Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Facultad de Ciencias

Escuela de Física

Momento de Torsión Magnética

Elaborado por: M.Sc. Francisco Solórzano

Objetivo

1. Determinar de forma experimental el momento magnético de un imán cilíndrico.
2. Determinar el momento de torsión magnética sobre un imán cilíndrico.

Materiales

- Bobina de Helmholtz
- Fuente de corriente d.c.
- Amperímetro
- Cables conductores
- Potenciómetro
- Imán cilíndrico
- Barra delgada
- Hilo
- Tijera
- Cinta métrica
- Cronometro
- Brújula
- Balanza

Teoría resumida

Cuando un dipolo magnético $\vec{m}$ se coloca en una región donde existe una inducción magnética uniforme $\vec{B}$, se observa que el dipolo comienza a oscilar producto del momento de torsión magnética que actúa sobre este. El momento de torsión magnética está dado por medio de la ecuación:

$$\vec{\tau} = \vec{m} \times \vec{B} \qquad (1)$$

$$y \quad su\ magnitud\ es\ \ \tau = m\ B\ Sen(\theta)$$

En el caso en que se tiene un imán con forma cilíndrica, este puede ser analizado utilizando un modelo en el cual se tomen N espiras muy juntas, tal como se muestra en la figura 1.

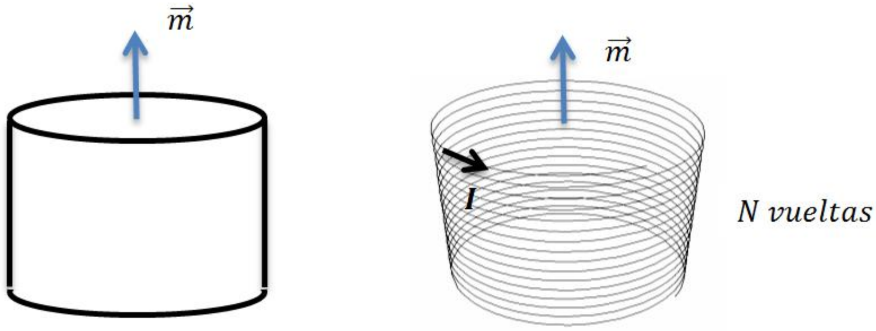

Figura 1. El imán cilíndrico permanente es modelado por medio de un conjunto de espiras y su momento dipolar magnético es aproximadamente $m \approx N_{iman}\, i_{\,Iman} \pi\, b^2$.

Al analizar el movimiento oscilatorio del imán, se debe considerar que el momento de torsión tiende a alinearlo en la misma dirección del campo **B**, de modo que la ecuación que describe esto es:

$$\sum \tau = I\, \alpha \tag{2}$$

$$-\, m\, B\, Sen(\theta) \;= I\, \frac{d^2\theta}{dt^2} \tag{3}$$

En el caso en que el ángulo de las oscilaciones sea pequeño, se puede utilizar la aproximación $Sen(\theta) \approx \theta$.

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\, \frac{m\, B}{I}\, \theta \tag{4}$$

La ecuación anterior es la del oscilador armónico simple, cuya solución es:

$$\theta = \theta_0\, Cos(\omega\, t + \varphi) \tag{5}$$

$$\frac{d^2\, \theta}{dt^2} = -\, \omega^2\, \theta \tag{6}$$

Al comparar la ecuación (4) y (6) se encuentra que la frecuencia angular es función del momento dipolar magnético, la inducción y el momento de inercia.

$$\omega = \sqrt{\frac{m\, B}{I}} \tag{7}$$

Donde

$$m \;\approx\; N_{iman}\, i_{\,Iman}\, \pi\, b^2 \qquad y \qquad B \approx B_{H\,T} + \frac{8\, \mu\, N_{Bobina}\;\; i}{5^{3/2}\; a}$$

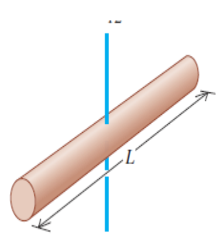

Figura 2. Momento de Inercia de un cilindro con su eje tal como se muestra en la figura $I = \frac{1}{12}\, M\, L^2$

Procedimiento experimental y toma de datos

1. Calibre la balanza y posteriormente mida la masa M del imán con forma de cilindro.
2. Mida la longitud L del imán.
3. Anote tanto la masa como la longitud del imán en la tabla 1, en la sección de registro de datos.
4. Tome un trozo del hilo y ate un extremo a la barra que será utilizada como soporte y el otro extremo al imán cilíndrico.
5. Coloque la barra soporte sobre la bobina de Helmholtz, tal como se muestra en la figura 2.
6. Ajuste el potenciómetro a 10.0 Ω.
7. Oriente la bobina de Helmholtz de modo que su eje coincida con la componente horizontal del campo magnético terrestre.
8. Arme un circuito en serie conectando la fuente, el potenciómetro, la bobina de Helmholtz y el amperímetro (ver diagrama en la figura 3).
9. Inicialmente el imán deberá estar realizando oscilaciones aun con la fuente apagada, esto es producido por el campo magnético terrestre. Familiarícese con la oscilación del imán, y usando el cronometro tome el tiempo que tarda en oscilar 10 veces.
10. Encienda la fuente y ajuste la corriente a 0.250 A.
11. Espere unos segundos para que la oscilación se estabilice y tome el tiempo que el imán tarda en oscilar 10 veces.
12. Repetir los pasos 10 y 11 para corrientes de 0.500 A, 0.750 A y 1.000 A y anotarlos en la tabla 2.

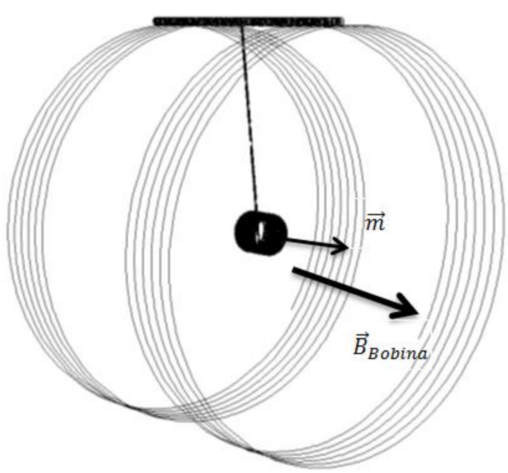

Figura 3. En la bobina de Helmholtz se produce un campo aproximadamente uniforme, dicho campo interactúa con el imán, produciendo un par cuya magnitud es m B Sen(θ).

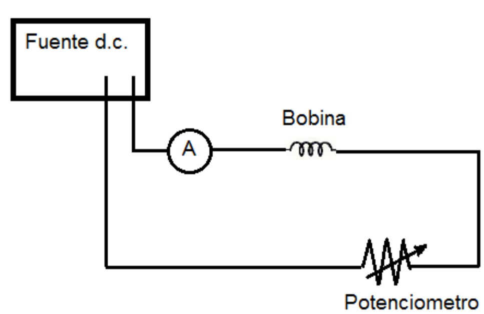

Figura 4. Diagrama del circuito en serie que debe montar.

REGISTRO DE DATOS

Tabla 1. Información del imán

Masa (kg)	Longitud (m)

Tabla 2. Mediciones de tiempo para 10 oscilaciones

No	i (A)	$T_{de\ 10\ osc.}$ (s)	T (s)
1	0		
2			
3			
4			
5			

CALCULOS

1. Calcular el momento de inercia del imán cilíndrico utilizando su masa y longitud.
2. Calcule la inducción que producen las distintas corrientes usando $B_{HT} = 2.7*10^{-5}$ T.

RESULTADOS

1. Complete la tabla 3 utilizando los valores medidos en el laboratorio de la corriente.
2. Realice un gráfico de la relación B/I vs. ω^2.
3. Usando Excel encuentre la ecuación de la recta para el grafico anterior.

No	B(T)	f (Hz)	ω (rad/s)	ω^2 (rad/s)^2	B/I (T/A m^2)
1					
2					
3					
4					
5					

CUESTIONARIO

1. Utilice el análisis presentado en el marco teórico y la ecuación de la recta para determinar el valor del momento dipolar magnético.
2. Como usted ha de recordar, el campo magnético terrestre tiene una componente horizontal y una vertical. ¿Explique por qué no ha sido tomada en cuenta la componente vertical en este caso?

3. En el caso en que al realizar el montaje, se alinea el momento dipolar magnético del imán en dirección opuesta al campo de la bobina, ¿considera que las oscilaciones serán pequeñas? Explique.
4. Determine el momento de torsión máximo que actuó sobre el imán para cada corriente.

Referencias

- Wagsness Roald (1994). Campos Electromagnéticos Limusa.
- Sears, Zemansky, Young y Freedman (2004). Física Universitaria. Undécima edición. Editorial Pearson Educación. Mexico. Volumen 1.
- Lacomba Perales , R., & Ruiz Fuertes, J. (2004). Dipolos Magneticos.