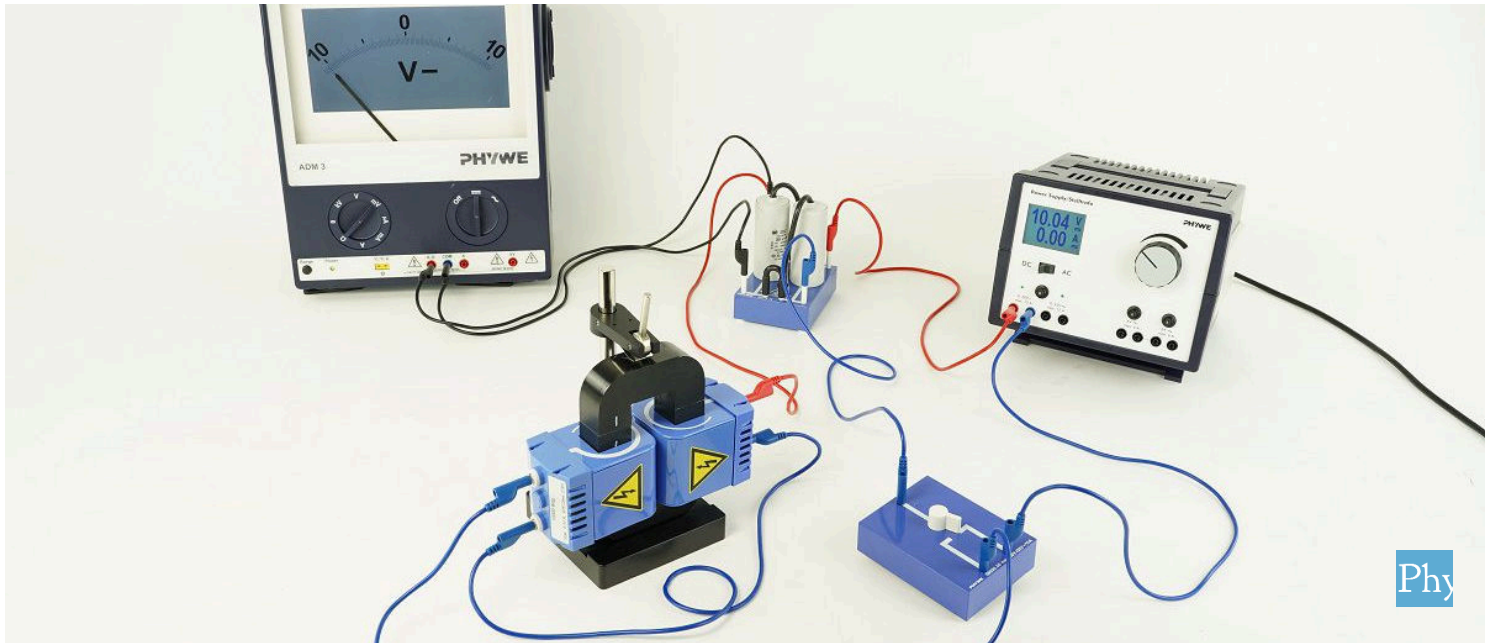


1 Hz Schwingkreis (DEMO)



Physik

Elektrizität & Magnetismus

Elektromagnetismus & Induktion



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



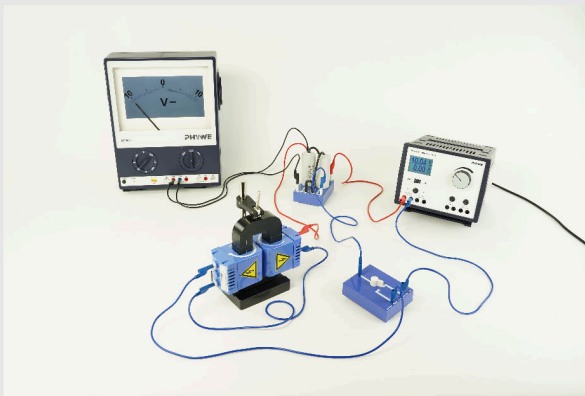
Durchführungszeit

20 Minuten



Lehrerinformationen

Anwendung



Versuchsaufbau

Der elektrische Schwingkreis aus einem mit einer Spule in Reihe geschaltetem Kondensator kann mit dem harmonischen Oszillator in der Mechanik verglichen bzw. analog beschrieben werden.

Anwendungen für den elektrischen Schwingkreis findet sich in der Informationstechnik, da eine Sendeantenne auf dem Prinzip des elektrischen Schwingkreises basiert.

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Die Schüler sollten mit dem Prinzip des Kondensators und der Spule vertraut sein.

Prinzip



Die Energie des elektrischen Feldes und die des magnetischen Feldes wechseln sich periodisch ab - analog zur kinetischen und potenziellen Energie beim mechanischen Pendel.

Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Die Schüler sollten verstehen, wie ein elektrischer Schwingkreis funktioniert.

Aufgaben



Untersuche das Verhalten des elektrischen Schwingkreises.

Theorie (1/3)

Die Energie des elektrischen Feldes und die des magnetischen Feldes wechseln sich periodisch ab - analog zur kinetischen und potenziellen Energie beim mechanischen Pendel. Wenn die Spannung am Kondensator maximal ist, so befindet sich die gesamte Energie des Schaltkreises im elektrischen Feld des Kondensators:

$$E_{mag} = \frac{1}{2} C \cdot U^2$$

Wenn der Kondensator sich entlädt ist die Spule stromdurchflossen. Bei der maximaler Stromstärke I ist die gesamte Energie des Schwingkreises in das magnetische Feld der Spule übertragen worden:

$$E_{el} = \frac{1}{2} L \cdot U^2$$

Die Resonanzfrequenz des L-C-Schwingkreises lässt sich mit der Induktivität L der Spule und der Kapazität C des Kondensators gemäß der sogenannten Thomsonschen Schwingungsgleichung berechnen:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Leftrightarrow T = \frac{1}{f_0} = 2\pi\sqrt{LC}$$

Theorie (2/3)

Herleitung nach dem Energieerhaltungssatz:

Die Gesamtenergie des Schwingkreises E_{gesamt} bleibt erhalten und setzt sich aus der magnetischen Feldenergie der Spule und der elektrischen Feldenergie des Kondensators zusammen:

$$E_{gesamt} = E_{mag} + E_{el} = \text{const.}$$

Mit den Beziehungen $I = \dot{Q}(t)$ und $U = Q/C$ folgt somit:

$$E_{gesamt} = \frac{1}{2} L \dot{Q}^2 + \frac{1}{2C} Q^2 = \text{const.}$$

Ableiten dieser Gleichung nach der Zeit für zu:

$$I(t) \cdot \left(L \ddot{Q}(t) + \frac{1}{C} Q(t) \right) = 0$$

Theorie (3/3)

$I(t) = 0$ ist trivial. Für den Teil in der Klammer wird folgender Lösungsansatz gewählt:

$$Q(t) = Q_0 \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

Dabei ist die Kreisfrequenz $\omega = 2\pi f_0$ und die Phasenverschiebung φ . Für die Differenzialgleichung folgt damit

$$Q(t) \cdot \left(\frac{1}{C} - \omega^2 L \right) = 0 \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC}$$



Schülerinformationen

Motivation

Der elektrische Schwingkreis aus einem mit einer Spule in Reihe geschaltetem Kondensator kann mit dem harmonischen Oszillator in der Mechanik verglichen bzw. analog beschrieben werden.

Anwendungen für den elektrischen Schwingkreis findet sich in der Informationstechnik, da eine Sendeantenne auf dem Prinzip des elektrischen Schwingkreises basiert.



Sendeantenne

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stelltrafo mit Digitalanzeige, RiSU 2019 DC: 0...20 V, 12 A / AC: 0...25 V, 12 A	13542-93	1
2	PHYWE Demo-Multimeter ADM 3: Strom, Spannung, Widerstand, Temperatur	13840-00	1
3	MP-Kondensator 2 x 30 µF	06007-00	1
4	Spule, 10000 Windungen	06519-01	2
5	Schnittband - Eisenkern	06503-00	1
6	Spannvorrichtung für Eisenkerne	06506-00	1
7	Wechselschalter, einpolig	06005-00	1
8	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, schwarz Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-05	3
9	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-04	3
10	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-01	2

Aufbau

PHYWE
excellence in science

Abb. 1

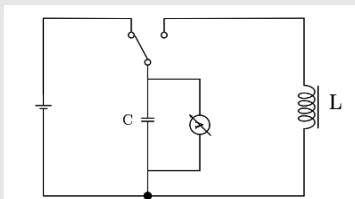


Abb. 2

- Baue den Versuch nach Abb. 1 und Abb. 2 auf.
- Beim Primärstromkreis sind das Netzgerät, der Wechselschalter und der Kondensator in Reihe geschaltet.
- Im Sekundärstromkreis sind der Kondensator, die Spulen mit Eisenkern und der Wechselschalter in Reihe geschaltet.
- Zur Messung der Spannung wird ein Demonstrationsmultimeter parallel zum Kondensator geschaltet.

Durchführung

PHYWE
excellence in science

- Schließe den Wechselschalter, sodass der Primärstromkreis geschlossen ist.
- Schalte das Netzgerät ein und stelle sie eine Gleichspannung von 10 V ein.
- Nach kurzer Zeit ist der Kondensator fertig geladen. Zur Kontrolle sollte das Demonstrationsmultimeter auch eine Gleichspannung von 10 V anzeigen.
- (Es empfiehlt sich bei dem Demonstrationsmultimeter einen Messbereich von -10 V bis 10 V Gleichspannung einzustellen).
- Lege den Schalter um, sodass der Sekundärstromkreis geschlossen ist.
- Beobachte den Zeigerausschlag am Demonstrationsmultimeter.



Protokoll

Aufgabe (1/2)

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Die Spannung am schwingt mit ungefähr 1 Hz bzw. langsamer.
Während einer wechselt das Vorzeichen der am
Kondensator zwei Mal. Die Ausschläge werden immer , bis die
Spannung bei Null ist.

 Überprüfen

Aufgabe (2/2)

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Der L-C-Schwingkreis ist . Dies bedeutet, dass der Schwingkreis in Form von Wärme hat. Durch den im Versuch verwendeten wird die tatsächlich jedoch um ca. 2 Größenordnungen verstärkt, wodurch sich die um etwa eine Größenordnung verlängert. Wenn im Experiment die tatsächliche Periodendauer gemessen wird, kann hieraus die Induktivität des Schwingkreises berechnet werden:

$$L = \frac{T^2}{4\pi^2 C}$$

 Überprüfen

Folie

Punktzahl/Summe

Folie 14: Beobachtung der Spannung

0/4

Folie 15: Der L-C-Schwingkreis

0/5

Gesamtpunktzahl

 ★