

Laboratorio 3.- UBA

Campo magnético terrestre. Ley de Biot–Savart.

Paula Beati.

Marysol Sapoznik.

19 de octubre de 1999.

Campo magnético terrestre.

Sabiendo que el campo magnético sobre el eje de una bobina de Helmholtz está dado por

$$B_z(z) = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot i}{R} \cdot \frac{8}{5^{3/2}} \cdot \left(1 - \frac{144}{125} \cdot \left(\frac{z - R/2}{R}\right)^4\right)$$

donde

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Tesla.m/Ampere

N es el número de espiras (400)

R es el radio de las espiras (0.13 ± 0.005 m)

i es la corriente que circula por cada espira medida en Ampere

z es la distancia sobre el eje común al punto medio entre las dos bobinas.

Colocando la brújula en la posición $z=0$ (punto medio sobre el eje de las dos bobinas) y, con la bobina sin corriente, se determinó la dirección del campo magnético terrestre. Se alineó la bobina con su plano en la dirección del campo magnético del lugar. Se hizo pasar una corriente de intensidad variable por las espiras y se determinó la variación del ángulo θ en función de la intensidad. Se calculó el valor del campo magnético terrestre conociendo la pendiente de la recta $\tan(\theta)$ en función de i.

$$B_z(z=0) = 2,567 \cdot 10^{-3} (T/A) \cdot i$$

$$\tan \mathbf{q} = \frac{B_z}{B_T}$$

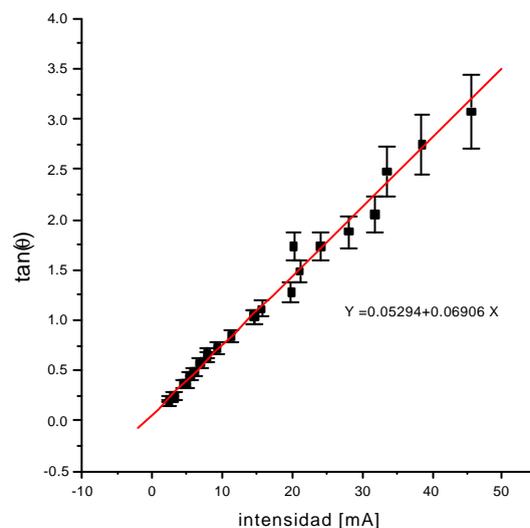
$$\tan \mathbf{q} = \frac{2,567 \cdot 10^{-3} (T/A) \cdot i}{B_T} \cdot i$$

$$\frac{2,567 \cdot 10^{-3} (T/A)}{B_T} = 69,06 \pm 1,8 (1/A)$$

$$B_T = 3,72 \cdot 10^{-5} \pm 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ Tesla}$$

$$B_T = 0,37 \pm 0,02 \text{ Gauss}$$

$$E_{\%}^{B_T} = 5\%$$



Campo magnético terrestre. Ley de Biot–Savart.. P. Beati. M. Sapoznik.

Campo magnético de una espira a lo largo de su eje.

Usando una brújula, una regla y una bobina de 200 vueltas se determinó el campo magnético de una espira a lo largo de su eje.

Se determinó la dirección del campo magnético terrestre con la brújula y la bobina sin corriente. Se alineó la bobina de forma tal que su plano esté en la dirección perpendicular al campo magnético del lugar (B_T).

Colocando una regla a lo largo del eje z de las espiras, se determinó el ángulo ν formado por la dirección del campo magnético terrestre y la aguja de la brújula, en función a la distancia al centro de las espiras.

Sabiendo que

$$\tan(\mathbf{q}) = \frac{B_E \cdot 200}{B_T}$$

se calculó el campo magnético en el eje de la espira (B_E^{exp}) como

$$B_E^{\text{exp}} = \frac{\tan(\mathbf{q}) \cdot B_T^{\text{exp}}}{200}$$

La figura 1 muestra el valor de B_E^{exp} en función de z, comparándolo con el valor teórico (ley de Biot –Savart). Se ajustó la curva de B_E^{exp} vs. z por la función

$$B_E^{\text{exp}} = A \cdot \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{3/2}}$$

obteniéndose

$$A = 4.61 \cdot 10^{-8} \pm 1.1 \cdot 10^{-9} \text{ Tesla.m}$$

$$R = 0.103 \pm 0.003 \text{ m}$$

Según la ley de Biot-Savart

$$B_E(z) = \frac{\mu_0}{2} \cdot i \cdot \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{3/2}},$$

entonces los parámetros del ajuste R y A deberían ser iguales al radio de la espira (0.13m) y a

$$\frac{\mu_0}{2} \cdot i = 2 \cdot \Pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tesla.m}}{\text{Ampere}} \cdot 0.0387 \text{ Ampere}$$

$$= 2.4 \cdot 10^{-8} \text{ Tesla.m}$$

respectivamente.

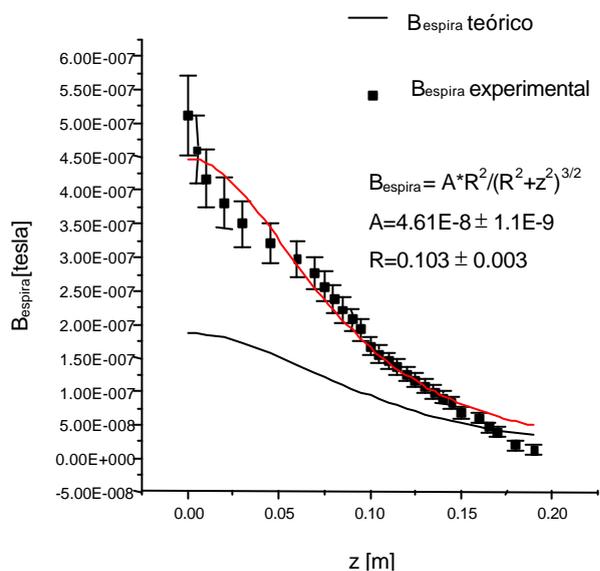


Figura 1. Comparación del valor teórico y experimental del campo magnético sobre el eje de una espira.

Conclusiones.

La precisión en la determinación del campo magnético terrestre puede considerarse buena y el resultado obtenido es del orden correcto.

Si bien los valores de A y R medidos directamente son del mismo orden que los obtenidos en el ajuste, existen diferencias significativas entre ellos.

$$R_{\text{medido}} = 0.136001 \text{ m}$$

$$R_{\text{fit}} = 0.10360003 \text{ m}$$

$$A_{\text{medido}} = 2.4 \cdot 10^{-8} \text{ } 66.3 \cdot 10^{-10} \text{ Tesla.m}$$

$$A_{\text{fit}} = 4.61 \cdot 10^{-8} \text{ } 6 \cdot 1.1 \cdot 10^{-9} \text{ Tesla.m}$$

Se calculó la discrepancia entre estos valores:

Si

$$x_1 = x_{\text{medido}} \pm \Delta x_{\text{medido}}$$

$$x_2 = x_{\text{fit}} \pm \Delta x_{\text{fit}}$$

$$x = \{A, R\}$$

$$\Delta x = \sqrt{\Delta x_{\text{medido}}^2 + \Delta x_{\text{fit}}^2}$$

se obtiene

$$|x_{\text{medido}} - x_{\text{fit}}| > 2 \cdot \Delta x$$

$$0,027 = |R_{\text{medido}} - R_{\text{fit}}| > 2 \cdot \Delta R = 0,0208$$

$$2,21 \cdot 10^{-8} = |A_{\text{medido}} - A_{\text{fit}}| > 2 \cdot \Delta A = 2,54 \cdot 10^{-9}$$

Esta discrepancia probablemente se deba al resultado poco exacto del campo magnético terrestre obtenido experimentalmente.