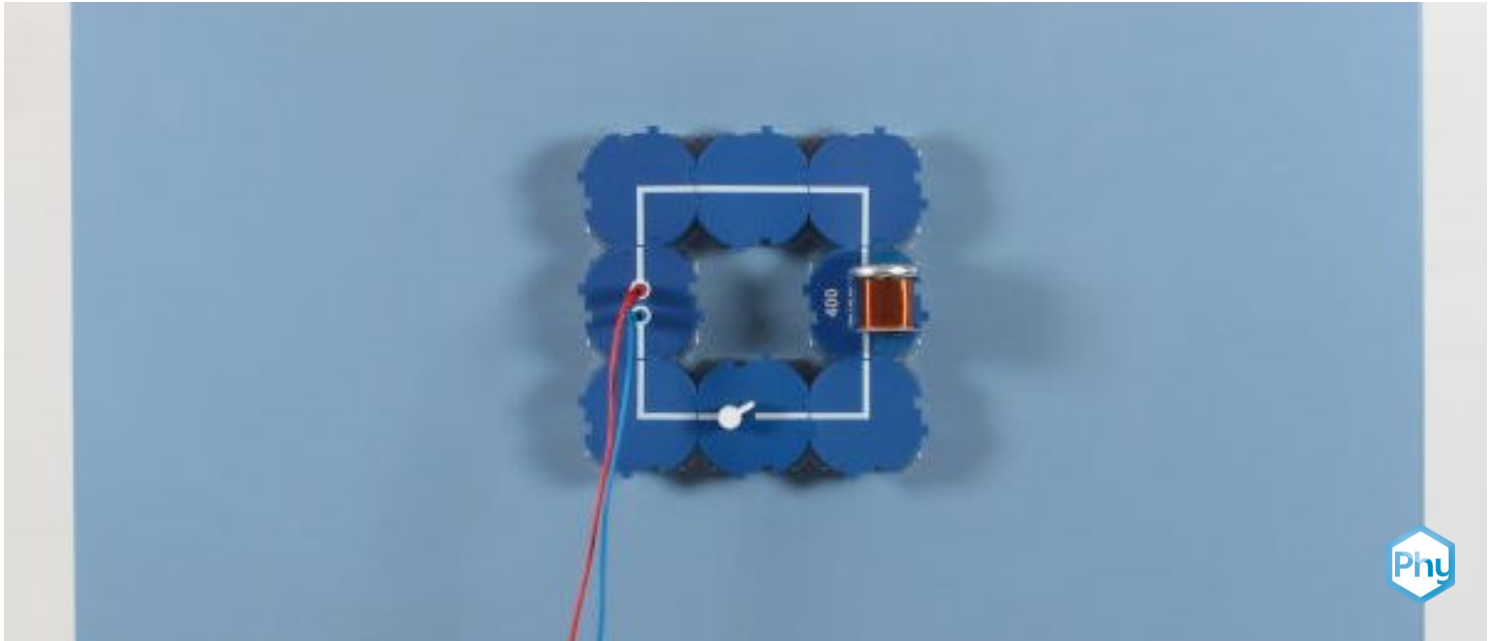


Die Selbstinduktion beim Einschaltvorgang



P1399900 - Mithilfe einer Parallelschaltung aus einem ohmschen Widerstand und einer Spule mit hoher Induktivität soll demonstriert werden, dass diese Spule das Anwachsen des Stromes beim Einschalten verzögert.

Physik

Elektrizität & Magnetismus

Elektromagnetismus & Induktion



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/6401e9ef293bdb0002b0746d>

PHYWE



Allgemeine Informationen

Anwendung

PHYWE



Typischerweise liefert eine Autobatterie eine Gleichspannung von $U = 12V$. Zum Zünden des Motors wird allerdings eine Spannung von $U = 2500V$ benötigt. Dies wird mithilfe des Phänomes der Selbstinduktion realisiert. Dabei ist die Autobatterie über einen Schalter mit der Primärspule von der Zündspule verbunden. Dort gegenüber befindet sich ein zweiter Stromkreis bestehend aus der Sekundärspule, der an die Zündkerze angeschlossen ist.

Sonstige Informationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Es sollte ein grundlegendes Wissen über einfache elektrische Schaltungen und zum Thema Magnetismus vorhanden sein (Kräfte zwischen Magneten, Magnetpole, Magnetfelder, etc.).

Prinzip



Sofort nach dem Schließen des Stromkreises beginnt der Strom zu fließen und baut in den Spulen ein veränderliches Magnetfeld auf, das durch den Eisenkern erheblich verstärkt wird. Die Änderung der Magnetfeldstärke vom Wert Null bis zu ihrem Höchstwert ruft eine Induktionsspannung hervor, die nach dem lenzschen Gesetz ihrer Ursache – dem Aufbau des Magnetfeldes – entgegen wirkt und somit das Anwachsen des Spulenstromes so lange verzögert, bis dessen Höchstwert erreicht ist.

Sonstige Informationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen ein Verständnis über die Selbstinduktion einer Spule beim Einschaltvorgang entwickeln.

Aufgaben



Mithilfe einer Parallelschaltung aus einem ohmschen Widerstand und einer Spule mit hoher Induktivität soll demonstriert werden, dass diese Spule das Anwachsen des Stromes beim Einschalten verzögert.

Sonstige Informationen (3/3)

PHYWE

Die Spulen wirken gleichzeitig als Feld- und als Induktionsspulen. Die durch die Änderung des Spulenstroms und die dadurch hervorgerufene Änderung des Magnetfeldes in der Spule entstehende Spannung heißt Selbstinduktionsspannung. Sie wirkt nach dem lenzschen Gesetz ihrer Ursache entgegen, und es gilt für sie:

$$U_i = -L(dI/dt).$$

L wird als Selbstinduktionskoeffizient oder Induktivität bezeichnet und in Henry (H) gemessen. Die im Versuch eingesetzten Spulen haben ohne Eisenkern eine Induktivität von $L = 50mH$ bzw. $L = 3mH$ und bei geschlossenem Eisenkern eine Induktivität in der Größenordnung $L = 1700mH$ bzw. $L = 100mH$.

Da der Zeitunterschied zwischen dem Aufleuchten der beiden Glühlampen $L1$ und $L2$ nicht sehr groß ist, sollten die Schüler aufgefordert werden, beide Glühlampen gleichzeitig zu beobachten. Durch mehrmaliges Wiederholen kann eine genauere Wahrnehmung geübt werden. Der Effekt wird deutlicher, wenn man anstatt des Widerstands mit $R = 50\Omega$ den Widerstand mit $R = 10\Omega$ verwendet. Dann leuchten aber beide Glühlampen nicht mehr gleich hell.

Sicherheitshinweise

PHYWE



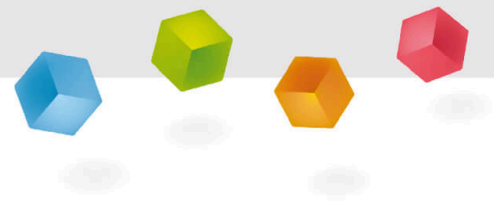
Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	Leitungs-Baustein, gerade, DB	09401-01	1
3	Leitungs-Baustein, winklig, DB	09401-02	6
4	Leitungs-Baustein, T-förmig, DB	09401-03	2
5	Leitungs-Baustein, unterbrochen, DB	09401-04	1
6	Ausschalter, DB	09402-01	1
7	Lampenfassung E10, DB	09404-00	2
8	Widerstand 50 Ohm, DB	09412-50	1
9	Spule 400 Windungen, DB	09472-01	1
10	Spule 1600 Windungen, DB	09472-02	1
11	Schüler - Eisenkern, U-förmig, geblättert	07832-00	1
12	Schüler - Eisenkern, I-förmig, geblättert	07833-00	1
13	Spannschraube für Schüler - Eisenkern	07834-00	1
14	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-01	1
15	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-04	1
16	PHYWE Netzgerät, universal mit Analoganzeige, RiSU 2019 konform, DC: 18 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A	13503-93	1
17	Elektrische Symbole für Demo-Tafel, 12 Stück	02154-03	1
18	Glühlampen 4 V/0,04 A/0,16 W, Sockel E10 Set mit 10 Stück	06154-03	1
19	Schraubzwinge	02014-00	2

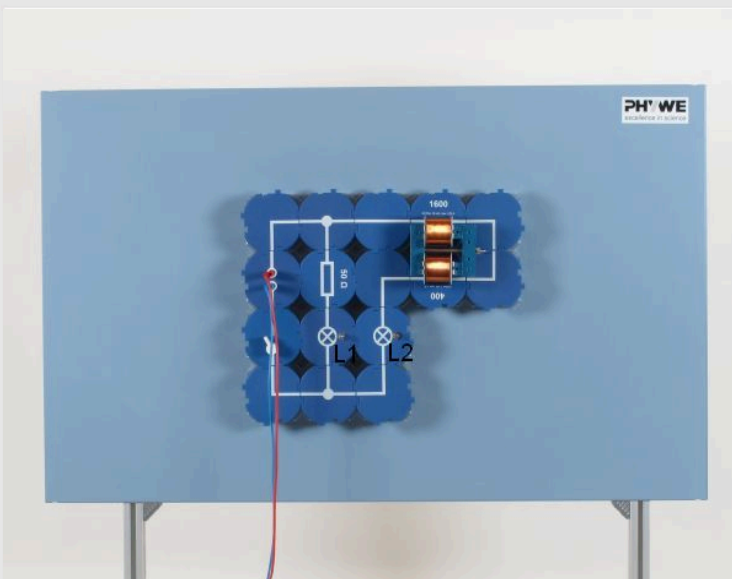
PHYWE

Aufbau und Durchführung



Aufbau

PHYWE



- Baue den Versuch entsprechend der Abbildung auf.
- Presse U-Kern und Joch mithilfe der Spannschraube fest aufeinander.
- Der Schalter ist zunächst geöffnet.

Durchführung

PHYWE

- Schalte bei geöffnetem Schalter das Netzgerät ein und stelle eine Spannung von $6V$ – ein.
- Schließe und öffne den Schalter, beobachte dabei gleichzeitig das Aufleuchten und Erlöschen der beiden Glühlampen $L1$ und $L2$.
- Schließe und öffne nach jeweils kurzer Pause den Schalter mehrmals und sichere so die Beobachtungen ab (1).
- Löse die Spannschraube und entferne den Eisenkern aus den Spulen.
- Schließe und öffne den Schalter wieder mehrmals und beobachte dabei $L1$ und $L2$ (2).



PHYWE



Beobachtung und Auswertung

Beobachtung

PHYWE

1. Wenn der Stromkreis geschlossen wird, leuchtet die Glühlampe L_2 etwas später auf als die Glühlampe L_1 . Wenn der Stromkreis geöffnet wird, erlöschen L_1 und L_2 gleichzeitig.
2. Nach Entfernen des Eisenkerns leuchten beide Glühlampen beim Schließen des Stromkreises gleichzeitig auf und erlöschen auch wieder gleichzeitig.



Auswertung

PHYWE

Sofort nach dem Schließen des Stromkreises beginnt der Strom zu fließen und baut in den Spulen ein veränderliches Magnetfeld auf, das durch den Eisenkern erheblich verstärkt wird. Die Änderung der Magnetfeldstärke vom Wert Null bis zu ihrem Höchstwert ruft eine Induktionsspannung hervor, die nach dem Lenzschen Gesetz ihrer Ursache – dem Aufbau des Magnetfeldes – entgegen wirkt und somit das Anwachsen des Spulenstromes so lange verzögert, bis dessen Höchstwert erreicht ist. Deshalb leuchtet die Glühlampe L_2 in dem Stromzweig mit der Spule später auf als L_1 .

Wenn die Spule keinen Eisenkern hat, dann ist das entstehende Magnetfeld bzw. dessen Änderung erheblich geringer, damit auch die entstehende Selbstinduktionsspannung. Deshalb leuchten beide Glühlampen ohne sichtbare Verzögerung auf.

Dass beide Glühlampen gleichzeitig erlöschen, wenn der Stromkreis unterbrochen wird, erklärt sich daraus, dass sie dann in Reihe geschaltet sind. Der beim Ausschalten durch das Zusammenbrechen des Magnetfeldes entstehende Induktionsstrom muss somit durch beide Glühlampen fließen.