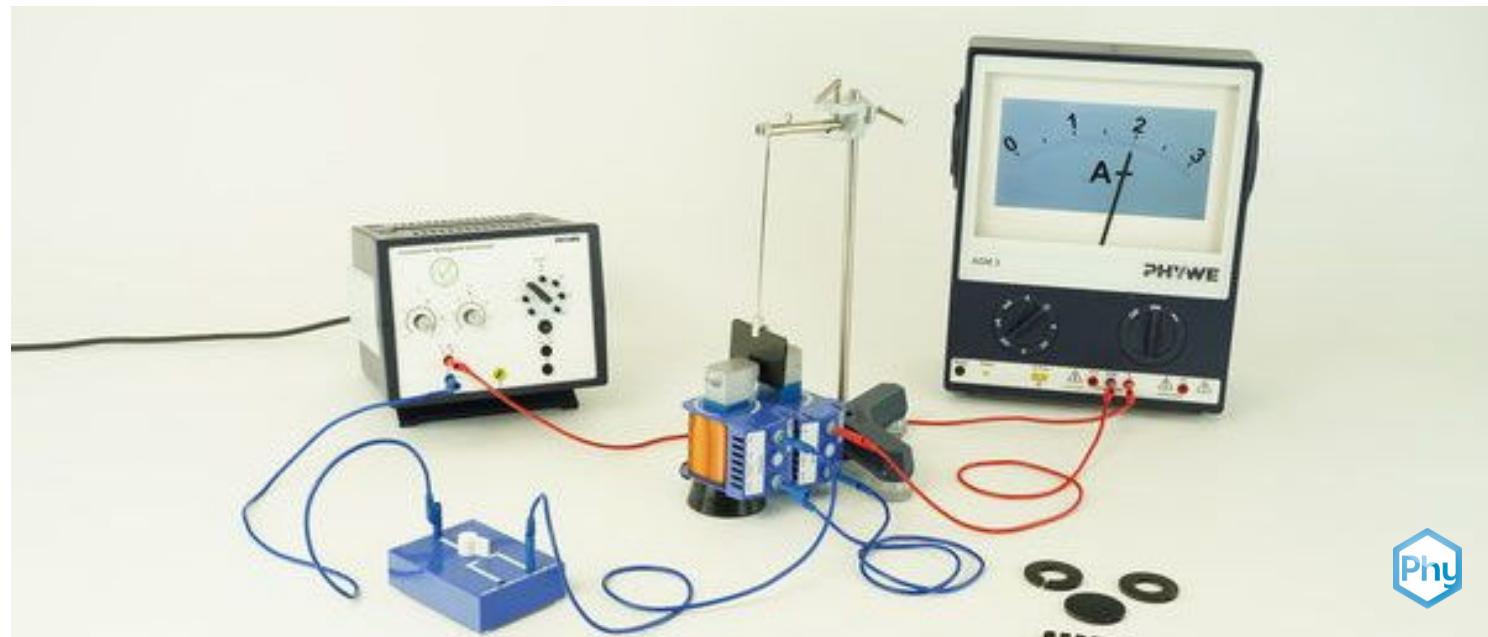


Wirbelstromdämpfung eines Pendels im Magnetfeld (DEMO) (Waltenhofensches Pendel)



Physik → Elektrizität & Magnetismus → Elektromagnetismus & Induktion

 Schwierigkeitsgrad

mittel

 Gruppengröße

1

 Vorbereitungszeit

10 Minuten

 Durchführungszeit

20 Minuten

This content can also be found online at:

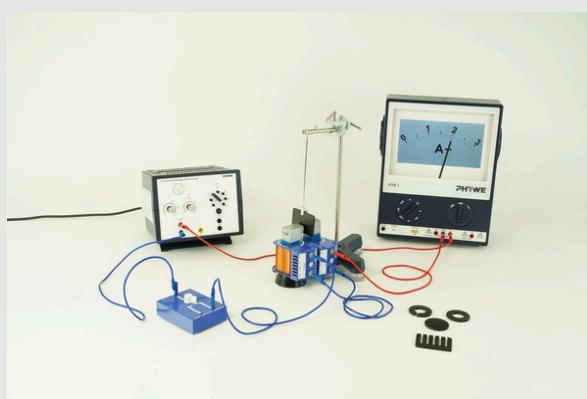


<http://localhost:1337/c/6048b969e6a4ed00032d3149>



Lehrerinformationen

Anwendung



Versuchsaufbau

Die Änderung eines Magnetfeldes bewirkt elektrischen Strom. Dies bedeutet, wenn ein Körper durch ein Magnetfeld schwingt, dann ändert sich für den Körper relativ gesehen das Magnetfeld und es entstehen Wirbelströme. Die Wirbelströme wiederum erzeugen ihrerseits auch ein Magnetfeld. Durch das Ein- und Austreten ist die Drehrichtung der Wirbelströme zueinander so, dass das induzierte Magnetfeld den Körper abbremst. Die Wirbelströme geben nach dem Ohmschen Gesetz thermische Energie ab. Somit wird die kinetische Energie in thermische Energie umgewandelt, bis die Bewegung zum Stillstand kommt.

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten mit dem Prinzip der elektromagnetischen Induktion vertraut sein.

Prinzip



Wenn ein leitfähiger Körper durch ein Magnetfeld schwingt, ändert sich aus Sicht des Körpers das äußere Magnetfeld und es werden Wirbelströme induziert. Aus diesen Wirbelströmen resultiert ein Magnetfeld, welches so gerichtet ist, dass der Körper abgebremst wird.

Über diese Wirbelströme wird die kinetische Energie in thermische Energie umgewandelt, bis die Bewegung zum Stillstand kommt.

Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollten verstehen, wie Wirbelströme für Bremsen verwendet werden können.

Aufgaben



Beobachtung der Pendelbewegung verschiedener leitender Objekte durch ein Magnetfeld hindurch.

1. Bremsen der Schwingung durch Einschalten des Stroms.
2. Vergleich der Bremsdauer für verschiedene Pendelkörper.
3. Vergleich der Bremsdauer eines Pendelkörpers bei unterschiedlichen Strömen.

Theorie



Die Änderung des Magnetfeldes bewirkt ein Strom.

Es gilt gemäß dem Induktionsgesetz:

$$\text{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

Dies bedeutet, wenn ein Körper durch ein Magnetfeld schwingt, dann ändert sich für den Körper relativ gesehen das Magnetfeld und es entstehen Wirbelströme. Die Wirbelströme wiederum erzeugen ihrerseits auch ein Magnetfeld. Durch das Ein- und Austreten ist die Drehrichtung der Wirbelströme zueinander so, dass das induzierte Magnetfeld den Körper abbremst.

Die Wirbelströme geben nach dem Ohmschen Gesetz thermische Energie ab. Somit wird die kinetische Energie in thermische Energie umgewandelt, bis die Bewegung zum Stillstand kommt.



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE

Die Änderung eines Magnetfeldes bewirkt elektrischen Strom. Dies bedeutet, wenn ein Körper durch ein Magnetfeld schwingt, dann ändert sich für den Körper relativ gesehen das Magnetfeld und es entstehen Wirbelströme. Die Wirbelströme wiederum erzeugen ihrerseits auch ein Magnetfeld. Durch das Ein- und Austreten ist die Drehrichtung der Wirbelströme zueinander so, dass das induzierte Magnetfeld den Körper abbremst. Die Wirbelströme geben nach dem Ohmschen Gesetz thermische Energie ab. Somit wird die kinetische Energie in thermische Energie umgewandelt, bis die Bewegung zum Stillstand kommt.

Dies wird beispielsweise bei den Notfallbremsen eines Fahrstuhles ausgenutzt.



Fahrstuhl

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Netzgerät, universal, RiSU 2019 DC: 0...18 V, 0...5 A / AC: 2/4/6/8/10/12/15 V, 5 A	13504-93	1
2	PHYWE Demo-Multimeter ADM 3: Strom, Spannung, Widerstand, Temperatur	13840-00	1
3	Eisenkern, U-förmig, geblättert	06501-00	1
4	Polschuhe für Eisenkern, U-förmig	06493-00	1
5	Spule, 600 Windungen	06514-01	2
6	Wechselschalter, einpolig	06005-00	1
7	Pendelkörper, Satz von 5 Stück	06456-00	1
8	Pendelstange	06457-00	1
9	Bolzen mit Stift	02052-00	1
10	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-01	2
11	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-04	3
12	PHYWE Dreifuß, für 1 Stange, $d \leq 14$ mm	02002-55	1
13	Stativstange Edelstahl, $l = 500$ mm, $d = 10$ mm	02032-00	1
14	Doppelmuffe, für Kreuz-,T- oder Parallelspannung mit Gelenkschraube	02054-00	1
15	Demo-Tischstoppuhr, $d = 130$ mm	03075-00	1

Aufbau

PHYWE

- Baue den Versuch nach Abb. 1 auf.
- Schalte die Spulen des Elektromagneten in Serie. Die großen Stirnflächen der Polschuhe sollen einander zugekehrt sein.
- Halte die Pendelstange so mit Stift am Bolzen, dass keine Klemmreibung auftritt.
- Positioniere das Pendel samt Stativmaterial so, dass das Pendel ungehindert zwischen den Polschuhen hindurchschwingen kann.

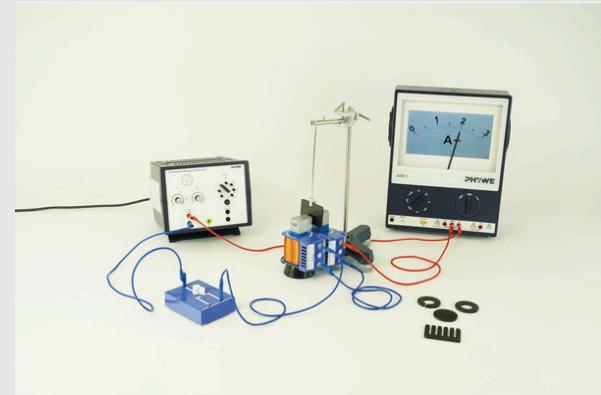


Abb. 1

Durchführung

PHYWE

1. Versetze das mit der ungeschlitzten Rechteckscheibe versehene Pendel – bei abgeschaltetem Strom – in Schwingung. Schalte nach wenigen Perioden dann den Strom ein. Nach Einschalten des Stromes kommt das Pendel schnell zur Ruhe.
2. Vergleiche für die verschiedenen Pendelkörper die Zeit bis zur vollständigen Abbremsung der Schwingung. Gebe dabei die Pendelkörper – bei eingeschaltetem Strom – aus der gleichen Anfangsauslenkung frei.
3. Vergleiche für einen Pendelkörper, z.B. die geschlitzte Rechteckscheibe, die Bremszeiten für verschiedene Stromstärken: z.B. in Schritten von 0,5 A.

PHYWE



Protokoll

Aufgabe (1/3)

PHYWE

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Einige lassen sich besser als andere.

Pendelkörper mit einem werden kaum abgebremst.

Je höher der eingestellte , desto stärker werden die Pendelkörper abgebremst.

Pendelkörper
Schlitz
abbremsen
Strom

Überprüfen

8/10

Aufgabe (2/3)

PHYWE

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Nach der [] erfährt der Körper durch die auftretenden [] eine Kraftwirkung, welche der [] der Wirbelströme – d.h. also der [] des Körpers – entgegen wirkt. Die [] nimmt mit der Stärke des [] zu.

Magnetfeldes
Ursache
Wirbelströme
Bremswirkung
Lenzschen Regel
Bewegung

Überprüfen

Aufgabe (3/3)

PHYWE

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Unterteilung des Körpers durch [] (oder nicht leitende Schichten) vermindert die [] der Wirbelströme. Technische Anwendung findet die [] von Induktionsströmen, z.B. zur Dämpfung der Einstellschwingung von Messsystemen (Drehspulinstrument, Spiegelgalvanometer, Waage) und bei der [].

Ausbildung
Wirbelstrombremse
Schlitze
dämpfende Wirkung

Überprüfen

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 12: Einfluss der Schlitze	0/4
Folie 13: Kraftwirkung	0/6
Folie 14: Technische Anwendung	0/4

Gesamtpunktzahl

 0/14

Lösungen anzeigen



Wiederholen

10/10