . Cada cable tiene un B que se enrolla.

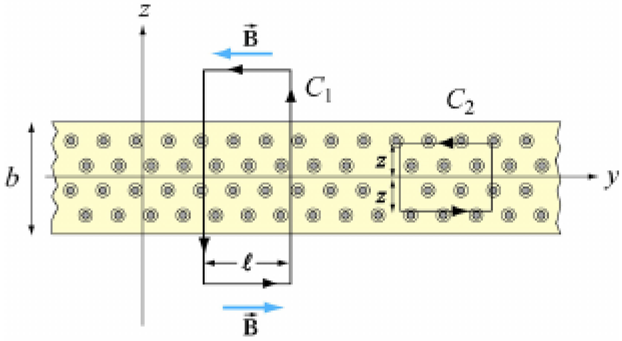
Sino , otra forma: para saber la dirección lo que conviene es aplicar….Biot !!. Como la unica dirección relevante es
la dirección z, y la corriente están en la direccion y. Tenemos (para z positivos)

$$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I dx \frac{\hat{x}\wedge\hat{z}}{|z|^3} = -\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idx}{|z|^3}\hat{y}$$

en cambio si miramos para z negativo.

$$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I dx \frac{\hat{x}\wedge(-\hat{z})}{|z|^3} = -\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idx}{|z|^3}\hat{y}$$

Entonces



$$\oint \mathbf{B}.\mathbf{dl} = \int_{L_1} \mathbf{B}.\mathbf{dl} + \int_{L_2} .\mathbf{B}.\mathbf{dl} + ... = 2BL + 0 + 0$$

si |z|>d/2

$$I_c = \iint \mathbf{J}.\mathbf{ds} = JLd$$

si |z|<d/2

$$I_c = \iint \mathbf{J}.\mathbf{ds} = JL2|z|$$

$$\vec{\mathbf{B}} = \begin{cases} -\dfrac{\mu_0 J_0 b}{2}\hat{\mathbf{j}}, & z > b/2 \\ -\mu_0 J_0 z\ \hat{\mathbf{j}}, & -b/2 < z < b/2 \\ \dfrac{\mu_0 J_0 b}{2}\hat{\mathbf{j}}, & z < -b/2 \end{cases}$$