

Imán cilíndrico frente a otro.

AMPLIACIÓN DE FÍSICA II

Una barra cilíndrica b de radio R , generatriz L y magnetización uniforme $\mathbf{M} = M\mathbf{k}$ está situada simétricamente respecto al plano xy de un sistema de coordenadas fijo cuyo origen se encuentra en el centro de b y cuyo eje z es el de revolución de b .

Otra barra b' cilíndrica de radio $r < R$, generatriz L , $1 \ll n'L$ y magnetización uniforme $\mathbf{M} = M'\mathbf{k}$ tiene su eje coincidente con el z a lo largo del cual puede desplazarse axialmente. Sea z la tercera coordenada cartesiana del centro de la base más baja de b' que comparten todos los puntos de e' .

- Obtenga el campo magnético que b crea en los puntos del eje z .

RESPUESTA:

Mediante la aplicación de la ley de Biot y Savart y teniendo en cuenta que, por consideraciones de simetría, la dirección del campo es \mathbf{k} , se tiene, considerando la corriente equivalente superficial

$$\lambda = M\mathbf{u}_\varphi$$
$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 R^2}{2} \mathbf{k} \left(\int_{-L/2}^{+L/2} \frac{M d\zeta}{(\sqrt{R^2 + (z - \zeta)^2})^3} \right)$$
$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 M R^2}{2} \mathbf{k} \left(\int_{-L/2}^{+L/2} \frac{d\zeta}{(\sqrt{R^2 + (z - \zeta)^2})^3} \right)$$

Donde si se realiza el cambio de variable

$$\tan \varphi = \frac{z - \zeta}{R}$$

queda

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 M}{2} (\sin \varphi_0 - \sin \varphi_1) \mathbf{k}$$

o bien

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 M}{2} \left(\frac{z + L/2}{\sqrt{R^2 + (z + L/2)^2}} - \frac{z - L/2}{\sqrt{R^2 + (z - L/2)^2}} \right) \mathbf{k}$$

- Determine el flujo del campo creado por b a través de un círculo coáxico situado a una cota z , suponiendo el campo en el círculo igual al campo en su centro.

RESPUESTA:

Obviamente

$$\Phi(z) = \frac{\mu_0 M \pi r^2}{2} \left(\frac{z + L/2}{\sqrt{R^2 + (z + L/2)^2}} - \frac{z - L/2}{\sqrt{R^2 + (z - L/2)^2}} \right)$$

- Calcule la fuerza que experimenta b' .

RESPUESTA:

$$F_z = M' \frac{\partial \int_z^{z+L} \Phi(\zeta) d\zeta}{\partial z} =$$

$$= M' (\Phi(z + L) - \Phi(z))$$

$$F_z = -\frac{\mu_0 M M' \pi r^2}{2} \left(2 \frac{z + L/2}{\sqrt{R^2 + (z + L/2)^2}} - \frac{z - L/2}{\sqrt{R^2 + (z - L/2)^2}} - \frac{z + 3L/2}{\sqrt{R^2 + (z + 3L/2)^2}} \right)$$

que es atractiva si las corrientes tienen el mismo sentido de circulación.