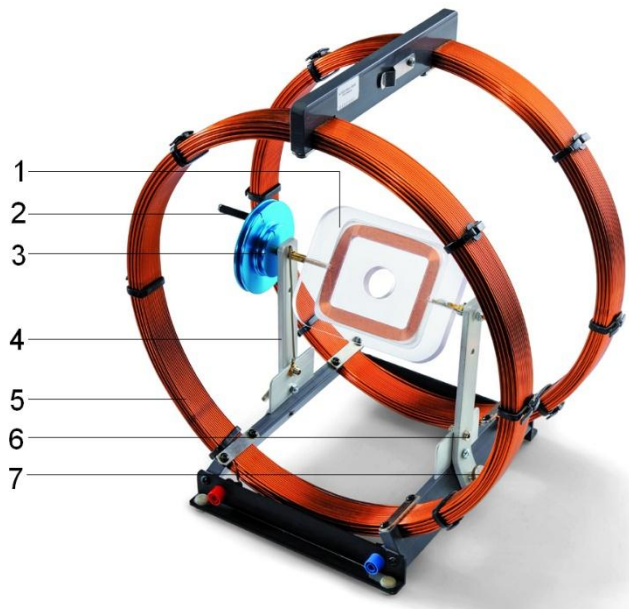


Flachspule im Drehraumen 1013131

Bedienungsanleitung

09/26 SP/HJB



- 1 Flachspule
- 2 Handkurbel
- 3 Schnurrolle
- 4 Träger
- 5 Helmholtz-Spulenpaar
(nicht im Lieferumfang enthalten)
- 6 4-mm-Ausgangsbuchse
- 7 Rändelschraube zur Befestigung des Trägers

1. Beschreibung

Die Flachspule im Drehraumen dient zur Durchführung verschiedener Experimente zum Thema „Elektromagnetische Induktion“ in Verbindung mit dem Helmholtz-Spulenpaar 1000906).

Die Flachspule befindet sich in einem drehbar gelagerten Plexiglasrahmen. Die elektrische Verbindung zur Spule wird über Schleifkontakte hergestellt. Eine Schnurrolle und eine Handkurbel auf der Achse des Drehraumens dienen zum Spulen-antrieb. Die Stützen des Drehraumens werden mittels Rändelschrauben am Quersteg der Helmholtz-Spulen befestigt.

2. Technische Daten

Windungszahl:	4000
Wirksame Fläche:	41,7 cm ²
Spulenhaltung:	Plexiglas
Abmessungen:	110 x 80 x 11 mm ³
Länge der Träger:	ca 160 mm
Elektrische Verbindung:	über Schleifkontakte
Masse:	ca. 360 g

3. Theoretische Grundlagen

Die Flachspule wird in einem externen magnetischen Feld gedreht, so dass eine induzierte Spannung an den Enden der Spulen gemessen werden kann.

Um eine genaue Aussage über die Höhe der induzierten Spannung machen zu können, müssen die Variablen, von denen die induzierte Spannung abhängt, bekannt sein. Es handelt sich hier um die Stärke des externen magnetischen Feldes, die Geschwindigkeit, mit der die magnetischen Feldlinien durchquert werden und die Ladung der geladenen Teilchen, die das magnetische Feld durchqueren. Diese 3 Variablen werden durch die so genannte „Lorenz Kraft“ miteinander verbunden:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

Diese Kraft wirkt senkrecht zum Feld B und zur Bewegungsrichtung der geladenen Teilchen.

Durch die Form der Spule und die Beschaffenheit des Mediums, in dem sich die Teilchen bewegen, entsteht an den Enden der Kupferschleife eine durch die Anzahl von Windungen verstärkte induzierte Spannung, die sich mit einem normalen Messinstrument messen lässt.

Um eine gleichmäßige Bewegung zu erzeugen, wird die Drehspule an einen sich langsam drehenden Motor angeschlossen. Ein externes, in einem großen Raum in Stärke und Richtung konstantes

magnetisches Feld wird mittels einer Anordnung von Helmholtzspulen erzeugt.

Die Ladungsträger sind die in der Kupferschleife frei beweglichen Elektronen, deren Ladung auch konstant ist.

Durch die Drehbewegung der Spule im Feld entsteht eine sinusförmige Wechselspannung:

$$U = U_m \cdot \sin \omega t$$

$$\text{mit } U_m = n \cdot A \cdot B \cdot \omega$$

$$\text{und } \omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

n = Anzahl der Windungen der Spule

B = magnetische Feldstärke

A = Fläche der Spule

f = Drehfrequenz der Spule im Feld

A und n lassen sich direkt bestimmen. B kann über die Helmholtz-Anordnung indirekt bestimmt werden. Die Drehfrequenz der Spule f kann durch die Drehfrequenz des Motors eingestellt und mittels einer Lichtschranke gemessen werden.

Die induzierte Spannung kann mit einem Oszilloskop oder mit einem Spannungsmesser mit Nullpunkt Mitte bestimmt werden.

Für sehr langsame Drehbewegungen der Flachspule kann ein Messverstärker nötig sein.

4. Bedienung

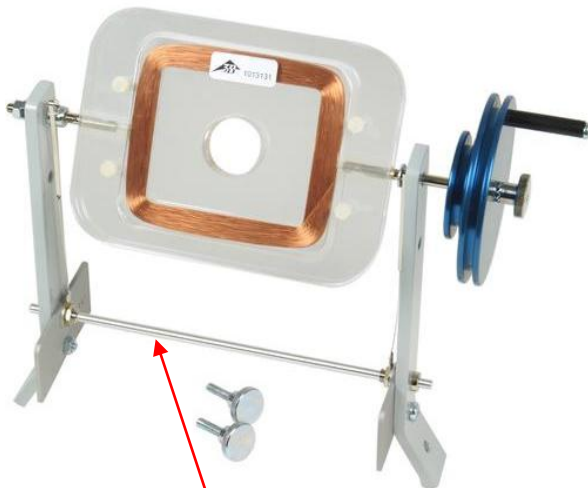


Abb 1: **Transportsicherung** für die Flachspule im Drehrahmen

Achtung!

Bei Auslieferung ist das Produkt mit einer Transportsicherung versehen (Abb. 1). Diese muss vor dem Einbau in die Spulen unbedingt abgeschraubt werden, da sie einen Kurzschluss verursacht.

- Die Flachspule im Drehrahmen mit ihren Trägern an den Querhalterungen der Helmholtz-Spulen festschrauben, so dass sich die Flachspule in der Mitte des homogenen Feldes der Helmholtz-Spulen drehen lässt.
- Zuerst einen Vorversuch durchführen und mittels Handbetriebs die Höhe der Induktionsspannung abschätzen.
- Anschließend die Schnurrolle mittels Schnur mit dem Motor verbinden.
- In dieser Anordnung dann die Experimente durchführen.

5. Experimentierbeispiele

Zur Durchführung der Experimente werden folgenden Geräte zusätzlich benötigt:

1 DC-Netzgerät 20 V, 5 A @230 V	1003312
oder	
1 DC-Netzgerät 20 V, 5 A @115 V	1003311
2 Analog-Multimeter ESCOLA 100	1013527
1 Helmholtz-Spulenpaar	1000906

5.1 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.

5.2. Bestimmung des Erdmagnetfeldes aus der Induktionsspannung

Mit demselben Versuchsaufbau kann auch das Erdmagnetfeld gemessen werden.

- Helmholtzspulen so ausrichten, dass die Magnetfelder der Helmholtzspule und der Erde parallel verlaufen
- Flachspule drehen und Spannung beobachten.
- Strom an der Helmholtzspule hochdrehen, bis keine Induktionsspannung an den Ausgängen der Flachspule anliegt. (Kompensation des Erdmagnetfeldes durch das Feld der Helmholtzspule)
- Die Berechnung des Magnetfelds in den Spulen, wenn der induzierte Strom gleich Null ist, ergibt die Größe des Erdmagnetfelds.

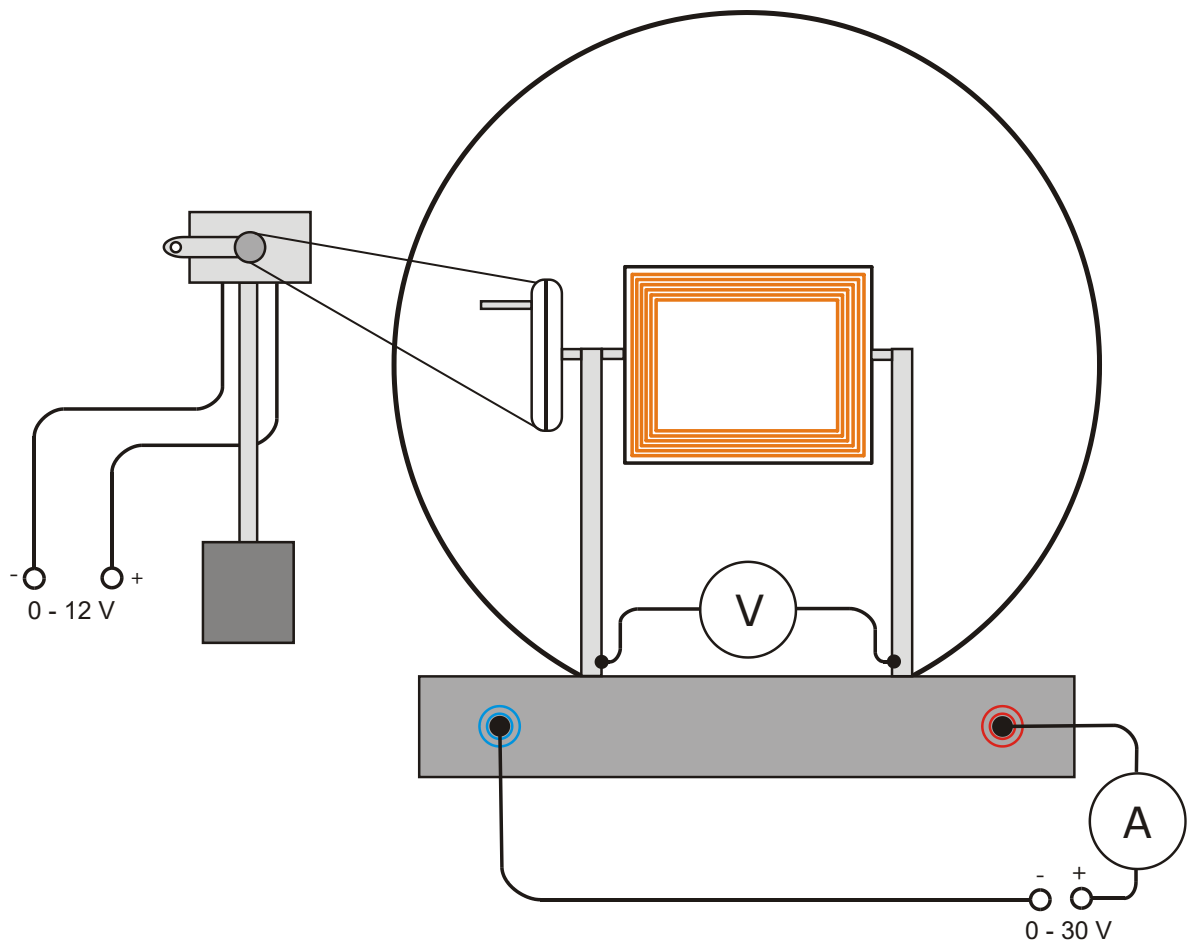


Abb.2: Experimentieraufbau Flachspule im Drehrahmen und Antriebsmotor