3B SCIENTIFIC® PHYSICS

Helmholtz-Spulen U8481500

Bedienungsanleitung

01/07 SP

1 Anschlussbuchsen
2 Rändelschraube zur Befestigung des Drehrahmens mit Flachspule
3 Spulenpaar
4 Klemmfeder für Hallsonde

1. Beschreibung

Die Helmholtz-Spulen dienen zur Erzeugung eines homogenen Magnetfeldes. Die Spulen ermöglichen Versuche zur Induktion und Schwebung in Verbindung mit dem Drehrahmen mit Flachspule (U8481510) sowie zur Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons e/m mit der Fadenstrahlröhre (U8481420). Die Spulen können sowohl parallel als auch in Reihe geschaltet werden. Eine Klemmfeder am oberen Träger dient zur Halterung einer Hallsonde zur Messung des magnetischen Felds.

2. Technische Daten

Windungszahl je Spule:	124
Spulendurchmesser außen:	311 mm
Spulendurchmesser innen:	287 mm
Mittlerer Spulenradius:	150 mm
Spulenabstand:	150 mm
Kupferlackdrahtdicke:	1,5 mm
Gleichstromwiderstand:	je 1,2 Ohm
Max. Spulenstrom:	5 A
Max. Spulenspannung:	6 V
Max. Flussdichte bei 5 A:	3,7 mT
Masse:	ca. 4,1 kg

3. Theoretische Grundlagen

Die Spulenanordnung geht auf den Physiker Hermann von Helmholtz zurück: Zwei kurze Spulen mit großem Radius *R* werden im Abstand *R* auf gleicher Achse parallel aufgestellt. Das Feld jeder einzelnen Spule ist inhomogen. Durch die Überlagerung beider Felder ergibt sich zwischen beiden Spulen ein Bereich mit weitgehend homogenem Magnetfeld.

Für die magnetische Flussdichte *B* des Magnetfeldes bei Helmholtzgeometrie des Spulenpaars und dem Spulenstrom *I* gilt:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \mu_0 \cdot I \cdot \frac{n}{R}$$

mit n = Windungsanzahl einer Spule, R = mittlerer Spulenradius und μ_0 = magnetische Feldkonstante.

Für die Helmholtz-Spulen ergibt sich:

$B = 7{,}433 \cdot 10^{-4} \cdot I$ in Tesla (I in A).

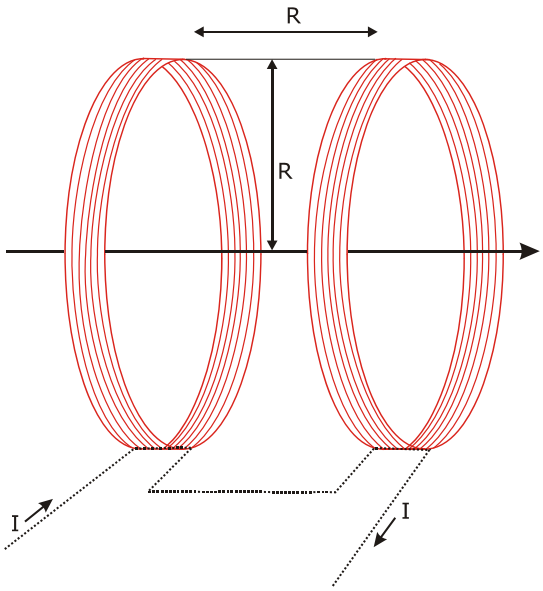

Fig. 1 Spulen in Helmholtzgeometrie

4. Versuchsbeispiele

Zur Durchführung der Experimente werden folgenden Geräte zusätzlich benötigt:

1 AC/DC Netzgerät 0–20 V, 5 A	U8521131
2 Multimeter Escola 10	U8531160
1 Drehrahmen mit Flachspule	U8481510

4.1 Spannungsinduktion im Magnetfeld

- Helmholtz-Spulen auf der Tischplatte aufstellen und über ein Amperemeter mit der Gleichstromversorgung in Reihe schalten.
- Den Drehrahmen mit der Flachspule mit seinen Trägern an den Querhalterungen der Helmholtz-Spulen festschrauben, so dass sich die Flachspule in der Mitte des homogenen Feldes der Helmholtz-Spulen drehen lässt.
- Voltmeter mit Nullpunkt Mitte direkt an die Flachspule anschließen.
- Strom von ca. 1,5 A als Versorgung für die Spulen einstellen.
- Handkurbel betätigen und den Ausschlag im Voltmeter beobachten.
- Drehgeschwindigkeit verändern, bis ein großer Ausschlag erreicht wird. Die Drehgeschwindigkeit muss niedrig sein.

Zur Erreichung einer konstanten Drehgeschwindigkeit empfiehlt es sich den Drehrahmen über einen langsam drehenden Motor (z. B. Gleichstrommotor, 12 V U8552330) anzutreiben.

Der genaue Spannungsverlauf kann auch mit einem Oszilloskop beobachtet und gemessen werden.

4.2. Bestimmung des Erdfeldes aus der Induktionsspannug

Mit demselben Versuchsaufbau kann auch das magnetische Erdfeld gemessen werden.

- Helmholtzspulen so ausrichten, dass die Magnetfelder der Helmholtzspule und der Erde parallel verlaufen
- Flachspule drehen und Spannung beobachten.
- Strom an der Helmholtzspule hoch drehen bis keine Induktionsspannung an den Ausgängen der Flachspule anliegt. (Kompensation des Erdmagnetfeldes durch das Feld der Helmoltzspule)

Die Berechnung des Magnetfelds in den Spulen, wenn der induzierte Strom gleich Null ist, ergibt die Größe des Erdmagnetfelds.

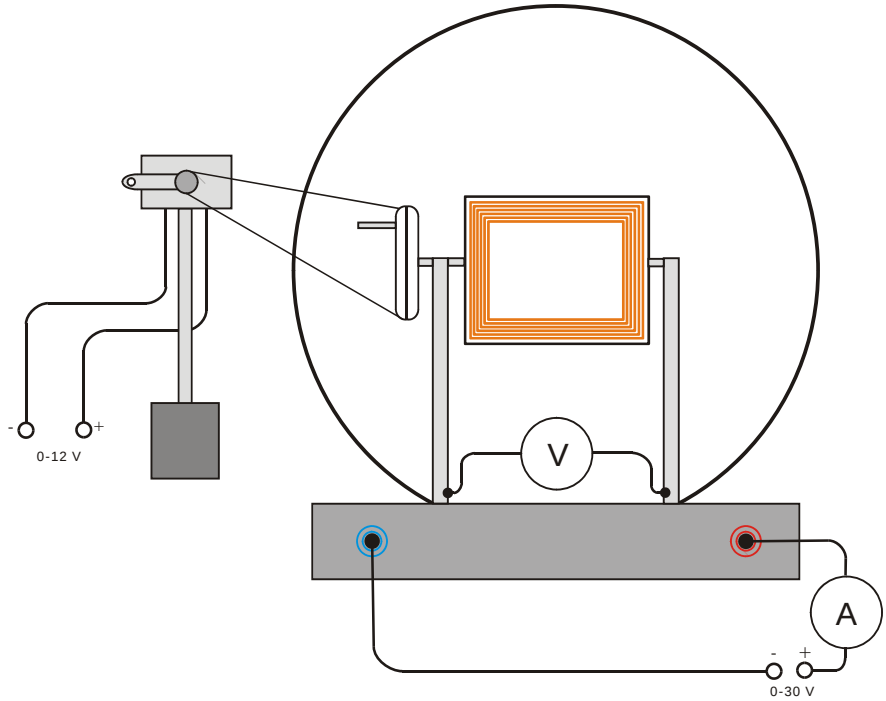

Fig. 2 Experimentieraufbau Drehrahmen mit Flachspule und Antriebsmotor

3B SCIENTIFIC® PHYSICS

Pair of Helmholtz Coils U8481500

Instruction sheet

01/07 SP

1 Connection sockets
2 Knurled screw for mounting the rotating frame with flat coil
3 Pair of coils
4 Spring clip for Hall sensor

1. Description

The Pair of Helmholtz coils is used for generating a homogeneous magnetic field. In conjunction with the rotating frame with flat coil (U8481510), the Helmholtz coils are also used in experiments for investigating induction and magnetic levitation. and for the determination of the specific charge of the electron *e/m* in conjunction with the electron-beam tube (U8481420). The coils can be switched in parallel or in series. A spring clip on the top crossbar is used to mount the Hall sensor during measurements of the magnetic field.

2. Technical data

Number of turns per coil:	124
Outer coil diameter:	311 mm
Inner coil diameter:	287 mm
Mean coil radius:	150 mm
Coil spacing:	150 mm
Enamelled copper wire thickness:	1.5 mm
DC resistance:	1.2 Ohm each
Maximum coil current:	5 A
Maximum coil voltage:	6 V
Maximum flux density at 5 A:	3.7 mT
Weight:	4.1 kg approx.

3. Theoretical bases

The special arrangement of the coils is attributed to the physicist Hermann von Helmholtz. Two narrow coils with a large radius *R* are set up parallel to one another and on the same axis so that they are also separated by a distance *R*. The magnetic field of each individual coil is non-uniform. Upon superimposition of the two fields, a region with a magnetic field that is largely uniform is created between the two coils.

Given the Helmholtz arrangement of the pair of coils and coil current *I*, the following holds true for the magnetic flux density *B* of the magnetic field:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \mu_0 \cdot I \cdot \frac{n}{R}$$

where n = number of turns in each coil, R = mean coil radius and μ_0 = magnetic field constant.

For the Helmholtz pair of coils, we get:

$B = 7.433 \cdot 10^{-4} \cdot I$ in Tesla (I in A).

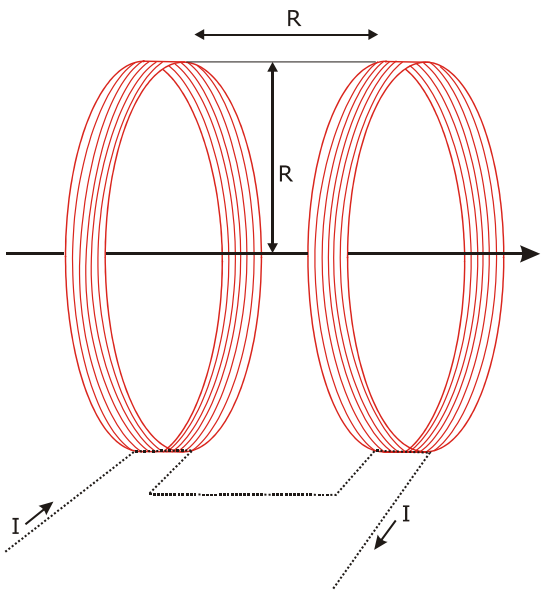

Fig. 1 Coils in Helmholtz arrangement

4. Sample experiments

In order to perform the experiments,the following equipment is also required:

1 AC/DC power supply 0-20 V, 5 A	U8521131
2 Escola 10 multimeter	U8531160
1 Rotating frame with flat coil	U8481510

4.1 Voltage induction in a magnetic field

- Position the Helmholtz coils on the table top and connect them in series to the DC power supply via an ammeter.
- Screw the supports of the rotating frame with the flat coil to the crossbar of the Helmholtz coils, so that the flat coil can rotate in the middle of the uniform field produced by the Helmholtz coils.
- Connect a voltmeter with a central zero point directly across the coil.
- Set the power supply current for the coils to about 1.5 A.
- Use the hand crank and observe the deflection of the voltmeter.
- Change the speed of rotation so that a larger deflection is obtained. The rotation speed needs to be low.

In order to achieve a constant speed of rotation, use of a slowly rotating motor (e.g. 12 V DC motor U8552330) is recommended for driving the rotating frame.

A precise voltage trace can also be observed and measured using an oscilloscope.

4.2. Determination of the earth's magnetic field from the induction voltage

Using the same experiment set-up, it is also possible to measure the earth's magnetic field.

- Align the Helmholtz coils in such a way that the magnetic field of the coils is parallel to the Earth's field.
- Rotate the flat coil and observe the voltage.
- Increase current to the Helmholtz coils until the voltage induced at the outputs of the flat coil is zero (so that the earth's magnetic field and the field of the Helmholtz coils cancel out).
- When the induced current is 0, then the magnetic field in the coils is of the same magnitude as the Earth's magnetic field.

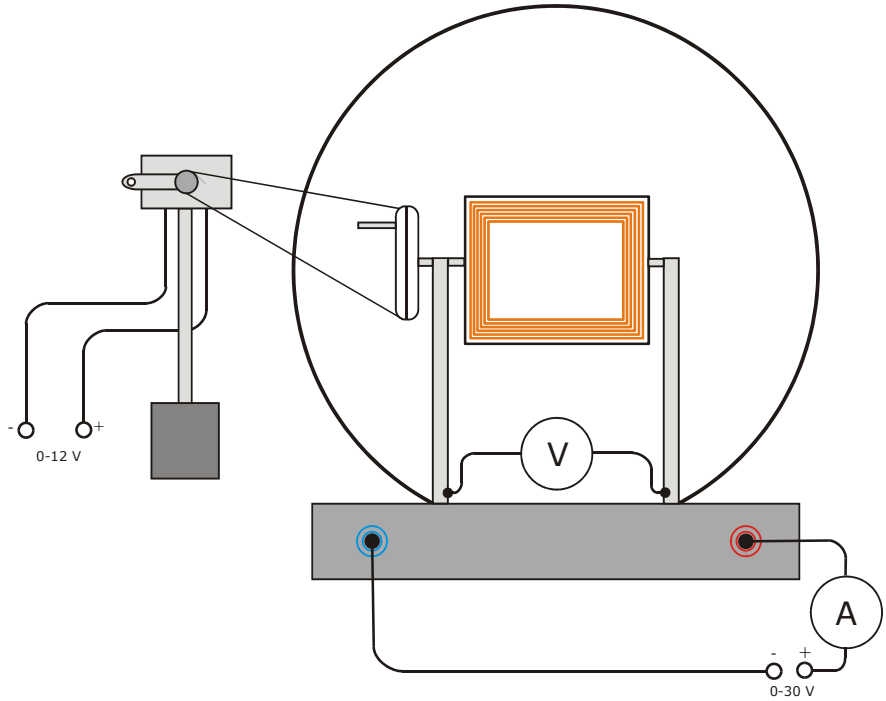

Fig. 2 Experiment set-up with flat coil and driving motor

3B SCIENTIFIC® PHYSICS

Paire de bobines de Helmholtz U8481500

Instructions d'utilisation

01/07 SP

1 Douilles de sortie
2 Vis moletée pour fixer le cadre rotatif avec bobine plate
3 Bobines de Helmholtz
4 Ressort disposé pour sonde de Hall

1. Description

La paire de bobines de Helmholtz sert à générer un champ magnétique homogène. Les bobines permettent de réaliser des expériences sur l'induction et le battement en liaison avec le cadre tournant à bobine plate (U8481510) et pour la détermination de la charge spécifique *e*/*m* de l'électron avec le tube à pinceau étroit (U8481420). Les bobines peuvent être montées en parallèle ou en série. Un ressort disposé sur la traverse supérieure permet de fixer une sonde de Hall lors de la détermination du champ magnétique.

2. Caractéristiques techniques

Spires par bobine:	124
Diamètre de bobine ext.:	311 mm
Diamètre de bobine int.:	287 mm
Rayon de bobine moyen:	150 mm
Ecart de bobines:	150 mm
Epaisseur de fil en cuivre émaillé:	1,5 mm
Résistance du courant continu:	1,2 Ohm chacune
Courant de bobine max.:	5 A
Tension de bobine max.:	6 V
Densité de flux max. à 5 A:	3,7 mT
Masse:	env. 4,1 kg

3. Notions théoriques

L'agencement des bobines est le résultat d'études réalisées par le physicien Hermann von Helmholtz : deux bobines courtes de rayon *R* sont placées parallèlement sur un même axe dans un écart *R*. Le champ de chaque bobine est inhomogène. Par la superposition des deux champs, on obtient entre les deux bobines une zone présentant un champ magnétique pratiquement homogène.

L'équation suivante s'applique à la densité de flux magnétique *B* dans le cas d'une géométrie Helmholtz du champ magnétique de la paire de bobines et d'un courant de bobines *I*:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \mu_0 \cdot I \cdot \frac{n}{R}$$

n = nombre de spires d'une bobine, *R* = rayon de bobine moyen et μ_0 = constante de champ magnétique.

Pour la paire de bobines Helmholtz, on obtient:

$B = 7{,}433 \cdot 10^{-4} \cdot I$ en teslas (*I* en A).

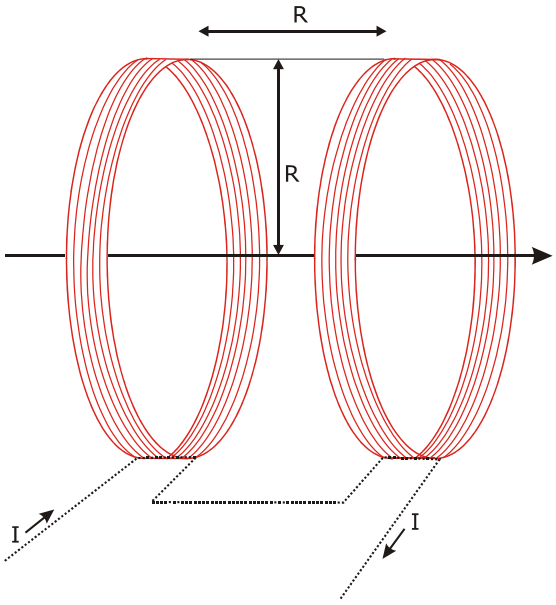

Fig. 1 Bobines dans la géométrie Helmholtz

4. Exemples d'expériences

Pour réaliser les expériences, vous nécessitez le matériel supplémentaire suivant :

1 alimentation CA/CC 0–20 V, 5 A	U8521131
2 multimètres Escola 10	U8531160
1 cadre rotatif à bobine plate	U8481510

4.1 Induction de tension dans le champ magnétique

- Placez les bobines de Helmholtz sur la plaque et montez-les en série avec l'alimentation en tension continue en vous servant d'un ampèremètre.
- Vissez le cadre rotatif avec la bobine plate et ses supports aux fixations transversales des bobines de Helmholtz, de manière à ce que la bobine plate puisse être tournée au centre du champ homogène des bobines Helmholtz.
- Branchez le voltmètre à point zéro central directement à la bobine plate.
- Réglez un courant d'alimentation d'environ 1,5 A pour les bobines.
- Actionnez la manivelle et observez la déviation sur le voltmètre.
- Modifiez la vitesse de rotation, jusqu'à ce que vous obteniez une forte déviation. La vitesse de rotation doit être faible.

Pour obtenir une vitesse de rotation constante, il est recommandé d'entraîner le cadre tournant avec un moteur lent (par ex. moteur à courant continu 12 V, U8552330).

L'allure de la tension peut être observée et mesurée avec précision à l'aide d'un oscilloscope.

4.2. Détermination du champ terrestre à partir de la tension d'induction

Le même montage permet de mesurer le champ magnétique terrestre.

- Ajustez les bobines Helmholtz de manière à ce que les champs magnétiques de la bobine soient parallèles à la terre.
- Tournez la bobine plate et observez la tension.
- Augmentez le courant au niveau de la bobine de Helmholtz, jusqu'à ce que les sorties de la bobine plate soient exemptes de tension d'induction (compensation du champ magnétique terrestre par le champ de la bobine de Helmholtz).

Le calcul du champ magnétique dans les bobines, lorsque le courant induit est nul, donne la grandeur du champ magnétique terrestre.

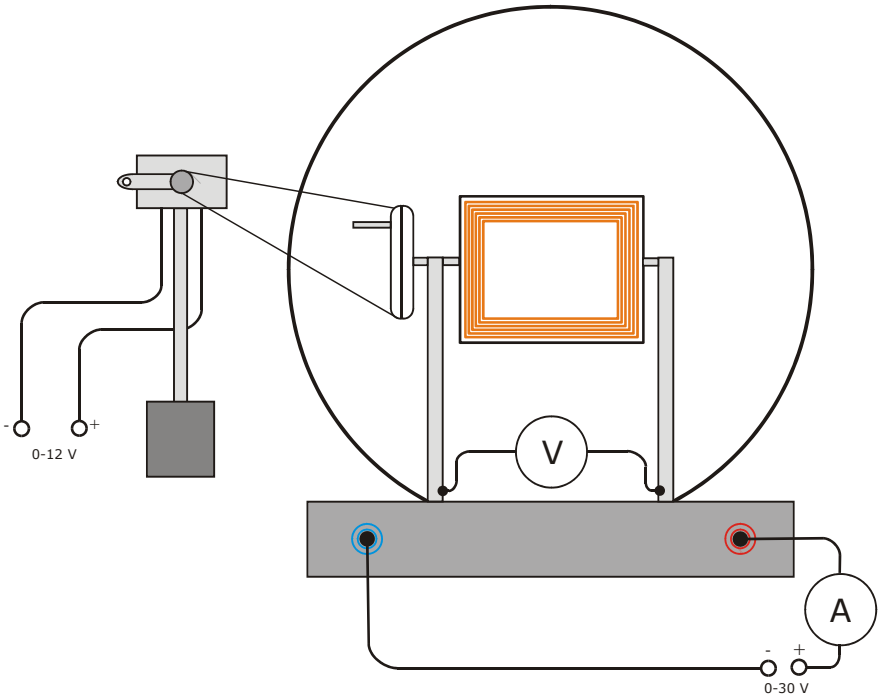

Fig. 2 Cadre rotatif avec bobine plate et moteur d'entraînement

3B SCIENTIFIC® PHYSICS

Coppia di bobine di Helmholtz U8481500

Istruzioni per l'uso

01/07 SP

1 Presa di uscita
2 Vite a testa zigrinata per il fissaggio del telaio rotante con bobina piatta
3 Bobine di Helmholtz
4 Molla di serraggio per sonda di Hall

1. Descrizione

La coppia di bobine di Helmholtz serve per generare un campo magnetico omogeneo. Le bobine consentono prove sull'induzione e sul battimento in combinazione con il telaio rotante con bobina piatta (U8481510) così come per la determinazione della carica specifica *e*/*m* dell'elettrone con il tubo a fascio elettronico (U8481420). Le bobine possono essere collegate in parallelo o in serie. Una molla di serraggio presente sul raccordo trasversale superiore rende possibile il bloccaggio di una sonda di Hall durante la determinazione del campo magnetico.

2. Dati tecnici

Numero di spire per bobina:	124
Diametro esterno bobina:	311 mm
Diametro interno bobina:	287 mm
Raggio centrale bobina:	150 mm
Distanza bobine:	150 mm
Spessore filo di rame smaltato:	1,5 mm
Resistenza ohmica:	ogni 1,2 Ohm
Corrente bobina max.:	5 A
Tensione bobina max.:	6 V
Densità flusso max. a 5 A:	3,7 mT
Peso:	ca. 4,1 kg

3. Principi teorici

La disposizione delle bobine risale al fisico Hermann von Helmholtz: due bobine corte con ampio raggio *R* vengono posizionate parallelamente sullo stesso asse alla distanza *R*. Il campo di ogni singola bobina non è omogeneo. Attraverso la sovrapposizione dei due campi, tra le due bobine si ottiene un'area con campo magnetico ampiamente omogeneo.

Per la densità di flusso magnetica *B* del campo magnetico secondo la geometria di Helmholtz della copia di bobine e della corrente di bobina *I* vale quanto segue:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \mu_0 \cdot I \cdot \frac{n}{R}$$

in cui n = numero di spire di una bobina, R = raggio centrale della bobina e μ_0 = costante di campo magnetico.

Per la coppia di bobine di Helmholtz si ottiene:

$B = 7{,}433 \cdot 10^{-4} \cdot I$ in Tesla (*I* in A)

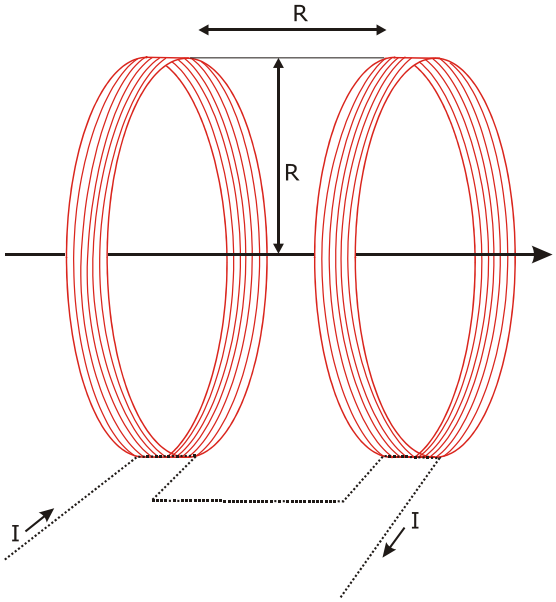

Fig. 1 Bobine nella geometria di Helmholtz

4. Esempi di esperimenti

Per l'esecuzione degli esperimenti sono necessari i seguenti apparecchi:

1 alimentatore CA/CC 0–20 V, 5 A	U8521131
2 multimetri Escola 10	U8531160
1 telaio rotante con bobina piatta	U8481510

4.1 Induzione della tensione nel campo magnetico

- Collocare le bobine di Helmholtz sul piano del tavolo e attraverso un amperometro collegarle in serie con alimentazione di corrente continua.
- Avvitare il telaio rotante con bobina piatta e i supporti ai raccordi trasversali delle bobine di Helmholtz in modo da potere far ruotare la bobina piatta al centro del campo omogeneo delle bobine di Helmholtz.
- Collegare il voltmetro con punto zero centro direttamente alla bobina piatta.
- Impostare una corrente di alimentazione delle bobine di circa 1,5 A.
- Attivare la manovella e osservare l'oscillazione del voltmetro.
- Modificare la velocità di rotazione fino a raggiungere un'oscillazione maggiore. La velocità di rotazione deve essere bassa.

Per ottenere una velocità di rotazione costante, è consigliabile azionare il telaio rotante tramite un motore a rotazione lenta (ad es. motore a corrente continua, 12 V U8552330).

L'andamento esatto della tensione può essere osservato e misurato anche mediante un oscilloscopio.

4.2. Determinazione del campo terrestre dalla tensione d'induzione

Con la stessa struttura di prova è possibile misurare anche il campo magnetico terrestre.

- Allineare le bobine di Helmholtz in modo che i campi magnetici della bobina di Helmholtz e la terra siano paralleli.
- Ruotare la bobina piatta e osservare la tensione.
- Aumentare la corrente in corrispondenza della bobina di Helmholtz finché non è più presente nessuna tensione d'induzione alle uscite della bobina piatta. (Compensazione del campo magnetico terrestre attraverso il campo della bobina di Helmholtz)

Il calcolo del campo magnetico nelle bobine, quando la corrente indotta è pari a zero, fornisce le dimensioni del campo magnetico terrestre.

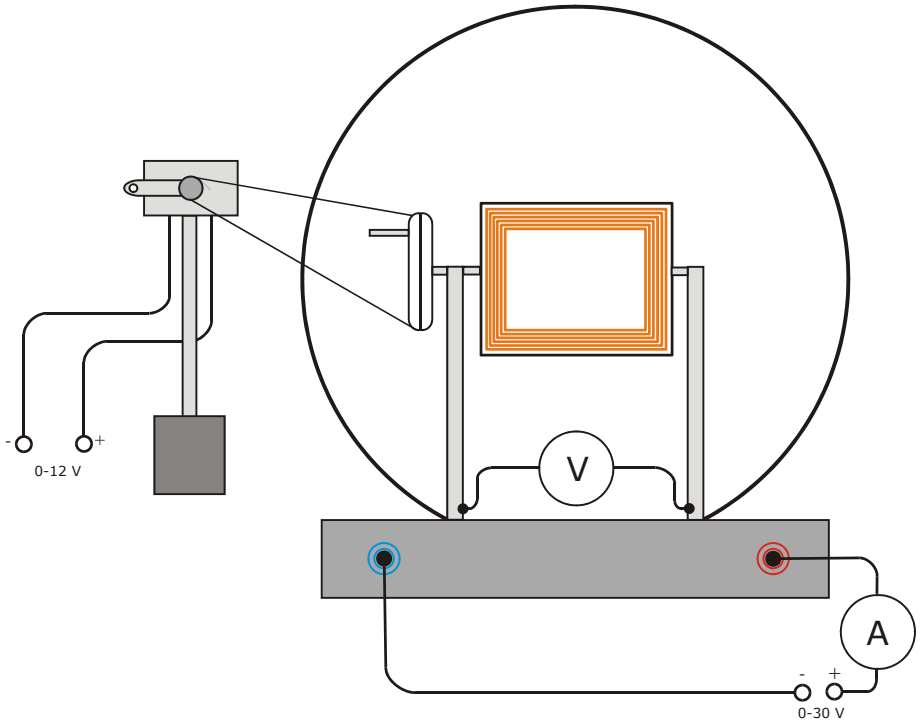

Fig. 2 Struttura di prova telaio rotante con bobina piatta e motore di azionamento

3B SCIENTIFIC® PHYSICS

Par de bobinas de Helmholtz U8481500

Instrucciones de uso

01/07 SP

1 Casquillos de conexión
2 Tornillo moleteado para fijar el marco giratorio con la bobina plana
3 Par de bobinas
4 Muelle de borna para la sonda de Hall

1. Descripción

El par de bobinas de Helmholtz sirve para la producción de un campo magnético homogéneo. Las bobinas hacen posible la realización de experimentos sobre inducción y batidos con el marco giratorio con bobina plana (U8481510), así como para determinación de la carga específica *e*/*m* del electrón con el tubo de haz fino (U8481420). Las bobinas se pueden conectar en serie o en paralelo. Un muelle de apriete, ubicado en la parte superior del travesaño, sirve para la sujeción de una sonda de efecto Hall durante la determinación del campo magnético.

2. Datos técnicos

Número de espiras de cada bobina:	124
Diametro externo de las bobinas:	311 mm
Diametro interno de las bibonas:	287 mm
Radio medio de las bobinas:	150 mm
Distancia entre bobinas:	150 mm
Espesor del alambre de cobre esmaltado:	1,5 mm
Resistencia de corriente continua:	cada 1,2 Ohm
Máx. corriente de bobina:	5 A
Máx. tensión de bobina:	6 V
Máx. densidad de flujo con 5 A:	3,7 mT
Peso:	aprox. 4,1 kg

3. Fundamentos teóricos

Esta Ordenación de las bobinas data del físico Hermann von Helmholtz. Dos bobinas cortas de un radio grande R se colocan paralelamente una frente a la otra en un mismo eje a una distancia R. El campo de cada una de ellas es inhomogéneo. Por la superposición de los campos en la región entre las bobinas se origina un campo magnético ámpliamente homogéneo..

Para la densidad de campo magnético B del campo magnético en la geometría de Helmholtz del par de bobinas con una corriente I por las bobinas se tiene:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \mu_0 \cdot I \cdot \frac{n}{R}$$

siendo n = el número de espiras de una bobina, R = radio medio de la bobina y μ_0 = constante de campo magnético:

$B = 7{,}433 \cdot 10^{-4} \cdot I$ en Tesla (I en A).

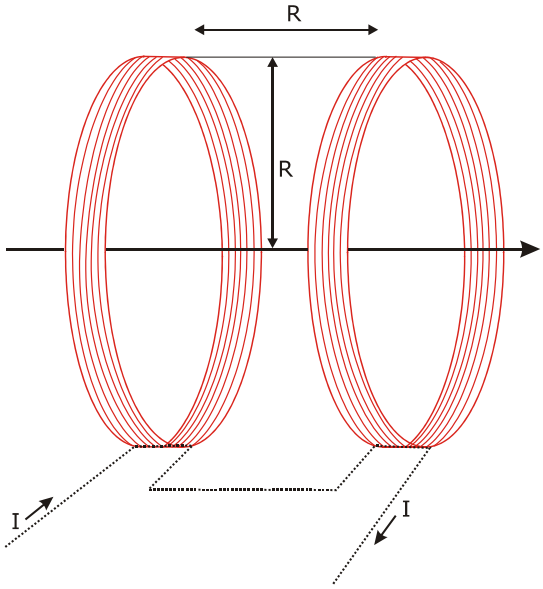

Fig. 1 Bobinas en geometría de Helmholtz

4. Ejemplos de experimentos

Para la realización de los experimentos se requieren los siguientes aparatos:

1 Fuente CA/CC 0–20 V, 5 A	U8521131
2 Multímetros Escola 10	U8531160
1 Marco giratorio con bobina plana	U8481510

4.1 Inducción de tensión en el campo magnético

- Se colocan las bobinas de Helmholtz sobre la mesa de trabajo y se conectan serie entre sí y luego en serie con un amperímetro y con la fuente de alimentación de tensión continua.
- El marco giratorio con la bobina plana con sus soportes se fija con los tornillos moleteados en los travesaños distanciadores de las bobinas de Helmholtz, de tal forma que ésta se pueda girar en el centro del campo homogéneo de las bobinas de Helmholtz.
- Se conecta el voltímetro directamente en los contactos de la bobina plana.
- Se ajusta la corriente en aprox. 1,5 A como suministro de las bobinas de Helmholtz.
- Se acciona la manivela con la mano y se observa la señal en el voltímetro.
- Se varía la velocidad de rotación de la bobina hasta que se obtenga la máxima señal en voltímetro. La velocidad de rotación debe ser lenta.

Para lograr un velocidad de rotación constante se recomienda accionar el marco giratorio por medio de un motor de revoluciones lentas (p.ej.: Motor de corriente continua, 12 V U8552330).

El curso exacto de la tensión inducida se puede observar y medir por medio de un osciloscopio.

4.2. Determinación del campo magnético terrestre por medio de la tensión inducida

Con el mismo montaje experimental del punto 5.1 se puede medir el campo magnético terrestre.

- Se orientan las bobinas de Helmholtz de tal forma que el campo magnético originado por las bobinas de Helmholtz sea antiparalelo al campo magnético terrestre.
- Se hace rotar la bobina plana y se observa la tensión de inducción en el voltímetro.
- Se varía la corriente en las bobinas de Helmholtz hasta que en la salida de la bobina plana la tensión de inducción llegue a cero (Compensación del campo magnético terrestre por el campo magnético de las bobinas de Helmholtz).

El cálculo del campo magnético en la geometría de Helmholtz cuando la corriente inducida sea cero da por resultado la intensidad del campo magnético terrestre.

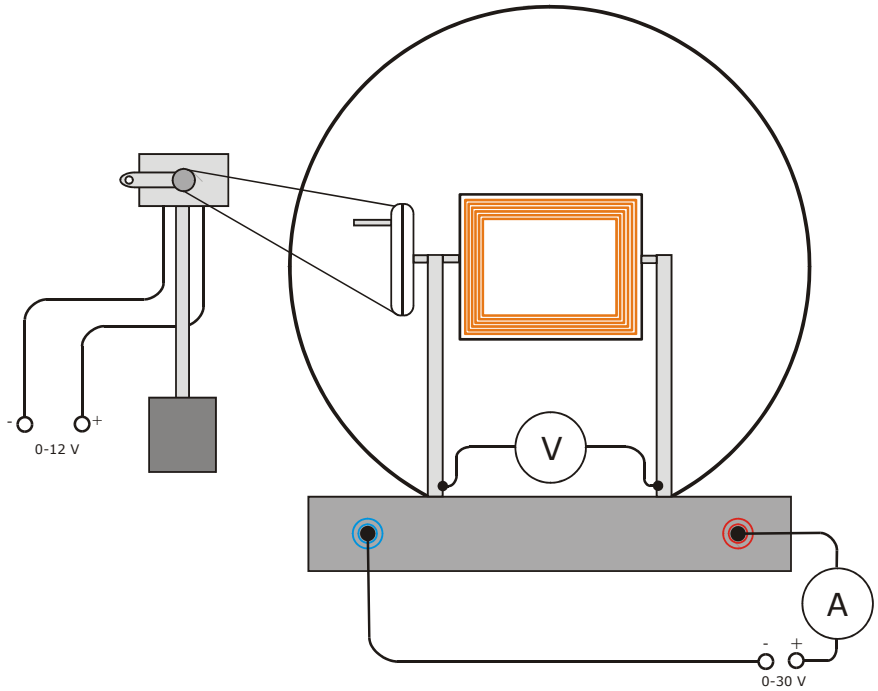

Fig. 2 Montaje experimental del marco giratorio con bobina plana y motor de accionamiento

3B SCIENTIFIC® PHYSICS

Par de bobinas de Helmholtz U8481500

Instruções para o uso

01/07 SP

1 Conectores saída
2 Parafuso manual para a fixação do quadro rotativo com bobina plana
3 Bobinas Helmholtz
4 Pinça de fixação para fixar uma sonda Hall

1. Descrição

As bobinas de Helmholtz servem para a produção de campos magnéticos homogêneos. As bobinas permitem experiências com a indução e a flutuação associadas ao quadro giratório com bobina plana (U8481510) para a determinação da carga específica *e*/*m* do elétron o tubo de raio linear (U8481420). As bobinas podem ser conectadas tanto em paralelo como em série. A pinça de fixação que está na barra transversal superior, serve para fixar uma sonda Hall quando o campo magnético para determinação.

2. Dados técnicos

Espiras por bobina:	124
Diâmetro externo da bobina:	311 mm
Diâmetro interno da bobina:	287 mm
Rádio médio da bobina:	150 mm
Distância entre as bobinas:	150 mm
Espessura do fio de cobre laqueado:	1,5 mm
Resistência de corrente contínua:	1,2 Ohm cada
Corrente máx. bobina:	5 A
Tensão máx. bobina:	6 V
Densidade de corrente máx. a 5 A:	3,7 mT
Massa:	aprox. 4,1 kg

3. Fundamentos teóricos

A ordenação das bobinas foi elaborada pelo físico Hermann von Helmholtz: duas bobinas curtas com rádio maior *R* são colocadas em paralelo ao mesmo eixo com distância *R* entre si. O capo produzido por cada bobina não é homogêneo. Através da superposição dos campos de ambas bobinas resulta então um campo magnético praticamente homogêneo entre as duas bobinas.

Para a densidade de fluxo magnético *B* do campo magnético dentro da geometria de Helmholtz do par de bobinas e a corrente de bobina *I* é válido:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \mu_0 \cdot I \cdot \frac{n}{R}$$

com *n* = número de espiras de uma bobina, *R* = rádio médio da bobina e μ_0 = constante de campo magnético.

Para o par de bobinas de Helmholtz resulta:

$B = 7{,}433 \cdot 10^{-4} \cdot I$ em Tesla (*I* em A).

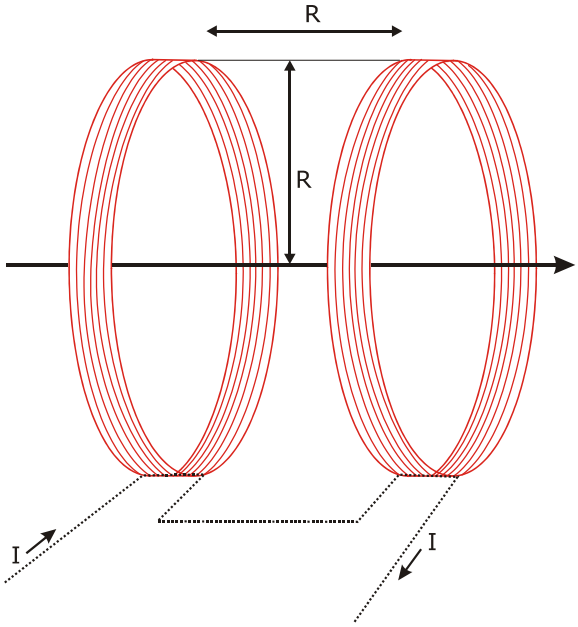

Fig. 1 Bobinas em geometria de Helmholtz

4. Exemplos de experiências

Para a execução das experiências são necessários os seguintes aparelhos:

1 Aparelho de alim. AC/DC 0–20 V, 5 A	U8521131
2 Multímetro Escola 10	U8531160
1 Quadro rotativo com bobina plana	U8481510

4.1 Indução de tensão em campos magnéticos

- Colocar as bobinas de Helmholtz sobre a mesa de trabalho e conecta-las em série com a alimentação em corrente contínua passando por um amperímetro.
- Aparafusar firmemente o quadro rotativo com a bobina plana e seus suportes nos apoios perpendiculares das bobinas de Helmholtz, de modo que a bobina plana possa ser girada no meio do campo homogêneo das bobinas de Helmholtz.
- Ligar o voltímetro com ponto zero mediano diretamente com a bobina plana.
- Ajustar uma corrente de alimentação de aproximadamente 1,5 A como alimentação para as bobinas.
- Acionar a manivela e observar os valores no voltímetro.
- Alterar a velocidade de rotação até que se atinja um valor maior. A velocidade de rotação deve ser baixa.

Para se alcançar uma velocidade de rotação constante, recomenda-se proporcionar um motor de rotação lenta para impulsar o quadro giratório (por exemplo, motor de corrente contínua, 12 V U8552330).

A evolução exata da tensão pode ser observada e medida com a ajuda de um osciloscópio.

4.2. Determinação do campo terrestre a partir da tensão de indução

Com a mesma montagem da experiência pode-se também medir o campo magnético da Terra.

- Instalar as bobinas de Helmholtz de modo que o campo magnético das bobinas de Helmholtz e o campo magnético da Terra estejam em paralelo.
- Girar a bobina plana e observar a tensão.
- Elevar a corrente nas bobinas de Helmholtz até que não há nenhuma tensão de indução nas saídas da bobina plana (compensação do campo magnético terrestre através do campo da bobina de Helmoltz)

O cálculo do campo magnético das bobinas quando a corrente induzida é igual a zero resulta no tamanho do campo magnético.

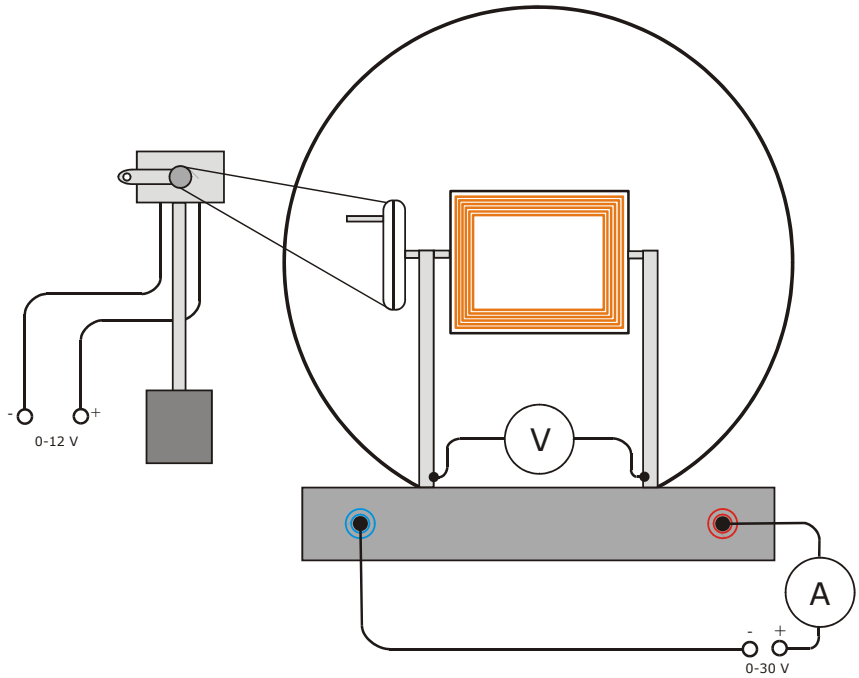

Fig. 2 montagem da experiência com o quadro rotativo com bobina plana e motor de impulso