



## FUERZAS MAGNÉTICAS

### 1. Objetivos

El objetivo de esta práctica es la medida de la fuerza magnética que experimenta una corriente en presencia de un campo magnético.

### 2. Fundamentos teóricos

Cuando una corriente se encuentra inmersa en una región del espacio donde hay establecido un campo magnético, experimenta una fuerza que es simplemente la suma de las fuerzas magnéticas sobre las partículas cargadas cuyo movimiento produce la corriente. En el caso particular de un tramo recto de corriente en presencia de un campo magnético uniforme, esta fuerza magnética viene dada por la expresión

$$\vec{F}_m = I \vec{\ell} \times \vec{B} \quad [1]$$

donde  $I$  es la corriente que circula por el tramo;  $\vec{\ell}$  es un vector cuyo módulo es la longitud del tramo de corriente, su dirección es la determinada por el tramo rectilíneo y su sentido es el de avance de la corriente, y  $\vec{B}$  es el vector inducción magnética.

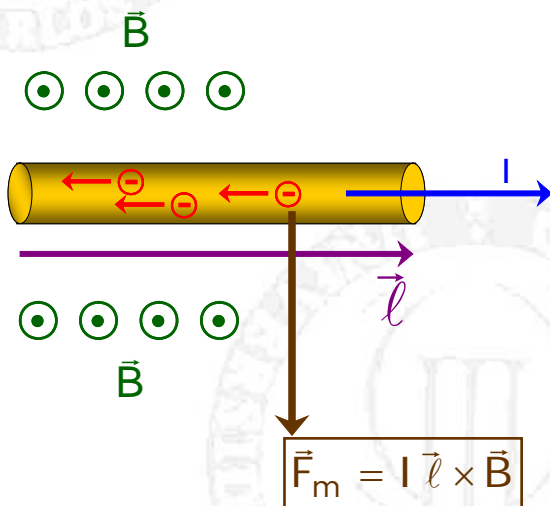


Figura 1

Si  $\vec{B}$  y  $\vec{\ell}$  son dos vectores perpendiculares, la expresión del módulo de la fuerza magnética que experimenta la corriente adquiere una forma muy sencilla:

$$F_m = I \ell B \quad [2]$$

### 3. Para saber más...

● SERWAY, RA & JEWETT, JW. "FISICA" Volumen 2. 3ª edición Ed Thomson 2003

Cap. 22 "Fuerzas magnéticas y campos magnéticos"

- 22.5 Fuerza magnética sobre un portador conductor de corriente

● TIPLER, PA & MOSCA, G. "FISICA" Volumen 2. 5ª edición Ed Reverté 2005

Cap. 26 "El campo magnético"

- 26.1 Fuerza ejercida por un campo magnético

#### *En internet*

<http://www.sciencejoywagon.com/physicszone/lesson/otherpub/wfendt/lorentzforce.htm>  
(en inglés)

<http://www.walter-fendt.de/ph11e/electricmotor.htm> (en inglés)

[http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnetismo/campo\\_magnetico/varilla/varilla.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnetismo/campo_magnetico/varilla/varilla.htm)

#### 4. Material

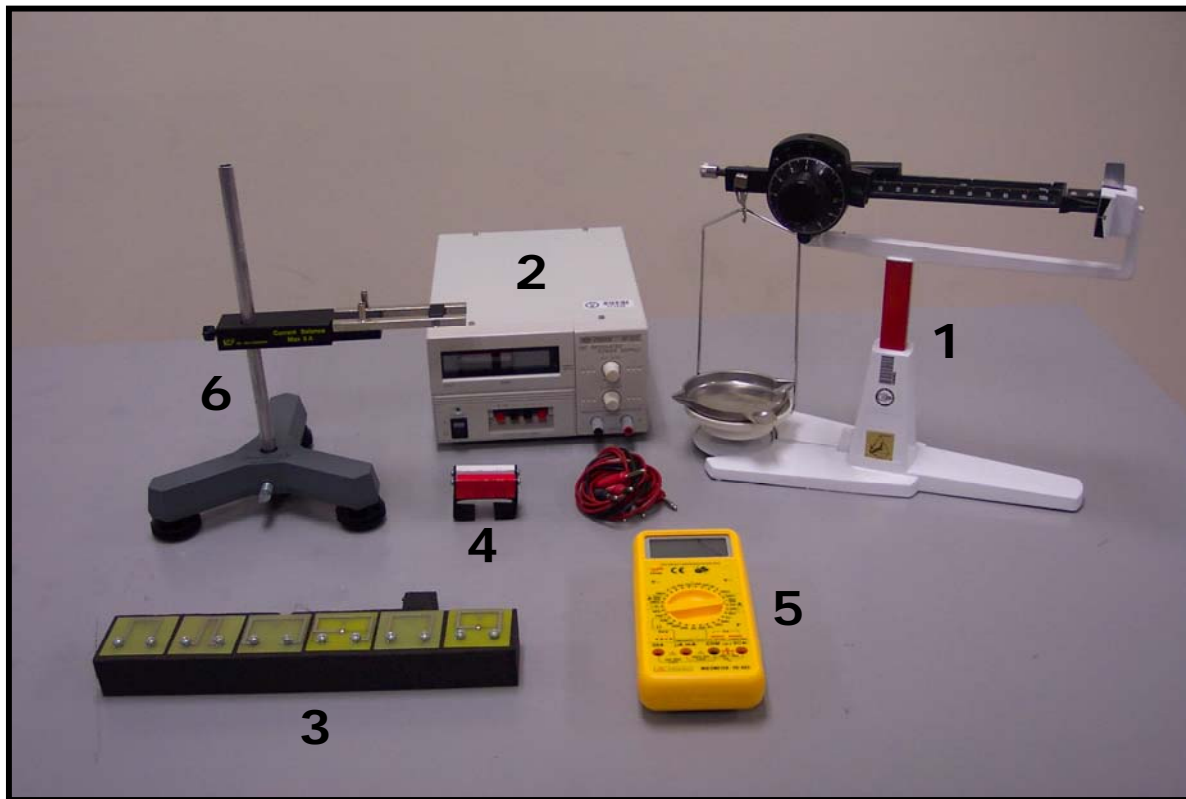


Figura 2

1. Balanza de precisión 0.01 g
2. Fuente de alimentación 0-5 A DC (corriente continua)
3. Conjunto de circuitos
4. Imán
5. Amperímetro
6. Soporte del circuito

## 5. Método experimental

### 5.1 Balanza: equilibrado y medida

Debemos de colocar la balanza sobre una superficie horizontal y libre de vibraciones. A continuación, colocaremos el imán en el plato de la balanza. Antes de empezar el proceso de calibración, hay que mover las dos pesas correderas (pesa de 100 g y pesa de 10 g) a la izquierda, hasta que ambas se sitúen en la posición "0". Moveremos también el dial de la rueda hasta que marque "0". En esta situación, el brazo de la balanza deberá estar volcado hacia arriba.

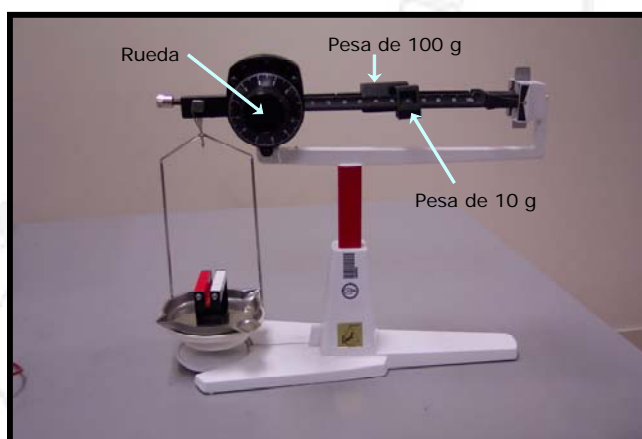


Figura 3

Para equilibrar la balanza, procederemos de la siguiente manera. Movemos la pesa de 100 g hacia las posiciones de la derecha. Habrá una posición para la que el brazo de la balanza se vuelque hacia abajo. Retrocedemos esta pesa una posición.

A continuación, se mueve la pesa de 10 g hacia posiciones de la derecha, hasta que el brazo de la balanza vuelve a inclinarse hacia abajo. Retroceder esta pesa una posición.

El equilibrio final de la balanza se consigue utilizando la rueda graduada. Se moverá el dial de la rueda hasta que la muesca situada en el extremo derecho del brazo de la balanza enrase con la posición marcada como "0"

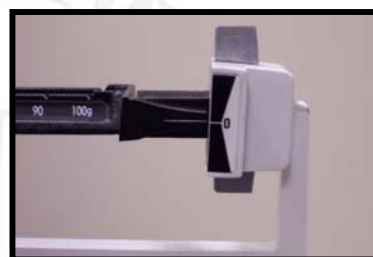
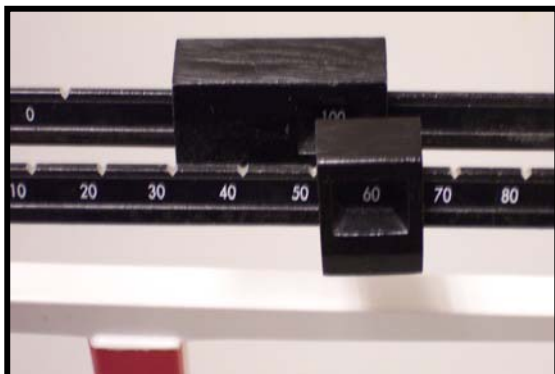


Figura 4

Una vez que el brazo de la balanza esté equilibrado, se procede a la lectura de la masa. Se suman los valores de las posiciones en que estén colocadas las pesas correderas de 100 y 10 g. Llamaremos  $m_1$  a la suma de estos dos valores

$$m_1 = m(100g) + m(10g)$$

[3]



En este ejemplo, el valor de  $m_1$  sería de 160 g

Figura 5

La máxima precisión de la medida se consigue utilizando la regla graduada. En primer lugar usaremos la escala de la rueda móvil. En esta escala, la unidad corresponde a 1 gramo. La precisión de esta escala, correspondiente a la mínima medida, será de 0.1 g. Tomando como marca de referencia el "0" de la escala del marco superior (parte rígida de la muestra), se toma una lectura en la rueda móvil. Normalmente la marca de referencia se situará entre dos marcas de la escala de la parte móvil. Tomaremos como medida  $m_2$  el valor menor. En el ejemplo de la figura, la marca de referencia se posiciona entre las marcas correspondientes a 0.6 g y 0.7 g, con lo que esta lectura nos daría un valor  $m_2 = 0.6$  g

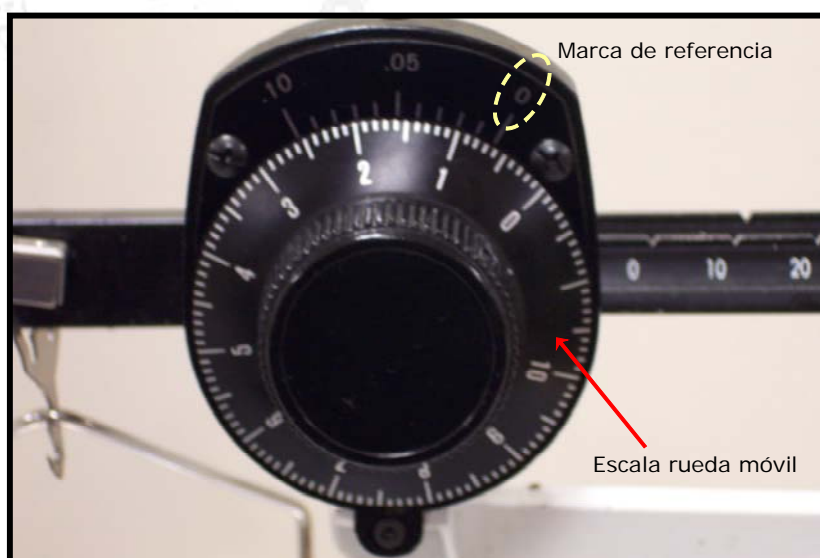


Figura 6

Por último, se utiliza la escala de la parte rígida de la rueda. En esta escala, la unidad corresponde a 0.05 g. La precisión de esta escala, correspondiente a la mínima medida, será de 0.01 g. La lectura en esta escala, que llamaremos  $m_3$ , se toma igual que en un calibre. Se busca qué marca de la escala rígida enrasa con una marca de la escala móvil. El valor de  $m_3$  vendrá dado por el valor de esa marca concreta de la escala rígida



Figura 7

En el ejemplo de la figura, la marca de la escala fija que enrasa con alguna marca de la escala de la rueda móvil es la de 0.04. Por lo tanto, tendremos que  $m_3 = 0.04$  g

El valor final de la masa vendrá dado por la suma de los valores medidos en las diferentes escalas

$$m = m_1 + m_2 + m_3 \quad [4]$$

y la precisión de la medida vendrá dada por la menor precisión de las escalas utilizadas. En nuestro caso esa precisión es 0.01 g

En resumen, el valor de la masa ilustrado en las fotografías anteriores sería

$$m = 160.64 \pm 0.01 \text{ g}$$

## 5.2 Dependencia de la fuerza magnética con la corriente.

Este experimento se realizará con el circuito referencia SF38. La longitud del tramo inferior de este circuito es de 4 cm.

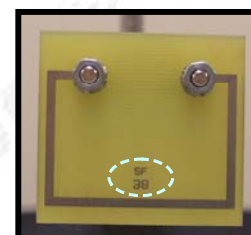


Figura 8

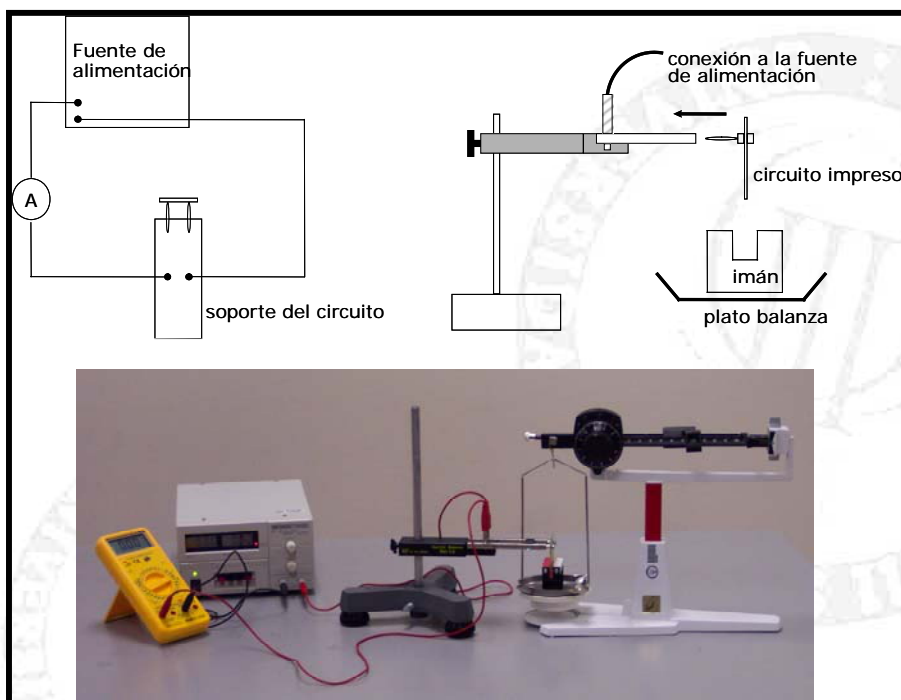
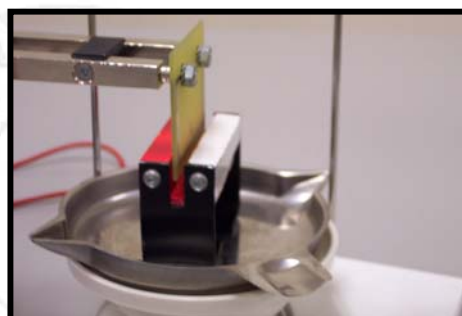


Figura 9: Esquema del montaje experimental

Se conecta el circuito impreso al soporte, tal y como se indica en la figura 9. A su vez, se conecta el soporte a la fuente de alimentación de 0-5 A incluyendo un amperímetro para la lectura de la corriente. Al montar el amperímetro en el circuito, utilizar la conexión de 20 A (y no la conexión de mA). Asegurarse de que no circula corriente por el circuito.

A continuación, se ajusta la altura del soporte hasta que el tramo inferior del circuito impreso esté en el interior del imán. Es MUY IMPORTANTE que en ningún momento la tarjeta del circuito impreso esté en contacto con el imán. Se procede al equilibrado de la balanza. Llamaremos  $m_0$  a esta lectura de la balanza, cuando no circula corriente por el circuito. A continuación, se ajusta el control de la fuente de alimentación para que circule por el circuito una corriente de 1 A. El tramo del circuito en el interior del imán experimenta una fuerza debida al campo magnético que vendrá dada por la expresión [2]. Como se puede comprobar en la figura 1, la dirección de esta fuerza está contenida en el plano vertical. El sentido de la fuerza magnética dependerá del sentido del campo (colocación del imán con respecto a la corriente) y del sentido de la corriente (cómo se ha conectado el circuito a la fuente). Debido al principio de acción y reacción, el imán experimentará una fuerza igual y de sentido contrario. Dicha fuerza se sumará o restará al peso, provocando en cualquier caso un desequilibrio en la balanza. Para medir el valor de esa fuerza, se vuelve a equilibrar el brazo de la balanza, anotando la lectura de la misma, que denotaremos por  $m_1$ . Entonces, el módulo de la fuerza magnética vendrá dado por





$$F_m = |m_l - m_0|g$$

[5]

siendo  $g$  el valor de la aceleración de la gravedad.

Por último, repetiremos las medidas para diferentes valores de corriente en el circuito

En resumen, el procedimiento experimental a seguir es:

1. Medir el valor de  $m_0$  (medida cuando no pasa corriente por el circuito)
2. Medir el valor de  $m_l$  para corrientes de valores  $I = 1, 2, 3, 4$  y  $5$  A.  
**ATENCIÓN:** No sobrepasar nunca el valor de  $5$  A
3. Repetir las anteriores medidas (apartados 1 y 2), de tal manera que tanto para  $m_0$  como para cada valor de  $m_l$  se disponga de dos valores. Con esos dos valores, calcular un valor medio de  $m_0$  y un valor medio de  $m_l$  para cada corriente, con su correspondiente error.
4. Utilizar estos valores medios para calcular en cada caso el valor de la fuerza magnética según la ecuación [5]
5. Representar gráficamente  $F_m$  frente a  $I$ . Realizar un ajuste por mínimos cuadrados.
6. Interpretar los valores de los parámetros de ajuste, utilizando para ello la ecuación [2]. Obtener el valor de  $B$  en el interior del imán a partir de los parámetros de ajuste
7. Realizar en todos los casos el correspondiente cálculo de errores.

### 5.3 Dependencia de la fuerza magnética con la longitud del conductor.

Para realizar este estudio, se van a utilizar los circuitos impresos referencia SF40, SF37, SF39, SF38, SF41 y SF42. La longitud del tramo inferior de estos circuitos es de  $1, 2, 3, 4, 6$  y  $8$  cm, respectivamente.

El procedimiento experimental a seguir es el siguiente

1. En todas las medidas se utilizará un valor de corriente  $I = 3$  A
2. Para cada circuito se medirá el valor de  $m_l$  de acuerdo al procedimiento experimental explicado en el apartado anterior.
3. Representar gráficamente  $F_m$  en función de la longitud del conductor. Realizar un ajuste por mínimos cuadrados
4. Interpretar los valores de los parámetros de ajuste, utilizando para ello la ecuación [2]. Obtener el valor de  $B$  en el interior del imán a partir de los parámetros de ajuste
5. Realizar en todos los casos el correspondiente cálculo de errores.