

Balanza de corriente / fuerza sobre un conductor



Física Electricidad y Magnetismo El magnetismo y el campo magnético



Nivel de dificultad

difícil



Tamaño del grupo

2



Tiempo de preparación

10 minutos



Tiempo de ejecución

20 minutos

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/605e1fb267ad0a0003b7d8df>

PHYWE

Información general



Ejecución

PHYWE



Fig. 1: Montaje experimental

La fuerza de Lorentz tiene muchas aplicaciones en la física de partículas para controlar la dirección de desplazamiento de las partículas cargadas y se utiliza para identificar partículas específicas.

Información adicional (1/2)

PHYWE

Conocimiento

Previo



Los conocimientos previos para este experimento se encuentran en la sección de teoría.

Principio



La fuerza que actúa sobre un bucle conductor portador de corriente en un campo magnético uniforme (fuerza de Lorentz) se mide con una balanza.

Los bucles conductores de varios tamaños se suspenden a su vez de la balanza, y la fuerza de Lorentz se determina en función de la inducción de corriente y magnética. El campo magnético uniforme es generado por un electroimán. La inducción magnética se puede variar con la corriente de la bobina.

Información adicional (2/2)

PHYWE

Objetivo de

Aprendizaje



El objetivo de este experimento es investigar la fuerza de Lorentz.

Tareas



1. La dirección de la fuerza debe determinarse en función de la corriente y de la dirección del campo magnético.
2. La fuerza F debe medirse en función de la corriente I_L en el bucle conductor, con una inducción magnética constante \vec{B} , y para bucles conductores de diferentes tamaños. Hay que calcular la inducción magnética.
3. Se debe medir la fuerza F , en función de la corriente de la bobina I_M para un bucle conductor. En el rango considerado, la inducción magnética H es, con suficiente precisión, proporcional a la corriente de la bobina I_M .

Teoría

PHYWE

En un campo magnético con una inducción magnética \vec{B} , una fuerza \vec{F} (fuerza de Lorentz) actúa sobre un portador de carga en movimiento con carga q y velocidad \vec{v} : $\vec{F} = q \cdot (\vec{v} \cdot \vec{B})$ (1)

El vector de fuerza \vec{F} es perpendicular al plano ocupado por \vec{v} y \vec{B} . En este experimento \vec{v} y \vec{B} también son perpendiculares entre sí, por lo que se cumple la siguiente relación para los valores de los vectores:

$$F = q \cdot v \cdot B(2)$$

La velocidad de los portadores de carga (electrones) se mide a través de la corriente eléctrica I_L en el conductor. La carga total de los electrones en la sección del conductor de longitud l debe formularse para q :

$$q \cdot v = I_L \cdot l(3)$$

Por lo tanto, se obtiene lo siguiente para la fuerza de Lorentz: $F = I_L \cdot l \cdot B(4)$

Equipo

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	PHYWE Fuente de alimentación universal DC: 0...18 V, 0...5 A / AC: 2/4/6/8/10/12/15 V, 5 A	13504-93	1
2	RECTIFICADOR EN PUENTE 250VCA/5A	06031-11	1
3	INTERRUPTOR	06004-00	1
4	BALANZA LGN 310, SOBRE MANGO	11081-01	1
5	Base trípode PHYWE	02002-55	2
6	Varilla de acero inoxidable, 18/8, 1000 mm	02034-00	1
7	Doble nuez	02054-00	1
8	DISTRIBUIDOR	06024-00	1
9	CINTA METALICA CON CLAVIJAS	06410-00	2
10	BUCLE DE HILO, L 12,5 MM, N 1	11081-05	1
11	BUCLE DE HILO, L 25 MM, N 1	11081-06	1
12	BUCLE DE HILO, L 50 MM, N 2	11081-07	1
13	BUCLE DE HILO, L 50 MM, N 1	11081-08	1
14	Núcleo en U, laminado	06501-00	1
15	Bobina, 900 espiras	06512-01	2
16	PIEZAS POLARES, PAR	11081-02	1
17	Multímetro digital, 3 1/2-visualizado de caracteres	07122-00	2
18	CABLE DE CONEX. 100 mm, ROJO	07359-01	1
19	Cable de conexión, 32 A, 250 mm, rojo	07360-01	2
20	Cable de conexión, 32 A, 250 mm, azul	07360-04	2
21	Cable de conexión, 32 A, 500 mm, rojo	07361-01	2
22	Cable de conexión, 32 A, 500 mm, azul	07361-04	1
23	Cable de conexión, 32 A, 1500 mm, Rojo	07364-01	1
24	Cable de conexión, 32 A, 1500 mm, Azul	07364-04	1

PHYWE



Montaje y Ejecución

Montaje

PHYWE

El experimento se ha montado como en la Fig. 1. Las bobinas del electroimán están conectadas en serie y se conectan a la salida de tensión alterna de la unidad de potencia a través de un amperímetro, un interruptor y un puente rectificador. Para las dos primeras partes del experimento, se selecciona una tensión fija de 12 V AC y la corriente asociada I_M en las bobinas se mide.

Los bucles conductores están conectados a través de dos bandas metálicas ligeras y flexibles, primero a un distribuidor y luego a través de un amperímetro a la salida de tensión continua de la unidad de alimentación. La distancia entre las tiras de metal debe ser lo más grande posible y solo deben combarse ligeramente, de modo que ninguna fuerza del campo magnético actúe sobre ellas.

Ejecución

PHYWE

1. Las zapatas de los polos se colocan primero en los electroimanes de forma que se produzca un espacio de aire de unos 4 cm. El bucle conductor con $l = 25$ mm se suspende de la balanza con su sección horizontal perpendicular a las líneas del campo magnético. La balanza se equilibra sin que circule corriente por el conductor, y se aplica una corriente de $I_L = 5$ A. La dirección y la magnitud de la fuerza se determinan en función de la dirección de la corriente y se observan con el imán girado alrededor de un eje horizontal. Sin campo magnético, la posición de la balanza se observa tanto con como sin corriente circulando por el bucle conductor.

Ejecución (parte 2)

PHYWE

2. Las zapatas se colocan en el electroimán con sus bordes paralelos y con un espacio de aire de 1 cm. La sección horizontal del conductor es perpendicular a las líneas de campo y, con la balanza equilibrada, se encuentra en el centro del campo uniforme (ajuste fino con tornillo en el trípode). La corriente en el conductor se eleva en tramos de 0,5 A con el botón de la unidad de potencia. La masa m_0 de los bucles del conductor se determina con el campo magnético desconectado. A continuación, se enciende el campo magnético, se mide la masa m (aparentemente aumentada) y se calcula la fuerza de Lorentz a partir de la diferencia entre las dos lecturas. La medición se realiza de forma similar para los otros tres bucles conductores.
3. El procedimiento es esencialmente el descrito en el punto 2, sólo que con un bucle de conductor $l = 50$ mm, $n = 2$. La corriente en el conductor es $I_L = 5$ A. La corriente I_M en las bobinas se varía mediante la tensión aplicada. A partir de las lecturas se determina la fuerza de Lorentz F en cada ocasión.

PHYWE



Evaluación

Tarea 1

PHYWE

Las observaciones muestran que la dirección del vector fuerza depende de la dirección de desplazamiento de los electrones y de la dirección del campo magnético. En las líneas de campo son paralelas a la dirección de desplazamiento, una fuerza actúa sobre las espiras del conductor. Con una inducción magnética de $B = 0$, la balanza cambia su posición sólo ligeramente cuando se conecta la corriente I en la espira del conductor. En $I_L = 5 \text{ A}$, sin embargo, el cambio en la fuerza es bastante medible. La explicación de este efecto es que dos conductores que llevan una corriente se atraen mutuamente. Cuando fluye una corriente, las tiras metálicas flexibles cambian ligeramente su posición y, por tanto, pueden afectar a la posición de la balanza.

Tarea 1

PHYWE

Las observaciones muestran que la dirección del vector fuerza depende de la dirección de desplazamiento de los electrones y de la dirección del campo magnético. En las líneas de campo son paralelas a la dirección de desplazamiento, una fuerza actúa sobre las espiras del conductor. Con una inducción magnética de $B = 0$, la balanza cambia su posición sólo ligeramente cuando se conecta la corriente I en la espira del conductor. En $I_L = 5$ A, sin embargo, el cambio en la fuerza es bastante medible. La explicación de este efecto es que dos conductores que llevan una corriente se atraen mutuamente. Cuando fluye una corriente, las tiras metálicas flexibles cambian ligeramente su posición y, por tanto, pueden afectar a la posición de la balanza.

Tarea 2 (1/3)

PHYWE

En las dos secciones verticales del bucle conductor, los electrones viajan en direcciones opuestas y las dos fuerzas que actúan sobre ellos se anulan entre sí. Por tanto, sólo la sección horizontal del bucle conductor, cuya longitud l se indica en el bucle, afecta a la fuerza de Lorentz medida. Uno de los bucles conductores tiene dos vueltas ($n = 2$), cada una con una longitud horizontal de 50 mm. La fuerza de Lorentz en estos bucles conductores es exactamente equivalente a la de un solo bucle de dos veces la longitud ($l = 100$ mm, $n = 1$).

Los resultados experimentales se muestran en la Fig. 2, donde $F \sim I_L$.

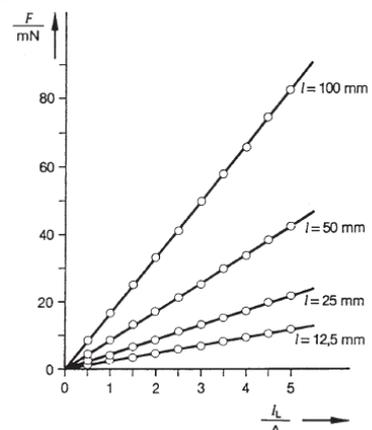


Fig. 2: Fuerza de Lorentz F en función de la corriente I_L en el bucle conductor. Corriente de la bobina $I_M = 870$ mA. Parámetro: longitud L .

Tarea 2 (2/3)

PHYWE

Utilizando el parámetro respectivo, el valor de la inducción magnética B puede obtenerse a partir de la pendiente de la línea de regresión de la Fig. 2 con una desviación estándar s_B :

l [mm]	B [mT]	s_B [mT]
12.5	184	1
25	173	1
50	168	1
100	164	1

El pequeño valor de la desviación estándar indica que los valores medidos se ajustan bien a una línea recta. La dispersión de los valores determinados para la inducción magnética se debe al campo perdido en el borde del campo magnético uniforme, que ejerce fuerzas sobre la parte horizontal de los cables del bucle conductor. Su efecto es mayor con bucles conductores cortos que con los largos, ya que las fuerzas de Lorentz medidas son pequeñas.

Tarea 2 (3/3)

PHYWE

En la Fig. 3 la fuerza de Lorentz F para una corriente fija $I_L = 5$ A se grafica frente a la longitud del conductor l . Obtenemos:

$$F \sim I_L$$

Como resultado de la influencia del campo perdido descrito anteriormente, el gráfico lineal de la Fig. 3 no pasa exactamente por el origen.

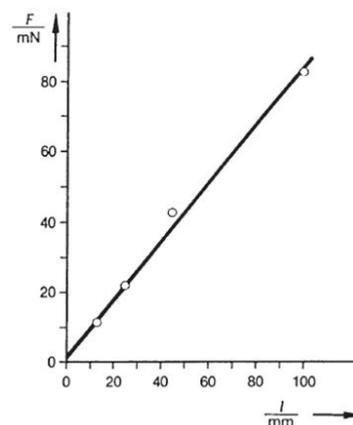


Fig. 3: Fuerza de Lorentz F en función de la longitud del conductor l para $I_L = 5$ A. Corriente de la bobina 870 mA.