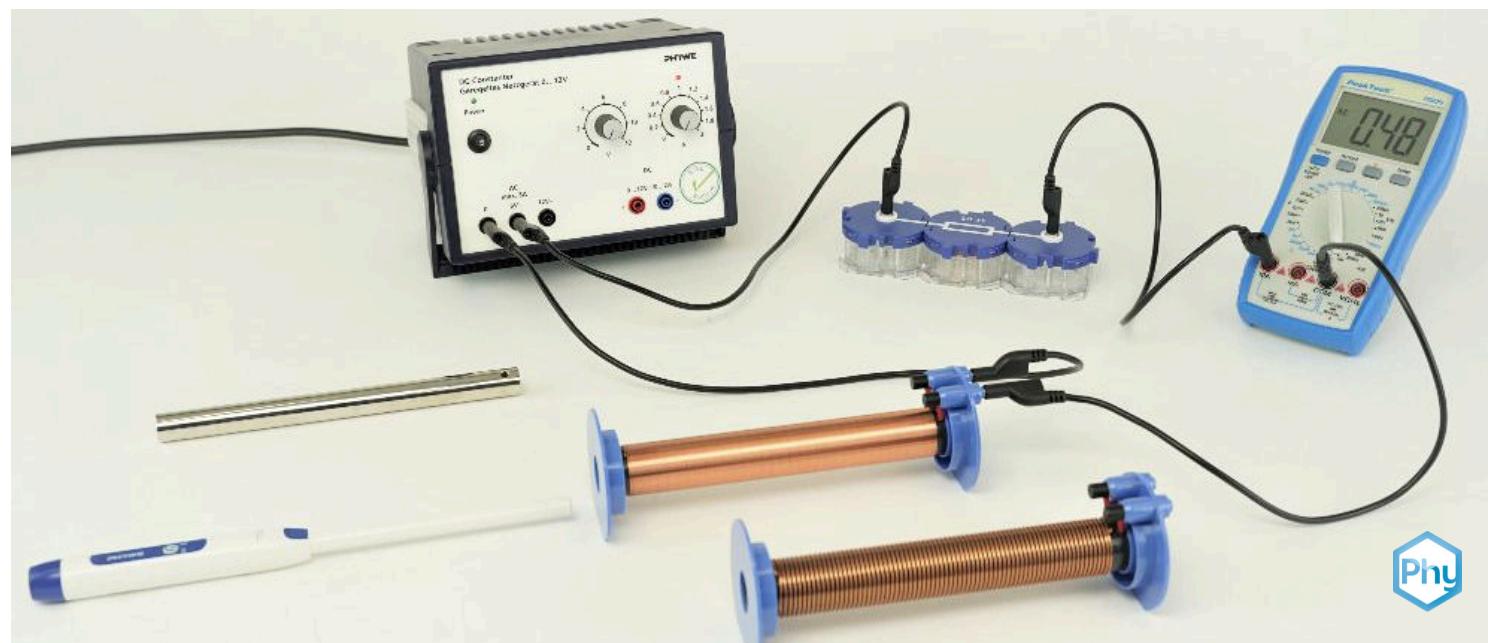


# La permeabilidad magnética con Cobra SMARTsense



Física → Electricidad y Magnetismo → Electromagnetismo e inducción



Nivel de dificultad

medio



Tamaño del grupo

2



Tiempo de preparación

10 minutos



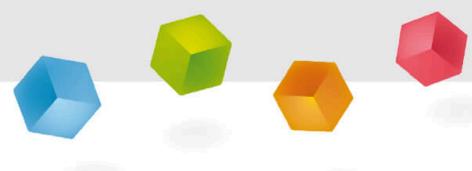
Tiempo de ejecución

20 minutos

This content can also be found online at:

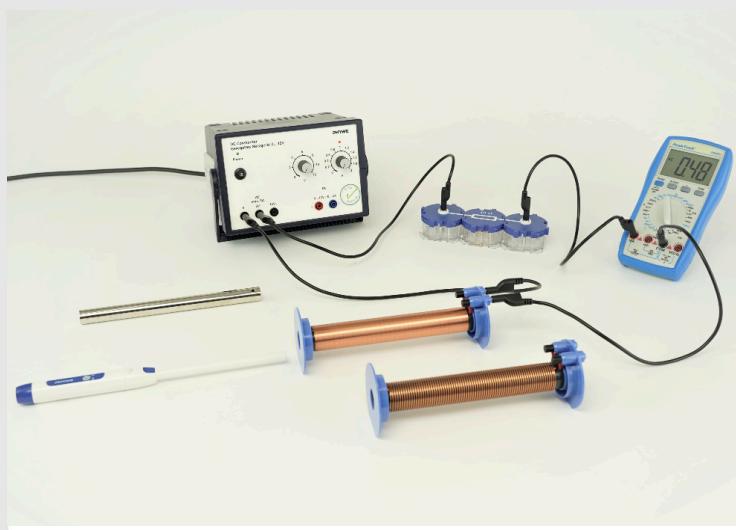


<http://localhost:1337/c/60ac278997d56d000303276e>



## Información para el profesor

### Aplicación



Montaje del experimento

Para aumentar la densidad del flujo magnético y, por tanto, la inducción magnética en los transformadores, generalmente se insertan núcleos de hierro blando en las bobinas de los transformadores.

El aire tiene una permeabilidad magnética relativa de uno, mientras que los núcleos de hierro tienen una permeabilidad magnética relativa mucho mayor que uno, por lo que la densidad del flujo magnético es también mayor por este factor que el campo magnético generado por la bobina a través de la cual fluye la corriente.

La permeabilidad magnética depende de la magnetizabilidad del material.

## Información adicional para el profesor (1/2)

**PHYWE**

### Conocimiento previo

Los estudiantes deben conocer el principio de la ley de inducción y estar familiarizados con los fundamentos de la electricidad. Debería conocerse la relación entre la corriente y la intensidad del campo magnético resultante de una delgada bobina cilíndrica.



### Principio

La permeabilidad magnética  $\mu$  es la relación de la densidad del flujo magnético  $B$  sobre la fuerza del campo magnético  $H$ .

$$\mu = \frac{B}{H} \Leftrightarrow B = \mu \cdot H \quad \text{mit} \quad \mu = \mu_0 \cdot \mu_r$$

Con la constante del campo magnético  $\mu_0$  (permeabilidad magnética del vacío) y la permeabilidad magnética relativa del material en cuestión.

## Información adicional para el profesor (2/2)

**PHYWE**

### Objetivo

Este experimento debería ayudar a los estudiantes a comprender que la permeabilidad magnética de un material puede aumentar la densidad del flujo magnético.



### Tareas

1. Medición de la densidad del flujo magnético de dos bobinas en corriente continua con y sin núcleo de hierro en función de la intensidad de la corriente. Calcular la permeabilidad magnética del núcleo de hierro.
2. Medir la densidad del flujo magnético de dos bobinas en corriente alterna con y sin núcleo de hierro. Calcular la permeabilidad magnética y comparar el resultado con la primera tarea.

## Instrucciones de seguridad

Las instrucciones generales para la experimentación segura en las lecciones de ciencia se aplican a este experimento.

### Notas

En este experimento, se utiliza en parte la corriente alterna y no la corriente continua. La resistencia es necesaria para limitar la corriente para que las bobinas no se sobrecalienten.



## Información para el estudiante

4/15

## Motivación

PHYWE



Transformador de alto voltaje

Los transformadores se basan en el principio de la inducción electromagnética. Aquí, un campo eléctrico es inducido por un campo magnético que cambia con el tiempo, que a su vez genera una corriente. Tanto los transformadores de alta tensión como, por ejemplo, las grandes grúas con electroimanes en el depósito de chatarra, suelen utilizar núcleos de hierro blando en el interior de las bobinas para potenciar el efecto deseado.

La razón de esto es la llamada permeabilidad magnética, que se basa en la magnetizabilidad de un material. Los núcleos de hierro tienen un alto número de permeabilidad y por lo tanto aumentan la densidad del flujo magnético. En este experimento aprenderás sobre la permeabilidad magnética.

## Tareas

PHYWE



1. Medir la densidad de flujo magnético de dos bobinas en corriente continua con y sin núcleo de hierro en función de la intensidad de la corriente. Calcular la permeabilidad magnética del núcleo de hierro.

2. Medir la densidad del flujo magnético de dos bobinas en corriente alterna con y sin núcleo de hierro. Calcular la permeabilidad magnética y comparar el resultado con la primera tarea.

## Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Cobra SMARTsense - Campo magnético de 3 ejes)	12947-00	1
2	PHYWE Fuente de poder DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
3	Resistor 10 Ohm,module SB	05612-10	1
4	Adaptador, módulo SB	05601-10	2
5	BOBINA DE INDUCC.,300 ESP.,D 25MM	11007-03	1
6	BOBINA DE INDUCC., 75 ESP.,D 25MM	11007-07	1
7	núcleo de hierro, redondo, d = 16 mm, l = 200 mm	11005-00	1
8	CABLE DE CONEX., 32 A, 500 mm, NEGRO	07361-05	4
9	Cable de conexión, 32 A, 500 mm, azul	07361-04	2
10	Cable de conexión, 32 A, 500 mm, rojo	07361-01	1
11	measureAPP - el software de medición gratuito para todos los dispositivos y sistemas operativos	14581-61	1

## Montaje (1/4)

PHYWE

Para la medición con los **Sensores Cobra SMARTsense** la **measureAPP de PHYWE** es necesaria. La aplicación puede descargarse gratuitamente en la tienda de aplicaciones correspondiente (más abajo encontrará los códigos QR). Antes de iniciar la aplicación, compruebe que en su dispositivo (smartphone, tableta, ordenador de sobremesa) **Bluetooth** esté **activado**.



iOS



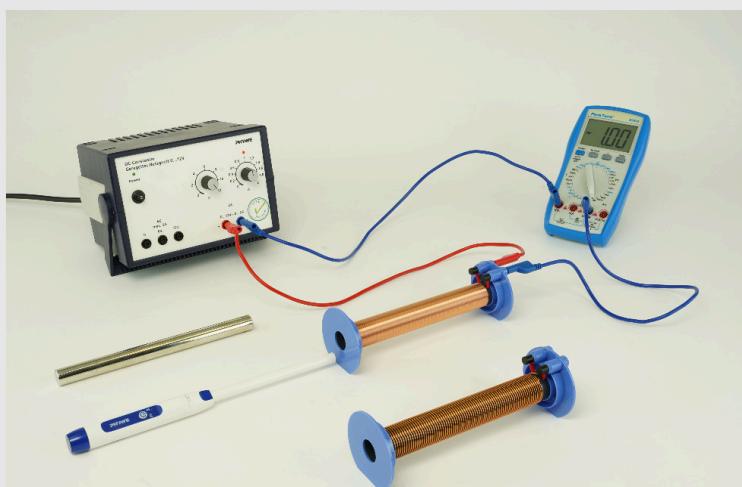
Android



Windows

## Montaje (2/4)

PHYWE



Montaje del experimento

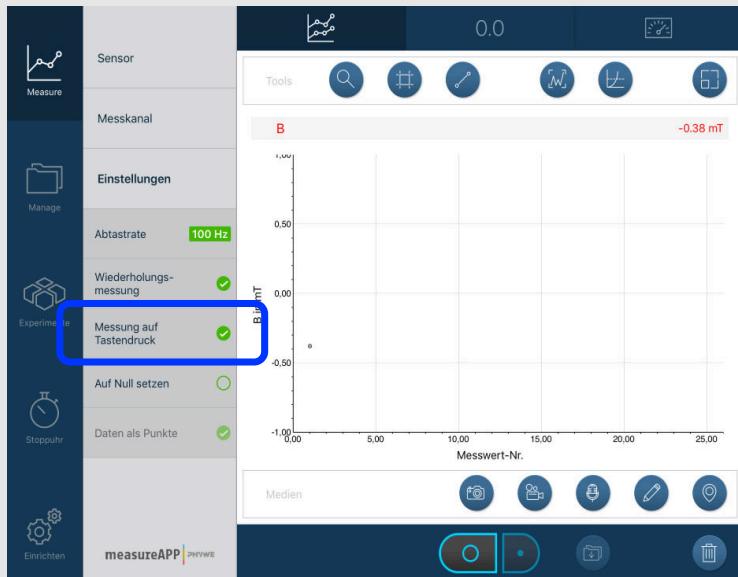
Preparar la prueba según la figura de la izquierda: Conectar la fuente de alimentación (corriente continua), un amperímetro y la bobina con  $N = 300$  Bobinas en fila.

Seleccionar un rango de medición de corriente suficientemente grande en el amperímetro. Poner la fuente de alimentación en 0 A (parada izquierda) y 12 V (parada derecha). El limitador de corriente activado por esto ahora puede ser usado para controlar la corriente.

Encender la fuente de alimentación.

## Montaje (3/4)

PHYWE



Iniciar measureAPP en la tablet y encender el sensor de campo magnético Cobra SMARTsense (mantener pulsado el botón de E/S durante unos 3 segundos).

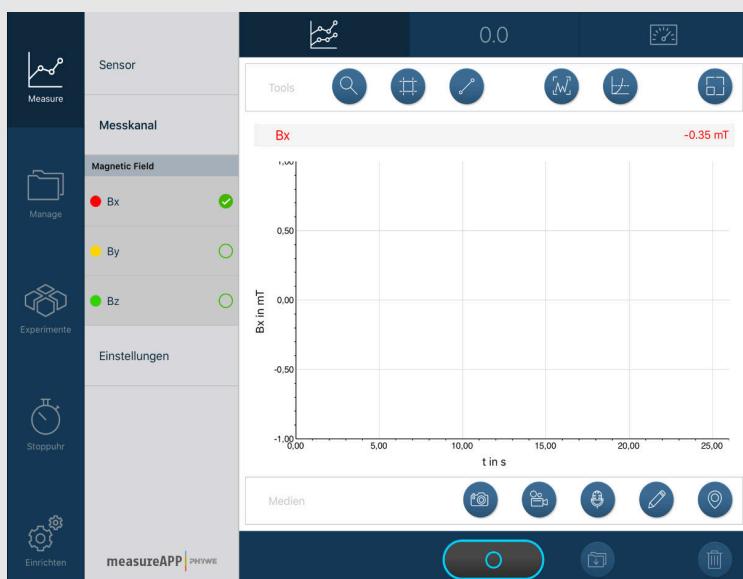
Seleccionar el sensor en measureAPP y conectarlo a la App. Se deben realizar los siguientes ajustes:

- Rango de medición fino (- 5 mT ... + 5 mT)
- Frecuencia de medición: 200 Hz

También seleccionar la medición con sólo pulsar un botón.

## Montaje (4/4)

PHYWE



Seleccionar sólo la dirección longitudinal bajo el canal de medición  $B_x$  del sensor, de modo que sólo se mide la densidad del flujo magnético en la dirección del eje longitudinal del sensor.

Colocar el sensor en la bobina de manera que la punta esté en el centro de la misma. Calibrar el sensor a cero:

"Ajustes" > "Poner a cero".

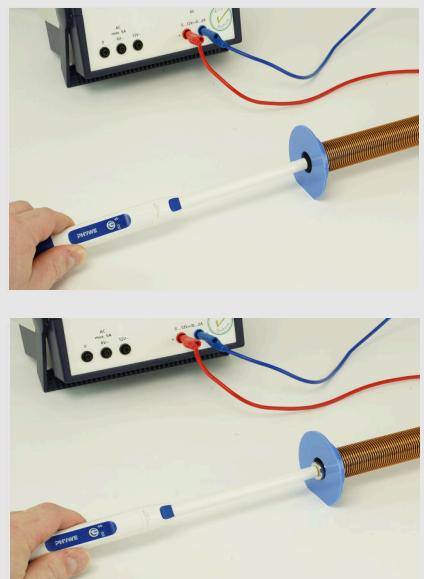
## Ejecución (1/5)

PHYWE

- Colocar la punta del sensor en el extremo de la bobina, aumentar la corriente en incrementos de 0,1 A y registrar un punto de medición para cada corriente pulsando un botón. De esta manera, el eje x corresponde a la medición:  $I[100 \text{ mA}]$ .

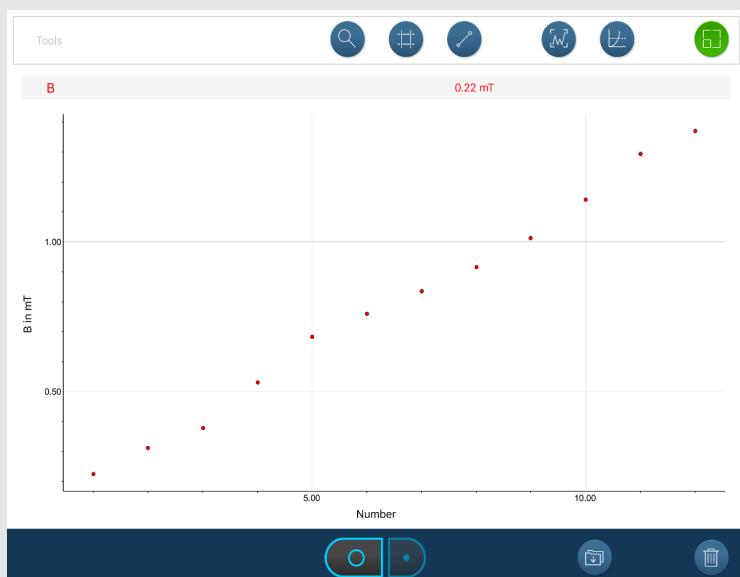
La máxima corriente permitida para esta bobina es  $I = 1,2 \text{ A}$ .

- Después del último valor medido, ajustar la corriente a cero y guardar los valores medidos.
- Insertar el núcleo de hierro en la bobina y repetir la medida anterior.
- Guardar también la segunda serie de mediciones, ajustar la corriente a cero y apagar la fuente de alimentación.



## Ejecución (2/5)

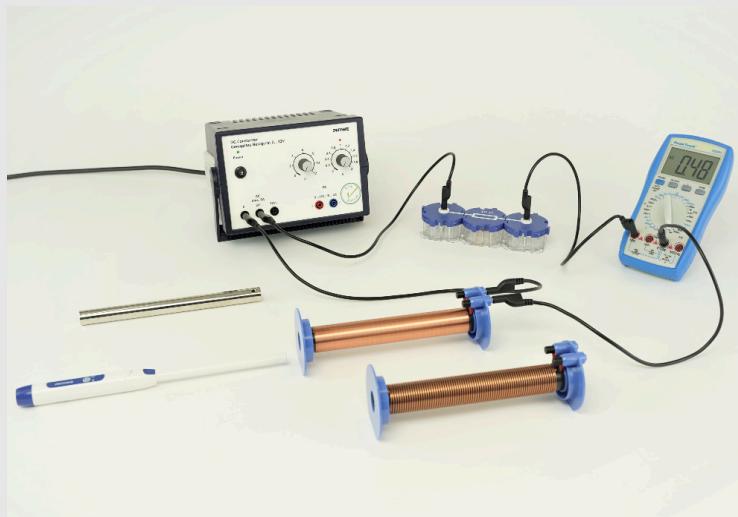
PHYWE



- Reemplazar la bobina instalada con la bobina con un número de vueltas  $N = 75$  y encender la fuente de alimentación de nuevo.
- Aumentar la corriente como antes, empezando de cero en pasos de 0,1 A y reanudar a un punto de medición para cada corriente pulsando un botón.
- Repetir la medición con el núcleo de hierro insertado y apagar la fuente de alimentación después del último valor medido.

Cada serie de mediciones debe ser guardada de nuevo.

## Ejecución (3/5)

Montaje de prueba con voltaje alterno

Modificar la prueba según la figura adyacente.

Para ello, encender la fuente de alimentación, el  $10\ \Omega$  resistencia, el amperímetro y la bobina con  $N = 300$  Bobinas en fila.

Utilizar los enchufes de la fuente de corriente alterna de 6V para el circuito de la fuente de alimentación.

El núcleo de hierro no está inicialmente conectado a la bobina y la fuente de alimentación está apagada.

Ahora apagar la medición en measureAPP pulsando una tecla, para que los valores medidos se registren continuamente.

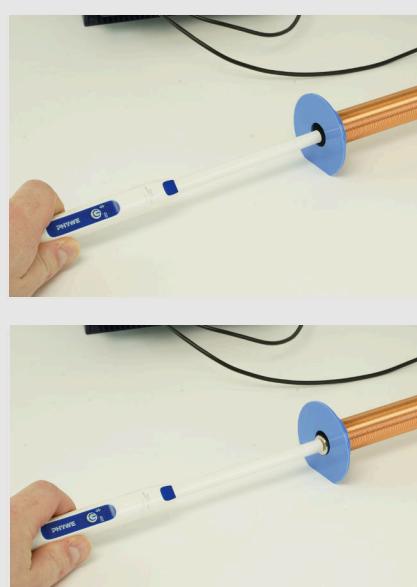
## Ejecución (4/5)



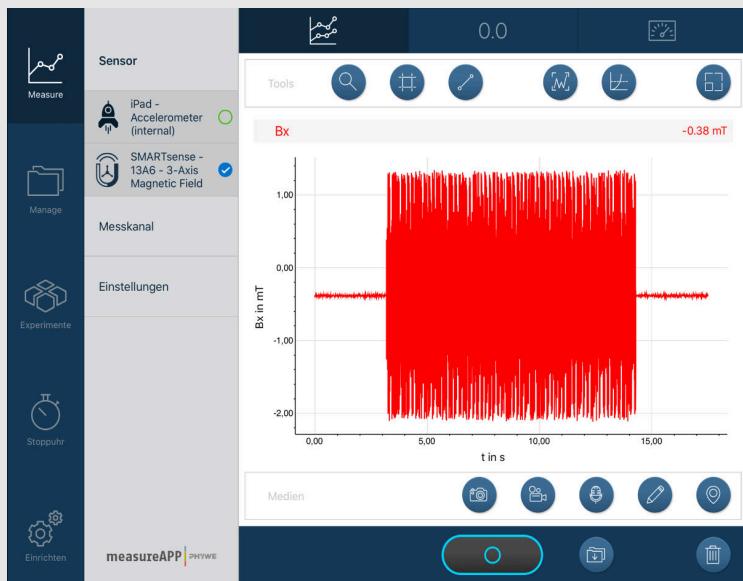
- Colocar la punta del sensor en el extremo de la bobina, iniciar una medición y encender la fuente de alimentación durante unos segundos durante la medición.

Atención: No usar las bobinas sin  $10\ \Omega$ . Conectar la resistencia a la corriente alterna, de lo contrario las bobinas pueden sobrecalentarse.

- Guardar las medidas, insertar el núcleo de hierro en la bobina y repetir la medida anterior.
- Guardar también la segunda serie de mediciones y comprobar que la fuente de alimentación este apagada.
- Determinar la máxima desviación de la densidad de flujo magnético respectiva para ambas mediciones utilizando las herramientas de evaluación y anotar los valores en la tabla de Resultados.



## Ejecución (5/5)

- Reemplazar la bobina instalada con la bobina con un número de vueltas  $N = 75$
- Repetir ambas medidas (con y sin núcleo de hierro) para esta bobina. Iniciar una medición y volver a encender la fuente de alimentación durante unos segundos.
- Determinar nuevamente la máxima densidad de flujo magnético con ayuda de las herramientas de evaluación, anotar los valores resultantes en la tabla de Resultados y guardar la medición respectiva.




## Resultados

**Tabla**

Determinar la pendiente de los puntos de medición de las cuatro mediciones con corriente continua e introducirlos en la siguiente tabla:  $B[mT] = m \cdot I[100mA]$ . Determinar las máximas densidades de flujo magnético para las cuatro mediciones con corriente alterna  $B_{x,max}$  y también introducirlos en la tabla. Luego determinar las proporciones de todos los pares de medición (con y sin núcleo de hierro)  $\mu^*$  de los gradientes o las máximas densidades de flujo magnético y también introducirlos en la tabla.

Bobina/Núcleo de hierro	$m [mT/A]$	$\mu^* [1]$	$B_{x,max} [mT]$	$\mu^* [1]$
300 / con				
300 / sin				
75 / con				
75 / sin				

**Tarea 1**

¿Cuál de las siguientes afirmaciones son correctas para la medición de la corriente continua?

- Las otras respuestas están todas equivocadas.
- La proporción calculada  $\mu^*$  es más grande para la bobina con más vueltas.
- La pendiente es más de un orden de magnitud mayor para las dos mediciones con núcleo de hierro que para las mediciones sin núcleo de hierro.
- En las cuatro series de mediciones, la densidad del flujo magnético aumenta linealmente con la intensidad de la corriente de la respectiva bobina.

 Verificar

## Tarea 2

Arrastrar las palabras a los lugares correctos.

Las series de mediciones con y sin [redacted] difieren considerablemente, ya que la [redacted] resultante difiere enormemente. La densidad de flujo magnético medida [redacted] núcleo de hierro es mucho más alta que la [redacted]. La razón de esto es la [redacted] por la llamada [redacted] de hierro, que suele ser varios [redacted] por encima de la del aire ( $\mu_r = 1$ ) y depende de la [redacted] del material.

[órdenes de magnitud] [núcleo de hierro] [sin] [permeabilidad magnética relativa  $\mu_r$ ]  
 [densidad de flujo magnético] [con] [amplificación] [magnetización]

## Tarea 3

Arrastrar las palabras a los lugares correctos.

La [redacted] del aire es aproximadamente idéntica a [redacted] hierro la del [redacted] y por lo tanto cercana a 1, mientras [redacted] núcleo de hierro que la del [redacted] está en el rango [redacted] vacío  $300 < \mu_r < 10.000$  La proporción medida  $\mu^*$  es significativamente [redacted] permeabilidad magnética relativa menor. Una razón importante para esto es que el [redacted] bobina [redacted] no llena completamente el interior de la [redacted].

Revisar

## Tarea 4

PHYWE

La relación  $\mu^*$  es ligeramente inferior en el caso de la corriente alterna que en el de la corriente continua. ¿Por qué?

- El núcleo de hierro tiene una especie de memoria magnética, la llamada remanencia magnética, que asegura que la máxima densidad de flujo magnético medida se reduce cuando se invierte el campo magnético externo.
- La declaración es falsa. En el caso de la corriente alterna, la proporción es incluso más del doble.

Verificar

## Tarea 5

PHYWE

Considerar los pares de medición para una bobina cada uno con el otro. Como se sabe, la fuerza del campo magnético  $H$  de la delgada bobina cilíndrica proporcional a la corriente aplicada. Sin embargo, el curso de la densidad del flujo magnético  $B$  presenta grandes diferencias en el curso del tiempo. ¿Qué fórmula es la correcta? (Se aplica  $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$  con la constante del campo magnético  $\mu_0$ )

- $H = \mu \cdot B$
- $B = \mu \cdot H$
- $\mu = H \cdot B$

Verificar

Diapositiva	Puntuación / Total
Diapositiva 21: Curva de las mediciones de corriente directa	<b>0/3</b>
Diapositiva 22: Justificación de los resultados de la medición 1	<b>0/8</b>
Diapositiva 23: Justificación de los resultados de la medición 2	<b>0/5</b>
Diapositiva 24: La permeabilidad magnética en la corriente alterna	<b>0/1</b>
Diapositiva 25: Ecuación para la permeabilidad magnética $\mu$	<b>0/1</b>

La cantidad total

 0/18

Soluciones



Repetir



Exportar el texto

15/15