

Laboratorio Número 6

Escuela de Ciencias, Departamento de
Ciencias Físicas, Universidad EAFIT

Mesa 4

| Nombre | Correo |
|-------------------------|-----------------------|
| Juan Manuel Young Hoyos | jmyoungh@eafit.edu.co |

Maria Cristina López Areiza

Medellín, March 31, 2023

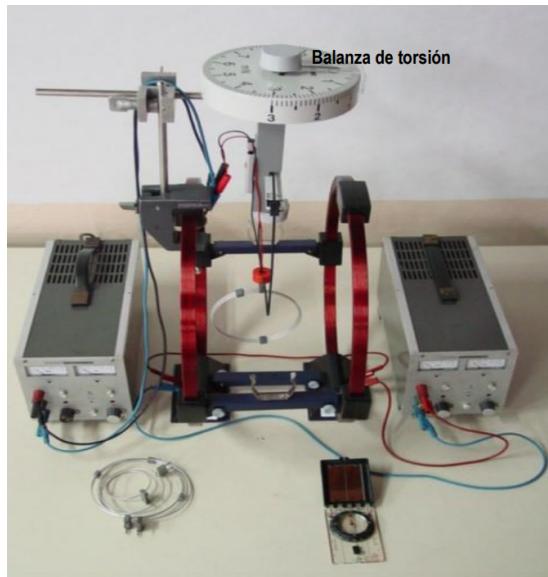
Contents

| | |
|---|----------|
| 1 Alineación del sistema | 2 |
| 2 Calcular intensidad del Campo Magnético | 3 |
| 3 Cálculo de Torque con bobina 1 | 3 |
| 3.1 Encender y ajustar las fuentes | 3 |
| 3.2 Medir desplazamiento | 3 |
| 3.3 Repetir | 3 |
| 3.4 Graficar τ_T vs i | 3 |
| 4 Cálculo de Torque Torque con bobina 2 | 3 |
| 4.1 Variar la corriente I | 3 |
| 4.2 Calcular el campo magnético B | 3 |
| 5 Cálculo de Torque Torque por cantidad de espiras | 3 |
| 5.1 Graficar τ vs N | 4 |
| 6 Cálculo de Torque Torque por cantidad área de espiras | 4 |
| 6.1 Graficar τ vs A | 4 |
| 7 Agregar en su informe comentarios, sugerencias, causas de error y conclusiones | 4 |
| 7.1 Qué factores pueden afectar el cálculo experimental? | 4 |
| 7.2 Conclusiones | 4 |
| 7.3 Imanes | 4 |
| 7.4 Campo magnético terrestre | 5 |

Procedimiento Laboratorio

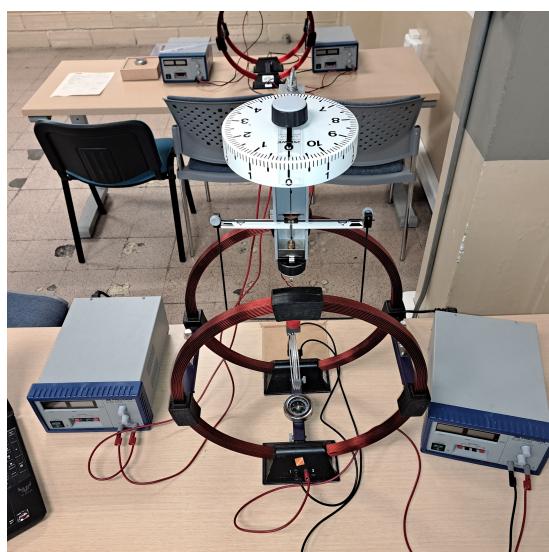
1 | Alineación del sistema

Familiarizarse con el montaje hecho para este experimento, mostrado en la Figura 1.



(a) Figura 1. Montaje para la medida del torque producido en una espira.

Se realizó el siguiente montaje, con dos fuentes de alimentación de energía, la primera lleva corriente a las bobinas de Helmholtz creando un campo magnético constante, la segunda lleva corriente a la espira, cuyo vector de área debe ser perpendicular a la dirección del campo magnético, la corriente en movimiento alrededor de la espira circular, genera un campo magnético que interactúa con el campo de las bobinas, provocando un torque o movimiento de la espira, la fuerza de dicho torque se calcula experimentalmente con el dinamo de torsión, este al estar conectado a la espira se gira para llevarla a su posición original y nos muestra la fuerza necesaria para esta acción, la cual es equivalente a la fuerza del torque que la desacomodó de su posición inicial. Ahora bien, el montaje fue de la siguiente manera:



(a) Figura 2. Montaje propio para la medida del torque producido en una espira.

2 | Calcular intensidad del Campo Magnético

Ajustar la corriente I (de las bobinas de Helmholtz) a $2A$. Con ayuda de una brújula notar la presencia de un campo magnético en el interior de la bobina. Con los parámetros fijados y con la expresión de Helmholtz, calcular la intensidad del campo magnético.

Expresión de Helmholtz:

$$B = \mu_0 \times 0.715 \times M \times \frac{I}{R}$$

| Datos Bobinas | |
|---------------|-------------|
| Constante | 0,715 |
| U | 0,000001256 |
| M | 154 |
| R (m) | 0,2 |
| I (A) | 3 |
| B (T) | 0,002074472 |

(a) Figura 3. Calculo de intensidad del Campo Magnético

3 | Cálculo de Torque con bobina 1

Apagar las fuentes y colocar en la balanza de torsión una bobina de prueba de $N_3 = 3$ espiras, de tal forma tal que el ángulo entre el campo magnético y la normal a la bobina de prueba sea $\theta = 90^\circ$. Con las dos fuentes apagadas, ajustar la posición de la balanza de torsión en cero

3.1 | Encender y ajustar las fuentes

Encender y ajustar las fuentes para que circule una corriente $i = 0.5A$ por la bobina de prueba de tres vueltas y establecer $I = 2A$ por las bobinas de Helmholtz. El montaje fue el siguiente: ...

3.2 | Medir desplazamiento

Volver a equilibrar la balanza y medir este desplazamiento; esto es, la fuerza aplicada en el brazo del dinamómetro $\tau_E = F \times d$, donde $d = 0.11m$ y F es la lectura del dinamómetro (en milinewtons).

3.3 | Repetir

Repetir los pasos anteriores con las corrientes que se muestran en la tabla siguiente:

3.4 | Graficar τ_T vs i

Graficar τ_T vs i , teórico y práctico en un mismo plano cartesiano y encontrar la pendiente. Además, describir el significado físico de esta pendiente.

4 | Cálculo de Torque con bobina 2

Utilizar los siguientes parámetros: $i = 2A$, $N_3 = 3$, $\theta = 90^\circ$. Apagar las fuentes y ajustar la balanza a su posición de cero.

4.1 | Variar la corriente I

Variar la corriente I de acuerdo a los valores de la siguiente tabla:

4.2 | Calcular el campo magnético B

Calcular el campo magnético B con cada valor de corriente y graficar θ vs B , tanto teórica como experimentalmente en un mismo plano cartesiano y encontrar la pendiente. Además, identificar el significado físico de esta pendiente.

5 | Cálculo de Torque Torque por cantidad de espiras

Ajustar $I = i = 2A$ y $\theta = 90^\circ$. Apagar las fuentes y conectar bobinas de prueba de 3, 2, 1 espiras de igual área y en cada caso hacer medidas de torque.

Nota: Al colocar cada espira con las fuentes apagadas se debe ajustar la balanza en la posición de cero.

5.1 | Graficar τ vs N

Graficar τ vs N , teórico y práctico en un mismo plano cartesiano, obtener la pendiente y especificar su significado físico.

6 | Cálculo de Torque Torque por cantidad área de espiras

Similar al literal anterior, conectar bobinas de 1 espira y diferente área, en cada caso calcular el área y medir el torque. Ajustar $I = i = 2A$, $N = 1$ y $\theta = 90^\circ$.

6.1 | Graficar τ vs A

Graficar τ vs A , teórico y práctico en un mismo plano cartesiano, obtener la pendiente y especificar su significado físico.

7 | Agregar en su informe comentarios, sugerencias, causas de error y conclusiones

7.1 | Qué factores pueden afectar el cálculo experimental?

- En la toma de datos puede haber discrepancias:
 - Esto se da por que puede llegar a existir un error en la calibración del equipo.
 - Esto se da por que puede llegar a existir un error en la hora de medir algunos valores.

7.2 | Conclusiones

En este informe número 6, pudimos ver:

- Se logra medir el torque magnético y se demostró las relaciones que tienen cada una de las cantidades con el torque, y de este modo desarrollando una mayor comprensión de la teoría abordada.
- Identificamos la presencia de campos magnéticos con ayuda de una brújula, debido a que la aguja se alineó en la dirección de dichos campos, permitiéndonos una "imagen más o menos mental" de estos campos.

7.3 | Imanes

7.3.1 | Determine las líneas de campo de los diferentes imanes

Con las limaduras de hierro determine las líneas de campo de los diferentes imanes, como se muestra en la figura adjunta.

7.3.2 | Encontrar los polos norte y sur

Con dos imanes encontrar los polos norte y sur de cada uno de ellos.

7.3.3 | Para dos imanes comprobar

Para dos imanes comprobar que polos magnéticos del mismo tipo se repelen y polos magnéticos de distinto tipo se atraen.

Se trata de manejar una pareja de imanes y observar las posiciones en donde la atracción es máxima y las posiciones en donde la repulsión es máxima. Igualmente, se trata de visualizar el campo magnético con limaduras de hierro en las siguientes situaciones:

- Un imán.
- Dos imanes con polos idénticos enfrentados.
- Dos imanes con polos opuestos enfrentados.

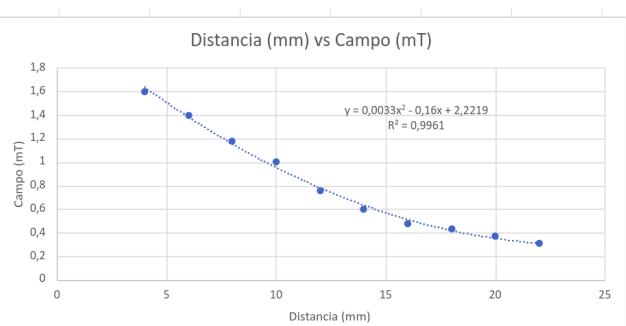
7.3.4 | Teslámetro

Con ayuda del teslámetro mida el campo magnético para una distancia constante en diferentes imanes y determine cual tiene mayor fuerza magnética.

7.3.5 | Geometría del teslámetro

De acuerdo con la geometría del teslámetro construya la siguiente tabla, midiendo el campo magnético de tres imanes diferentes a diferentes distancias.

| Distancia (mm) | Campo (mT) |
|----------------|------------|
| 4 | 1,6 |
| 6 | 1,4 |
| 8 | 1,18 |
| 10 | 1 |
| 12 | 0,76 |
| 14 | 0,6 |
| 16 | 0,48 |
| 18 | 0,43 |
| 20 | 0,37 |
| 22 | 0,31 |



(a) B vs d

7.3.6 | ¿Cómo varía B con d ?

Analizando los resultados de la tabla y el grafico B vs d que estos resultados nos brindan, se comprueba que la medida del campo magnético depende indirectamente de la distancia a la cual este se está midiendo, dado que este se hace menor a medida que aumenta la distancia, y aumenta al reducir la distancia del imán que lo genera con el teslámetro que lo mide.

7.3.7 | ¿Qué significado tiene la expresión de que un imán es muy potente?

Esta expresión hace referencia a su densidad de líneas de campo magnético, porque al ser mayor, la fuerza magnética con la que atrae a otros imanes, o algunos materiales metálicos serán mayor.

7.3.8 | Comparado con el campo magnético de la Tierra

Comparado con el campo magnético de la Tierra, ¿qué orden de magnitud tienen los valores que usted midió para el campo magnético de los imanes?

La tierra funciona como un gran imán cuya magnitud oscila entre:

2.5×10^{-5} y 6.5×10^{-5} (T) Teslas siendo mayor en los polos y menor cerca de la linea del ecuador. Para la respuesta tendremos en cuenta que la magnitud del campo magnético de la tierra medido en la superficie

de la tierra puede alcanzar un valor máximo de 6.5×10^{-5} (T) y que el valor de campo magnético más grande alcanzado por uno de los imanes en el laboratorio fue de 4.02×10^{-2} .

Al analizar esto, se puede observar que el campo magnético de los imanes tiene un orden de 10^{-2} el cual es mil veces mayor que el de la tierra que tiene un orden de magnitud de 10^{-5} .

7.4 | Campo magnético terrestre

7.4.1 | Montaje Figura 2

Realice el montaje mostrado en la Figura 2.

7.4.2 | Brújula en el centro

Sin haber encendido la fuente, coloque la brújula en el centro de las bobinas. La dirección hacia donde apunta la brújula, es la dirección del campo magnético terrestre. Ubique las bobinas de modo que su plano esté en la dirección del campo magnético terrestre, o sea que su eje este en la dirección este-oeste, como se observa en la Figura 2.

7.4.3 | Encontrar los polos norte y sur

Encienda la fuente de voltaje y ajuste una corriente hasta que la aguja de la brújula se ubique en $\phi = 10^\circ$. La aguja de la brújula se orienta en dirección del campo magnético resultante de combinar el campo magnético de las bobinas y el campo magnético terrestre. Tome la dirección norte-sur para medir los ángulos, es decir, tome como la orientación de la aguja de la brújula cuando la corriente por las bobinas es cero, como se observa en la Figura 2. Registre la medida de la corriente mostrada en el miliamperímetro, en la casilla de la tabla que aparece a continuación y calcule BH con la relación (6): Sí no es posible colocar la aguja de la brújula en los ángulos sugeridos, defina usted por lo menos 7 posiciones angulares y realice:

| Ángulo (θ) | Tan (θ) | I (A) | BH (T) |
|---------------------|------------------|-------|-----------|
| 26 | 0,488 | 0,01 | 6,92,E-06 |
| 44 | 0,966 | 0,03 | 2,08,E-05 |
| 54 | 1,376 | 0,04 | 2,77,E-05 |
| 62 | 1,881 | 0,06 | 4,15,E-05 |
| 68 | 2,475 | 0,08 | 5,53,E-05 |

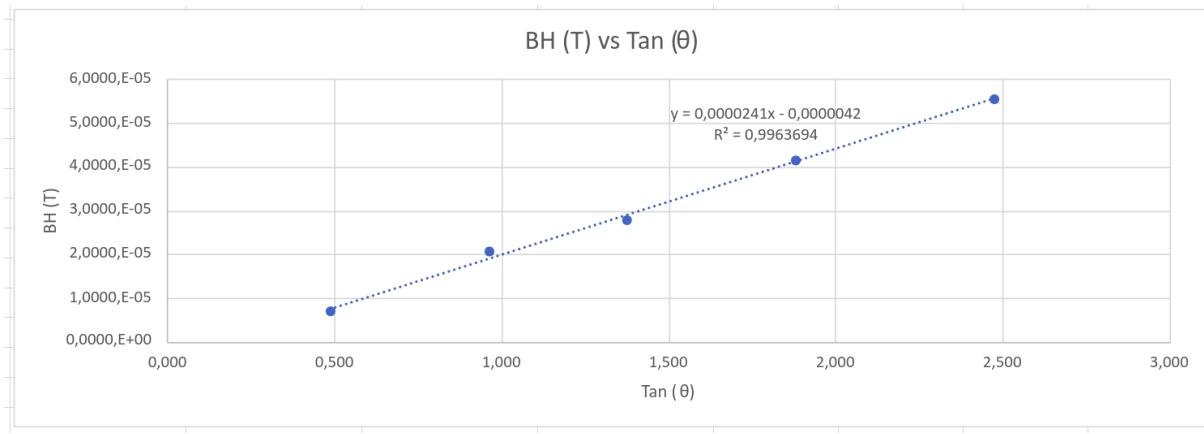
(a) Tabla 1.2.3.1

| BH(T) vs tan | |
|--------------|------------------|
| BH (T) | Tan (θ) |
| 6,9184,E-06 | 0,488 |
| 2,0755,E-05 | 0,966 |
| 2,7674,E-05 | 1,376 |
| 4,1510,E-05 | 1,881 |
| 5,5347,E-05 | 2,475 |

(a) Tabla 1.2.3.2

7.4.4 | Grafique $BH(I)$ vs $\tan(\phi)$

Grafique $BH(I)$ vs $\tan(\phi)$:



(a) $BH(I)$ vs $\tan(\phi)$

7.4.5 | campo magnético terrestre

Encuentre el campo magnético terrestre haciendo uso de la pendiente de la gráfica anterior (use regresión lineal).

Teniendo en cuenta la fórmula de la recta:

$$y = mx$$

Y teniendo en cuenta la ecuación 7 de la orientación del ángulo de la brújula sometida a ambos campos:

$$\tan(\phi) = \frac{B_H(I)}{B_T}$$

Despejemos B_H

$$B_H(I) = \tan(\phi) \times B_T$$

Ahora relacionamos que en el eje coordenado y tenemos $B_H(I)$ (campo magnético de las bobinas) y en el eje coordenado x tenemos $\tan(\phi)$ (el ángulo resultante de la acción de los dos campos magnéticos sobre la brújula) podemos decir que $m = B_T$, es decir B_T es la pendiente, entonces la pendiente de la gráfica realizada debe ser igual o muy parecida al campo magnético de la tierra.

7.4.6 | Porcentaje de error relativo

Para evaluar el porcentaje de error relativo, del campo magnético terrestre hallado experimentalmente, consulte en la red (en una fuente de información confiable) el valor del campo magnético en la ciudad de Medellín.

El valor del campo magnético en la ciudad de Medellín es de:

$$3.11861 \times 10^{-5} T (\text{Teslas})$$

Entonces el error relativo es igual a:

$$\% \text{Error relativo} = \frac{|3.11861 \times 10^{-5} - 2.41 \times 10^{-5}|}{3.11861 \times 10^{-5}}$$

$$\% \text{Error relativo} = 22.72\%$$