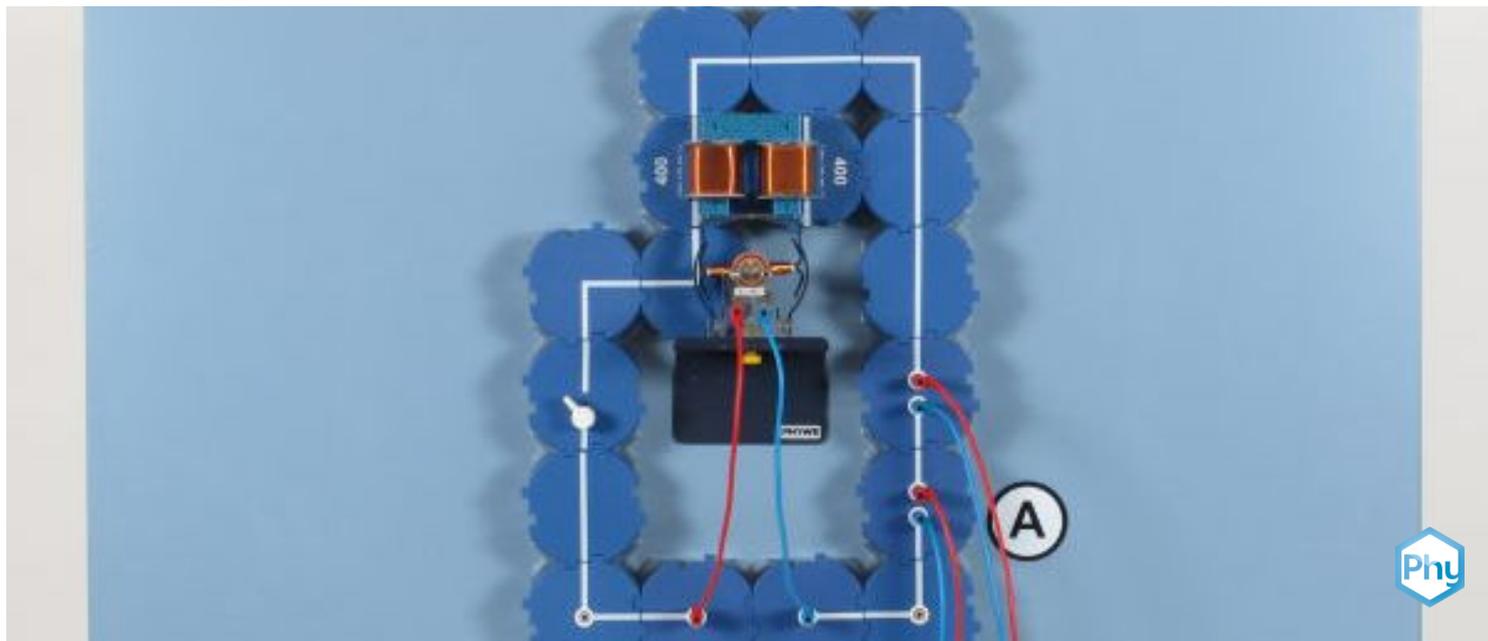


Die Selbstinduktion beim Ausschaltvorgang



P1400000 - In diesem Versuch wird demonstriert, welche Eigenschaften Selbstinduktionsspannung hat, die beim Unterbrechen des Stromes entsteht, der durch eine Spule hoher Induktivität fließt.

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/64074c179bb66c0002c579eb>

PHYWE

Allgemeine Informationen



Anwendung

PHYWE



Induktionsherd

Stromdurchflossene Spulen besitzen ein Magnetfeld, welches nach dem Schließen des Gleichstromkreises erst aufgebaut und nach dem Öffnen des Stromkreises abgebaut werden muss. Dadurch entsteht jeweils eine Selbstinduktionsspannung.

Die Selbstinduktionsspannung wirkt nach dem Lenz'schen Gesetz ihrer Ursache stets entgegen. Es gilt:

$$U_i = -L \cdot (dI/dt)$$
 mit der Selbstinduktivität L , mit der Einheit Henry ($1H = 1\Omega s$).

Anwendung findet dieses Prinzip beispielsweise als Dämpfer in der elektrischen Messtechnik. Weitere Anwendungsbeispiele der Induktion sind Ladestationen oder Induktionsherde.

Sonstige Informationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten einen einfachen Stromkreis aufbauen und nachvollziehen können. Sie sollten wissen, dass in einer Spule eine Spannung induziert wird, solange sich das von der Spule umfasste Magnetfeld ändert. Sie sollten Elektromagneten kennen und daher auch wissen, dass eine stromdurchflossene Spule ein Magnetfeld besitzt und wovon die Stärke des Magnetfeldes abhängig ist.

Prinzip



Sobald die Spule von der Stromquelle abgeschaltet wird, bricht das Magnetfeld zusammen. Die Änderung des Magnetfeldes im Inneren der Spule verursacht eine Selbstinduktionsspannung, die nach dem lenzschen Gesetz ihrer Ursache – hier dem Abbau des Magnetfeldes – entgegenwirkt. Der Selbstinduktionsstrom hat infolgedessen die gleiche Richtung wie der Strom, der die Spule ursprünglich durchflossen hat.

Sonstige Informationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen mit dem vorgesehenen Versuch erkennen, dass beim Ausschalten eine Selbstinduktionsspannung entsteht, die dem Abfallen des Stromes entgegenwirkt. Außerdem sollen sie erkennen, dass diese entstehenden Spannungen mitunter sehr hoch sind.

Aufgaben



Demonstriere, welche Eigenschaften Selbstinduktionsspannung hat, die beim Unterbrechen des Stromes entsteht, der durch eine Spule hoher Induktivität fließt.

Sonstige Informationen (3/3)

PHYWE

Im Zusammenhang mit dem zweiten Versuch sollte darauf verwiesen werden, dass bei Ausschaltvorgängen entstehende hohe Induktionsspannungen zur Beschädigung technischer Geräte führen können. Das muss bei deren Entwicklung beachtet werden.

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 | 4 |
| 4 | Leitungs-Baustein, T-förmig, DB | 09401-03 | 2 |
| 5 | Leitungs-Baustein, unterbrochen, DB | 09401-04 | 2 |
| 6 | Ausschalter, DB | 09402-01 | 1 |
| 7 | Umschalter, DB | 09402-02 | 1 |
| 8 | Lampenfassung E10, DB | 09404-00 | 1 |
| 9 | Spule 1600 Windungen, DB | 09472-02 | 1 |
| 10 | Schüler - Eisenkern, U-förmig, geblättert | 07832-00 | 1 |
| 11 | Schüler - Eisenkern, I-förmig, geblättert | 07833-00 | 1 |
| 12 | Spannschraube für Schüler - Eisenkern | 07834-00 | 1 |
| 13 | Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker | 07363-01 | 2 |
| 14 | Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker | 07363-04 | 2 |
| 15 | PHYWE Netzgerät, universal mit Analoganzeige, RiSU 2019 konform, DC: 18 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A | 13503-93 | 1 |
| 16 | PHYWE Demo-Multimeter ADM 3: Strom, Spannung, Widerstand, Temperatur | 13840-00 | 1 |
| 17 | Elektrische Symbole für Demo-Tafel, 12 Stück | 02154-03 | 1 |
| 18 | Glimmlampe, 110 V AC, E 10 | 07506-90 | 1 |
| 19 | Schraubzwinde | 02014-00 | 2 |

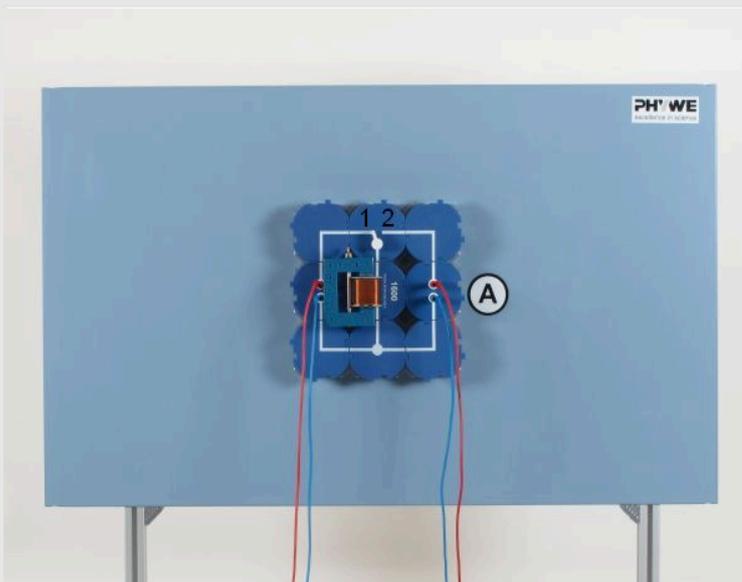
PHYWE

Aufbau und Durchführung



Aufbau

PHYWE



- Baue den Versuch entsprechend der Abbildung links auf.
- Versehe die Spule mit einem U-Kern und presse den Joch mit Hilfe der Spannschraube fest auf den U-Kern.
- Stelle den Messbereich auf $-10 \dots 0 \dots +10 \text{ mA}$ ein und kennzeichne deutlich die Polung des Messgeräts.

Durchführung (1/3)

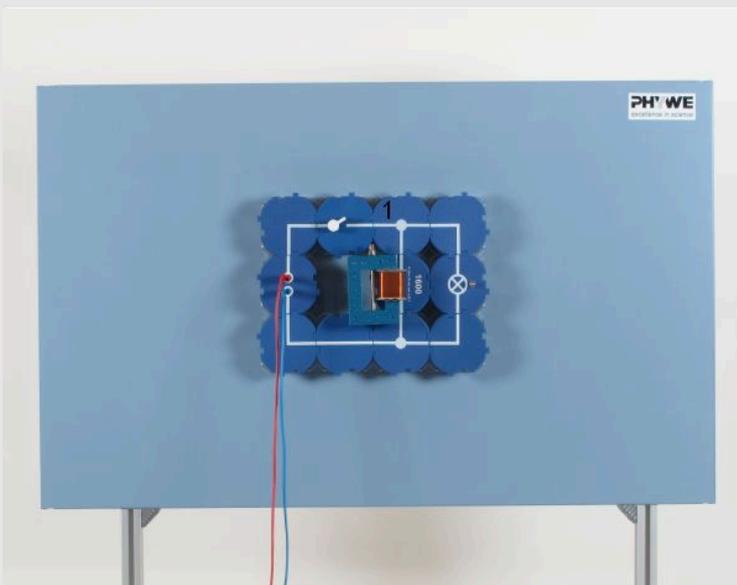
PHYWE

- Schalte das Netzgerät ein und stelle eine Spannung von 10 V - ein, bringe den Umschalter in Stellung 1 und schließe somit den linken Stromkreis.
- Bringe den Umschalter in Stellung 2 und schließe somit den rechten Stromkreis. Beobachte den Ausschlag des Strommessers.
- Betätige den Umschalter mehrmals und notiere deine Beobachtung (1).



Durchführung (2/3)

PHYWE



- Baue den Versuch entsprechend der Abbildung mit geöffnetem Schalter auf.
- Füge die Spule wie bislang ein.

Durchführung (3/3)

PHYWE

- Mache dir bewusst bzw. demonstriere, dass die Glimmlampe eine Betriebsspannung von etwa 100 V benötigt. Entferne dazu z. B. die Spule und schließe und öffne mehrmals den Schalter und zeige so, dass die Glimmlampe keinmal aufleuchtet. Notiere dann ggf., welche Betriebsspannung sie benötigt.
- Schließe und öffne bei kompletter Schaltung mehrmals den Schalter und beobachte dabei die Glimmlampe (2).



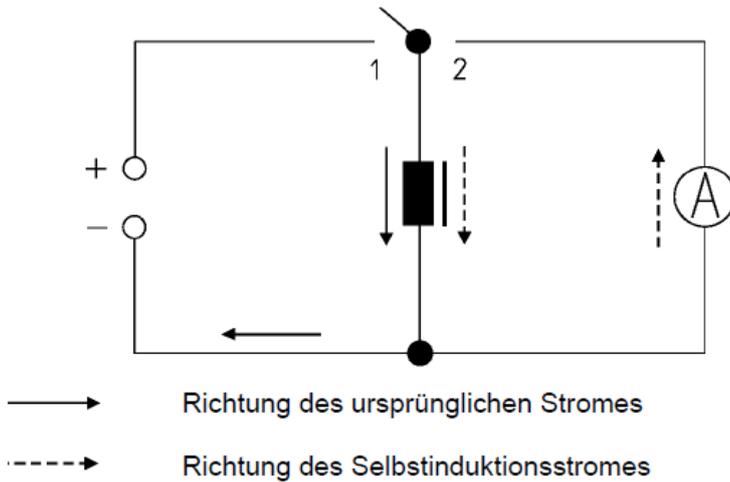
PHYWE



Beobachtung und Auswertung

Beobachtung

PHYWE



Beobachtung:

(1) Der Zeiger des Strommessers schlägt kurzzeitig nach links aus, wenn der linke, der ursprüngliche Stromkreis unterbrochen wird.

(2) Jedes Mal, wenn der Stromkreis unterbrochen wird, leuchtet die Glühlampe kurz auf.

Auswertung

PHYWE

Sobald die Spule von der Stromquelle abgeschaltet wird, bricht das Magnetfeld zusammen. Die Änderung des Magnetfeldes im Inneren der Spule verursacht eine Selbstinduktionsspannung, die nach dem lenzschen Gesetz ihrer Ursache – hier dem Abbau des Magnetfeldes – entgegenwirkt.

Der Selbstinduktionsstrom hat infolgedessen die gleiche Richtung wie der Strom, der die Spule ursprünglich durchflossen hat.

Im 1. Versuch wurde dieser Nachweis durch ein Strommessgerät erbracht, das nach dem Umschalten in Stellung 2 mit der Spule in einem gemeinsamen Stromkreis liegt. Mithilfe der Abbildung (vorherige Seite) kann das Versuchsergebnis verdeutlicht werden.

Aus dem Ergebnis des 2. Versuchs folgt, dass die Selbstinduktionsspannung sehr viel höher als die (ursprünglich) angelegte Spannung werden kann.