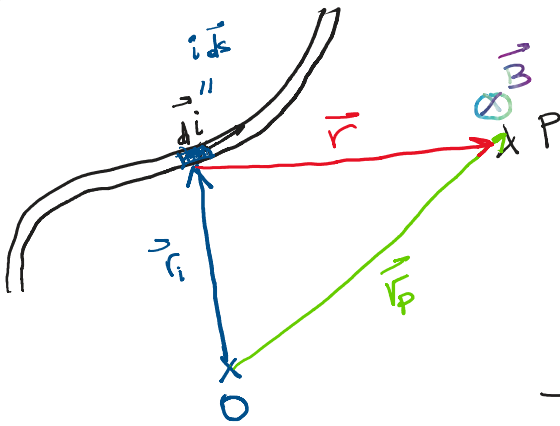


Ley Biot Savart



$$\vec{r} = \vec{r}_p - \vec{r}_i$$

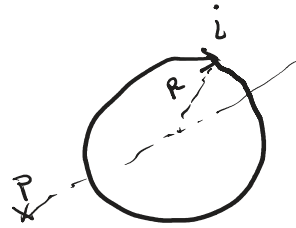
$$d\vec{B}_p = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$$

Conductor rectilíneo (ej 3)

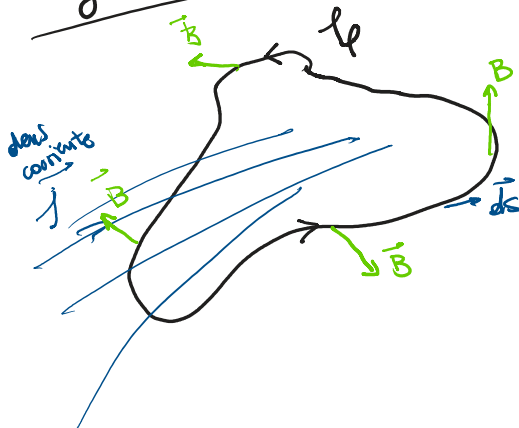
$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2\pi R} \frac{1}{\sqrt{L^2 + R^2}} \hat{e}_\phi$$



(ej 2)
espira circular



Ley Ampère



circulación de $\vec{B}$ en $\mathcal{C}$

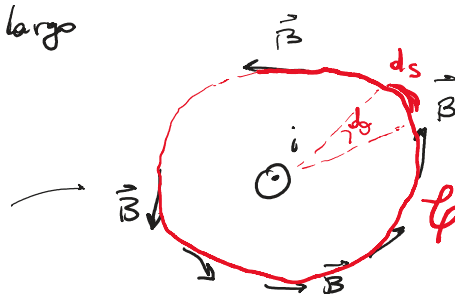
$$\oint_{\mathcal{C}} \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 i_{enc}$$

$$i_{enc} = \int_{Area} \vec{j} \cdot d\vec{a}$$

$$= j \cdot Area$$

$\uparrow$ j uniforme y $\vec{j} \perp d\vec{a}$

ej Cable recto largo



$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2\pi R} \hat{e}_\phi$$

$$d\vec{s} = (R d\phi \hat{e}_\phi)$$



ds

$\Rightarrow$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \int_0^{2\pi} B \cdot R d\theta = 2\pi R \cdot B$$

$$\Rightarrow 2\pi R \cdot B = \mu_0 i_{enc}$$

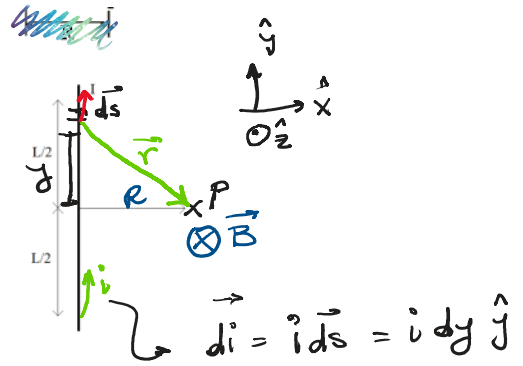
$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R} \xrightarrow{\text{simetria}} \vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2\pi R} \hat{e}_\phi$$

Ejercicio 3 Considere un conductor rectilíneo infinito que conduce una corriente I .

a) Demuestre que el campo magnético resultante $\vec{B}$ producido por un segmento de conductor de longitud L verifica, a una distancia R a lo largo de la mediatriz del segmento:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \frac{L}{\sqrt{L^2 + 4R^2}}$$

b) Se construye una espira cuadrada de lado L por la cual se hace circular una corriente i . Calcule el campo magnético $\vec{B}$ en un punto arbitrario sobre el eje normal a la espira.



$$\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\vec{di} \times \vec{r}}{r^3}$$

↓

$$dB = -\frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{R dy}{(R^2 + y^2)^{3/2}}$$

$$\begin{aligned} \vec{ds} \times \vec{r} &= (dy \hat{j}) \times (R \hat{x} - y \hat{y}) \\ &= (dy R \hat{j} \times \hat{x}) - (dy \cdot y \hat{j} \times \hat{y}) \\ &= dy R (-\hat{z}) \end{aligned}$$

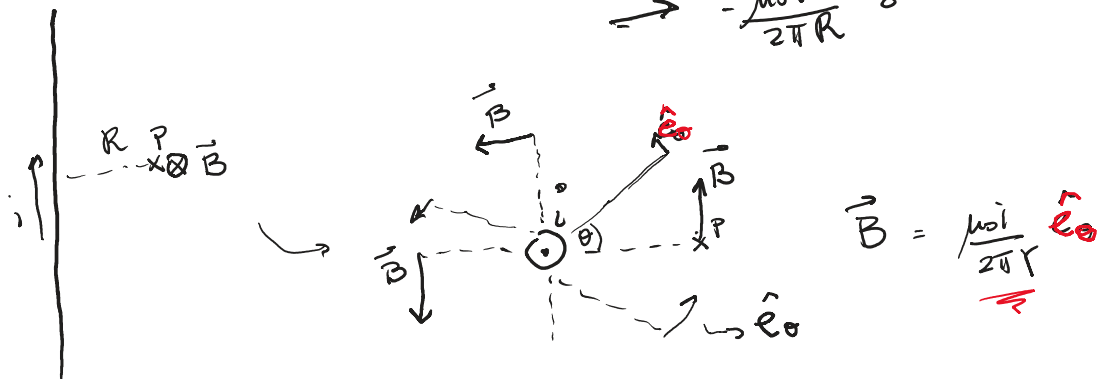
↳ entrante

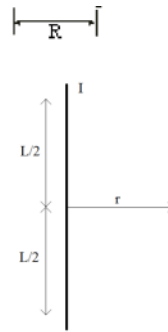
$$\vec{B} = -\frac{\mu_0 i R}{4\pi} \int_{-L/2}^{L/2} \frac{dy}{(R^2 + y^2)^{3/2}} \hat{z} = -\frac{\mu_0 i R}{4\pi} \left[\frac{y}{R^2 \sqrt{y^2 + R^2}} \right]_{-L/2}^{L/2} \hat{z}$$

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0 i}{2\pi R} \frac{L}{\sqrt{L^2 + 4R^2}} \hat{z}$$

campo del conductor rectilíneo finito

conductor rectilíneo infinito $\vec{B} \xrightarrow{L \gg R} \vec{B} = -\frac{\mu_0 i}{2\pi R} \frac{L}{\sqrt{L^2 + 4R^2}} \hat{z} \rightarrow -\frac{\mu_0 i}{2\pi R} \hat{z}$



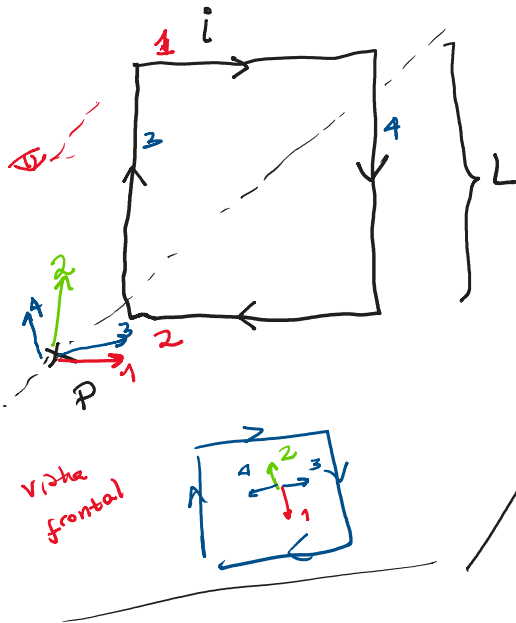


Ejercicio 3 Considere un conductor rectilíneo infinito que conduce una corriente I .

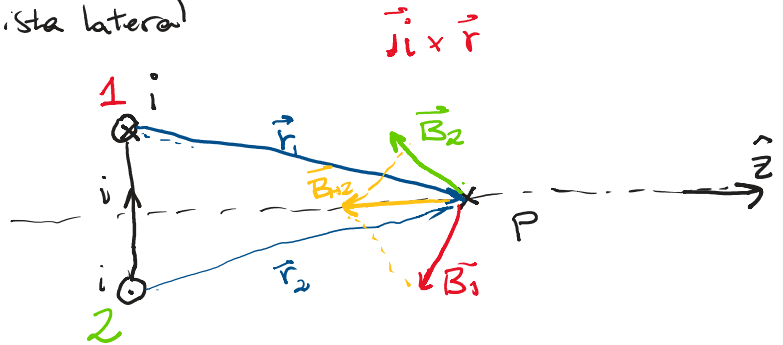
a) Demuestre que el campo magnético resultante $\vec{B}$ producido por un segmento de conductor de longitud L verifica, a una distancia R a lo largo de la mediatriz del segmento:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \frac{L}{\sqrt{L^2 + 4R^2}}$$

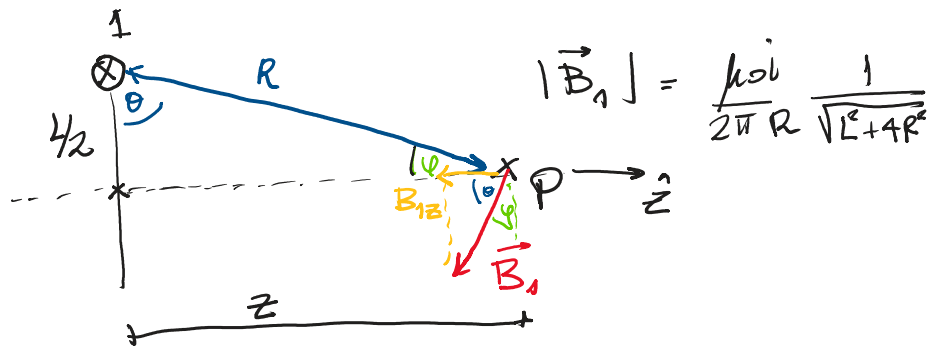
b) Se construye una espira cuadrada de lado L por la cual se hace circular una corriente i . Calcule el campo magnético $\vec{B}$ en un punto arbitrario sobre el eje normal a la espira.



Vista lateral



$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \vec{B}_4 = -4 B_{1z} \hat{z}$$



$$B_{1z} = |\vec{B}_1| \cos \theta = |\vec{B}_1| \sin \varphi = |\vec{B}_1| \frac{L/2}{R}$$

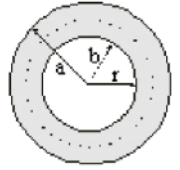
$\frac{ADY}{HIP} = \frac{L/2}{R}$
 $\frac{OP}{HIP} = \frac{L/2}{R}$

$$R = \sqrt{(L/2)^2 + z^2}$$

$$B_{Tot} = -4 B_{1z} \hat{z} = -4 \frac{\mu_0 i}{2\pi R} \frac{1}{\sqrt{L^2 + 4z^2}} \cdot \frac{L/2}{R} \hat{z} = -\frac{\mu_0 i}{\pi} \frac{L^2}{(L^2 + 4z^2)^{3/2}} \hat{z}$$

Ejercicio 5 La figura muestra la sección transversal de un conductor cilíndrico hueco de radios a y b , que conduce una corriente i uniformemente distribuída. Demuestre que para $r : b < r < a$ se verifica la igualdad:

$$B(r) = \frac{\mu_o i}{2\pi (a^2 - b^2)} \frac{r^2 - b^2}{r}$$



Ejercicio 8 (1er parcial FG2 2007) Un cable infinito de radio $R = 6,0\text{cm}$ y centro O contiene una cavidad cilíndrica de radio $R/2$ (a lo largo de todo el cable) centrada en un punto Q , como muestra la figura. Por el cable circula una corriente $I = 4,0\text{A}$ distribuida uniformemente saliente al plano de la figura.

¿Cuál es el módulo del campo magnético $\vec{B}$ en el punto P diametralmente opuesto a Q ? (Solución: $B = 4,4\mu\text{T}$)

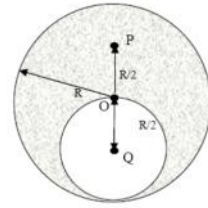


Diagram showing the superposition of the magnetic field:

$$\vec{B}_{\text{cable}} = \vec{B}_{\text{cable}} + \vec{B}_{\text{cavity}}$$

Where $\vec{B}_{\text{cable}}$ is the field of a solid cable and $\vec{B}_{\text{cavity}}$ is the field of a smaller cable with opposite current.

For the solid cable, the current density is uniform:

$$j = \frac{I}{\text{Area}} = \frac{I}{\pi R^2} = \frac{4}{3\pi R^2}$$

Using Ampere's law for the solid cable, the magnetic field at a distance r from the center is:

$$\oint \vec{B}_{\text{SH}} \cdot d\vec{s} = B_{\text{SH}} \cdot 2\pi r = \mu_0 I_{\text{enc}} = \mu_0 j \cdot \pi r^2$$

$$\Rightarrow B_{\text{SH}} = \frac{2}{3} \frac{\mu_0 I}{\pi R^2} r$$

For the cavity, the current density is $-j$ (into the page). The magnetic field at a distance r from the center of the cavity is:

$$B_{\text{HUECO}} = (-j) \cdot \pi (R/2)^2 = -I/3$$

$$\Rightarrow B_{\text{HUECO}} = \frac{\mu_0 (-I/3)}{2\pi r} = -\frac{\mu_0 I}{6\pi r}$$

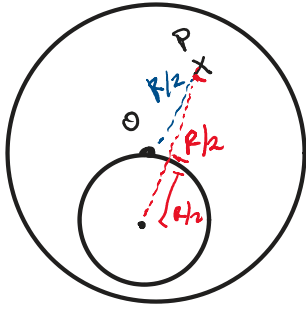
Por superposición:

The magnetic field at point P is the sum of the fields from the solid cable and the cavity:

$$B(P)_{\text{CON HUECO}} = B_{\text{SH}}(r=R/2) + B_{\text{HUECO}}(r=R) =$$

$$= \frac{2}{3} \frac{\mu_0 I}{\pi R^2} \left(\frac{R}{2}\right) - \frac{\mu_0 I}{6\pi R} = \frac{\mu_0 I}{6\pi R} = 4,4 \mu\text{T}$$

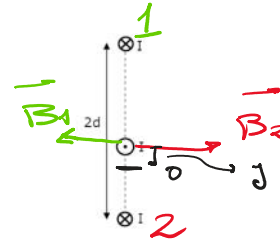
Given values: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$, $I = 4,0\text{A}$, $R = 6\text{cm}$.



$$= \frac{2}{3} \frac{\mu_0 v}{T} \frac{1}{R^2} - \frac{1}{6\pi R} - \frac{1}{6\pi R} \quad T, T \mu 1$$

Ejercicio 10 1er parcial FG2 2007 Entre dos cables fijos infinitos, separados por una distancia $2d$ y que transportan corrientes paralelas I , se coloca un tercer cable móvil con densidad lineal de masa ρ (masa por unidad de longitud). Éste transporta una corriente de igual módulo pero antiparalela a las dos anteriores.

Suponiendo que el tercer cable solo puede moverse en el plano que pasa por los cables fijos y se mantiene paralelo a ellos, calcule la frecuencia angular ω de las pequeñas oscilaciones que realiza entorno a su posición de equilibrio.

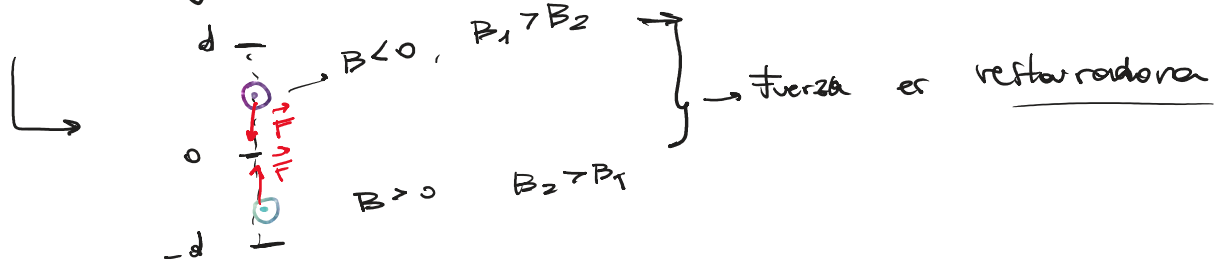
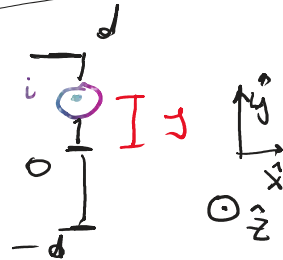


Solución

$$\omega = \sqrt{\frac{\mu_0 I}{\pi \rho d}}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{magnética}} &= i \vec{l} \times \vec{B}_T \\ &= (i l \hat{z}) \times B \hat{x} \\ &= i l B \hat{y} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \vec{B}_T(y) &= \vec{B}_1 + \vec{B}_2 \\ &= \frac{\mu_0 i}{2\pi} \left(\frac{1}{d+y} - \frac{1}{d-y} \right) \hat{x} \end{aligned}$$



$$F = i l B = m a_y \Rightarrow a_y = \frac{\mu_0 i}{2\pi \lambda} \cdot \left(\frac{1}{d+y} - \frac{1}{d-y} \right)$$

$$\Rightarrow \ddot{y} = - \frac{\mu_0 i^2}{\pi \lambda d^2} y$$

ecuación Mov Arm Simple

$$\omega = \sqrt{\frac{\mu_0 i^2}{\pi \lambda d^2}} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\pi \lambda}} \frac{i}{d}$$

$$\frac{1}{d} \frac{-2y/d}{(y/d)^2 - 2y/d + 1} \xrightarrow{y/d \ll 1} \sim -2y/d$$

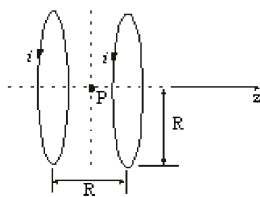
orden 0
orden 1 $1 - 2y/d$
orden 2 $1 - 2y/d + (y/d)^2$
 $y/d \ll 1$

Ejercicios para complementar:

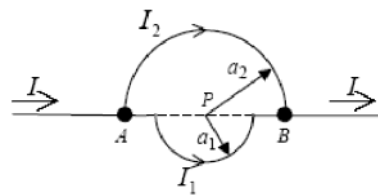
- Biot-Savart en coordenadas circulares: ej 2* y 9*
- Conductores rectilíneos como fuentes: ej 4
- Ampere: ejs 6*, 7

*más importantes

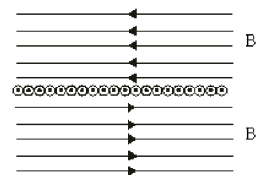
2



9



6



La semana que viene seguimos con el Practico 8, Ley de Faraday