3B SCIENTIFIC® PHYSICS

Helmholtz-Spulen 1000906

Bedienungsanleitung

09/15 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 (1013131) sowie zur Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons *e*/*m* mit der Fadenstrahlröhre (1000904). 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).

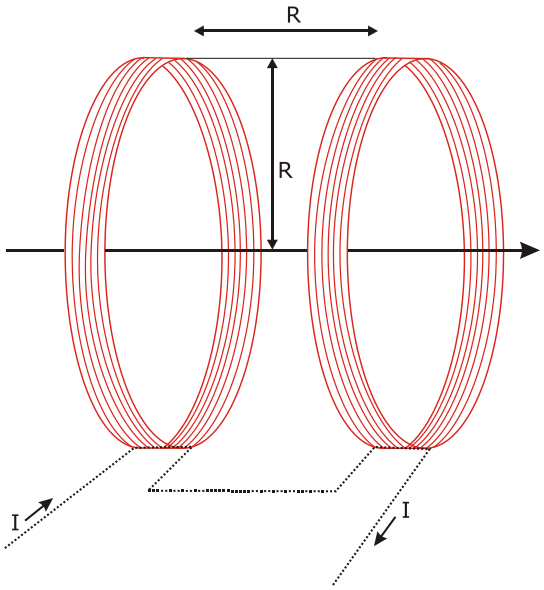

Fig. 1 Spulen in Helmholtzgeometrie

4. Versuchsbeispiele

Zur Durchführung der Experimente werden folgenden Geräte zusätzlich benötigt:

1 AC/DC Netzgerät 0–20 V, 5 A @230 V 1003562

oder

1 AC/DC Netzgerät 0–20 V, 5 A @115 V 1003561

2 Multimeter Escola 100 1013527

1 Drehrahmen mit Flachspule 1013131

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 1001041) 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.

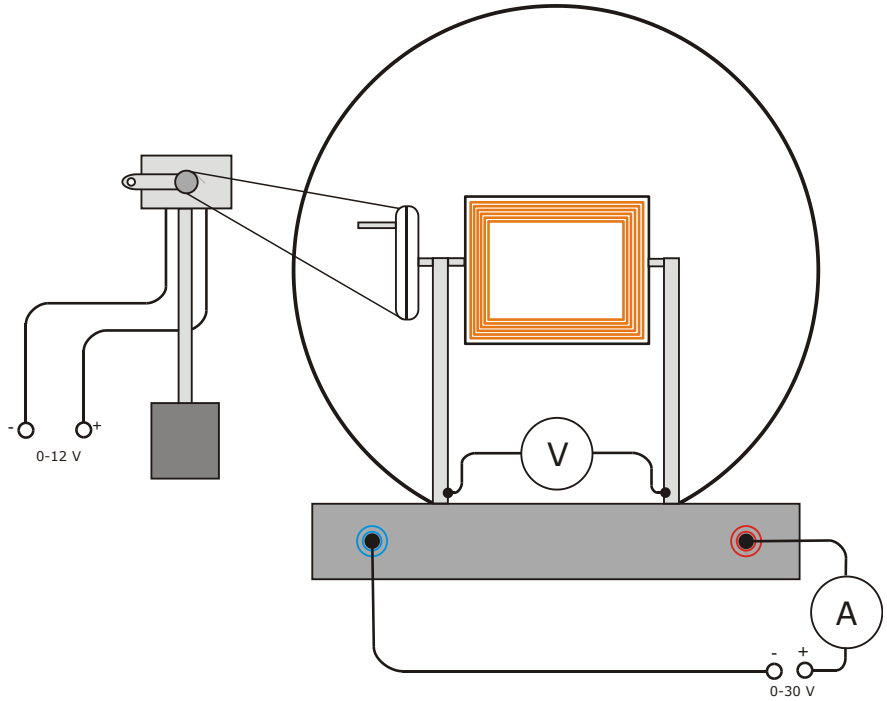

Fig. 2 Experimentieraufbau Drehrahmen mit Flachspule und Antriebsmotor

© Copyright 2022 3B Scientific GmbH