

Electromagnetismo FI2002-3 Otoño 2025**Profesor:** Ignacio Andrade S.**Auxiliares:** Felipe Carrasco & Pablo Guglielmetti.**Ayudante:** Facundo Esquivel.

Auxiliar 20: Momento dipolar magnético

P1. Sistema anti-gravedad

Considere un circuito constituido por una fuente de voltaje, un cable recto, un enrollado conductor y finalmente otro cable recto conectado a tierra. Por este circuito corre una corriente desconocida I . Los cables rectos tienen una densidad de $D[kg/m]$ y el enrollado una masa despreciable. En el centro del conductor está enrollado de manera que cada círculo concéntrico se encuentra en el mismo plano. Las circunferencias son de R , $2R$ y $3R$. Debe considerar que el plano del enrollado puede rotar en el eje que forman los cables rectos.

Existe en todo el espacio un campo magnético uniforme perpendicular al cable recto y a la gravedad de magnitud B .

Determine:

- La corriente mínima necesaria para que el conductor se mantenga suspendido pese a la gravedad.
- Dada esta corriente encuentre el torque que experimenta el enrollado, debido al campo magnético \vec{B} , en el eje de rotación señalado. Esto en función del ángulo que forma el plano del enrollado con el campo \vec{B} .

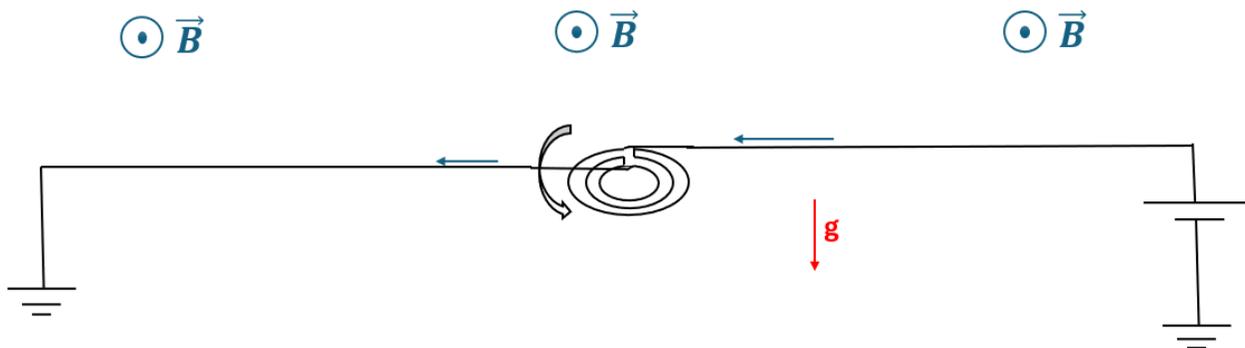


Figura 1: Circuito.

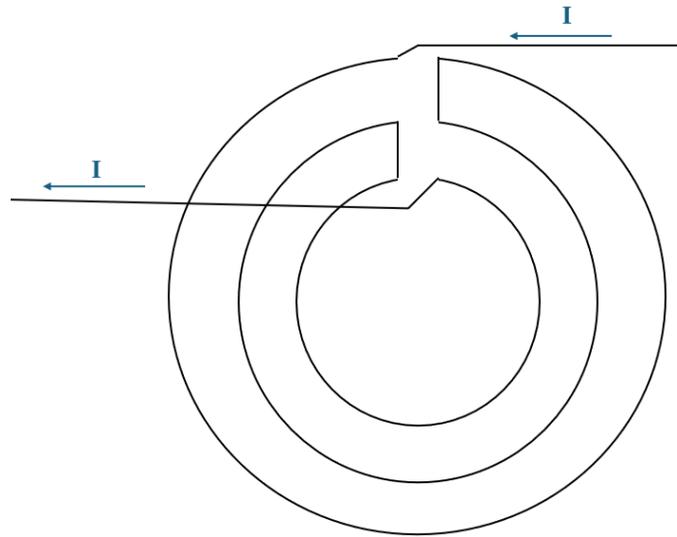


Figura 2: Enrollado.

Resumen

Fuerza de Lorentz

En presencia de un campo magnético, la partícula experimenta una fuerza:

$$\vec{F}_{\text{mag}} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

Donde q es la carga de la partícula, \vec{v} su velocidad y \vec{B} el campo magnético que percibe. La fuerza de Lorentz se define como la suma de la fuerza eléctrica y la fuerza magnética:

$$\vec{F}_{\text{Lorentz}} = \vec{F}_{\text{elec}} + \vec{F}_{\text{mag}} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

En el caso de calcular la fuerza que experimenta un conductor con corriente I , se utiliza la siguiente expresión derivada de la fuerza de Lorentz:

$$\vec{F} = \int I d\vec{l} \times \vec{B}$$

Donde $d\vec{l}$ es el elemento de longitud en la dirección de la corriente.

Para distribuciones superficiales o volumétricas de corriente, se generaliza como:

$$\vec{F} = \iint \vec{K} \times \vec{B} dS \quad (\text{sobre una superficie})$$

$$\vec{F} = \iiint \vec{J} \times \vec{B} dV \quad (\text{sobre un volumen})$$

Momento Dipolar Magnético y Dipolo Magnético

El momento dipolar magnético \vec{m} de una configuración viene dado por:

$$\vec{m} = \frac{1}{2} \int \vec{r} \times \vec{J} dV$$

Esta ecuación se puede reducir simplemente a:

$$\vec{m} = I\vec{A}$$

En la fórmula anterior, \vec{A} representa el área orientada, no el potencial vector.

Cuando aproximamos dipolarmente, se tiene que el potencial vector magnético $\vec{A}(\vec{r})$ para un dipolo puntual de momento dipolar \vec{m} es:

$$\vec{A}_{\text{dip}} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\vec{m} \times \vec{r}}{|\vec{r}|^3}$$

Al obtener el rotor de \vec{A} , se puede llegar a la expresión del campo magnético de un dipolo.

Torque en un Dipolo Magnético

La expresión para el torque en un dipolo magnético es:

$$\vec{\tau} = \vec{m} \times \vec{B}$$