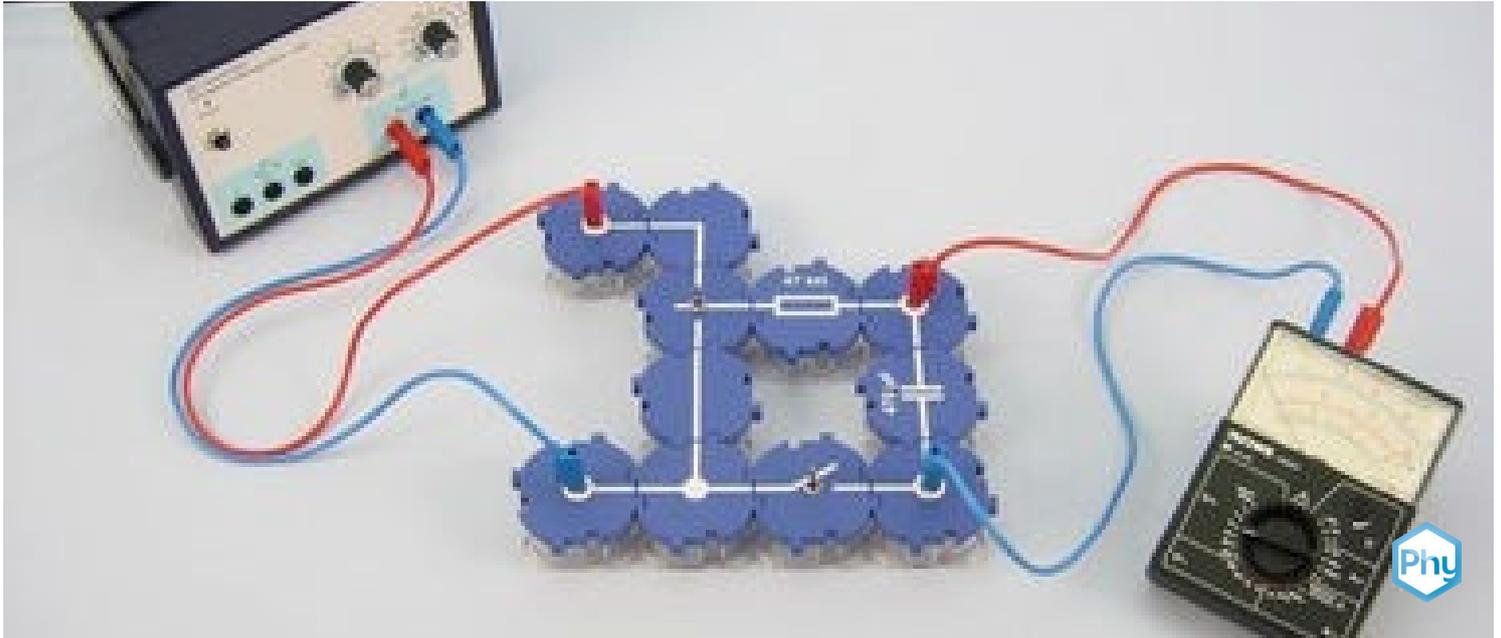


Laden und Entladen eines Kondensators



Physik → Elektrizität & Magnetismus → Einfache Stromkreise, Widerstände, Kondensatoren



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5f15c164c20558000363076e>

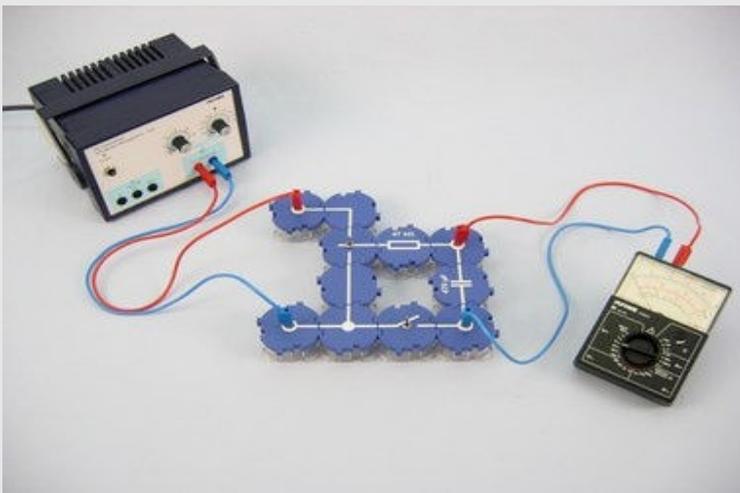
PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Ein Kondensator ist ein elektrisches Standardbauteil. Bei angelegter Gleichspannung wird Ladung und damit Energie in dem Kondensator gespeichert, wobei die gespeicherte Energie in Form des entstehenden internen elektrischen Feldes vorhanden ist. Die Ladungsmenge die ein Kondensator aufnehmen kann hängt von seiner Bauform und der angelegten Spannung ab und wird als seine Kapazität bezeichnet: $C = Q/U$.

In diesem Versuch wird der Auf- und der Entladevorgang eines Kondensators untersucht.

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten wissen, dass das elektrische Bauelement Kondensator Ladung und damit elektrische Energie speichern kann und sollten die Grundlegenden Eigenschaften von elektrischen Schaltungen kennen.

Prinzip



Für den Ladevorgang gilt die Funktion:

$$U(t) = U_0 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

Für den Entladevorgang gilt die Funktion:

$$U(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

Für die Halbwertszeit τ gilt:

$$U_0/2 = U_0 \cdot (1 - e^{-\frac{\tau}{RC}})$$

$$\Rightarrow 1/2 = e^{-\frac{\tau}{RC}}$$

$$\Rightarrow \tau = \ln 2 \cdot RC$$

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



Der erste Versuchsteil konzentriert sich auf den zeitlichen Verlauf der Kondensatorspannung beim Laden und Entladen. Dazu werden zunächst qualitative Aussagen gewonnen und danach wird der Verlauf der Spannung beim Laden und Entladen quantitativ erfasst.

Der zweite Versuchsteil zielt auf halbquantitative Zusammenhänge zwischen der Kondensatorspannung U_C , dem Ladewiderstand R , der Kapazität C des Kondensators und der Zeit t während des Ladevorgangs ab.

Aufgaben



Die Schüler untersuchen den Spannungsverlauf an einem Kondensator während des Lade- und Entladevorgangs sowie von welchen Größen und in welcher Weise die Geschwindigkeit abhängt, mit der diese Vorgänge ablaufen.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE

Anmerkungen

Durch die Werte von C und R der zur Verfügung stehenden Bauelemente bedingt, vollziehen sich die Lade- und Entladevorgänge anfangs relativ rasch. Deshalb sollten Lehrer und Schüler das schnelle Ablesen von Messwerten bei in Bewegung befindlichem Zeiger sorgsam vorbereiten. Es muss konsequent darauf geachtet werden, dass jeder Kondensator vor jedem Ladevorgang vollständig entladen ist.

Die von den einzelnen Schülergruppen ermittelten Messreihen können sich auf Grund der Toleranzen der Nennwerte der Kapazitäten deutlich voneinander unterscheiden. Weiter beeinflusst das Messinstrument wegen seines Innenwiderstands R_i die Lade- und Entladevorgänge. Beim Aufladen bilden der Ladewiderstand R und R_i einen Spannungsteiler. Daher kann die Spannung am Kondensator, der parallel zum Messinstrument geschaltet ist, maximal die Teilspannung $U_C = U_0 \cdot (R_i / (R + R_i))$ erreichen. Eine Erhöhung des Ladewiderstandes zur Erreichung längerer Ladezeiten ist daher nicht sinnvoll, weil dadurch nur noch kleinere Werte von U_C erreichbar werden. Beim Entladen beschleunigt das parallel zum Kondensator liegende Messinstrument den Entladevorgang.

Sicherheitshinweise

PHYWE



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

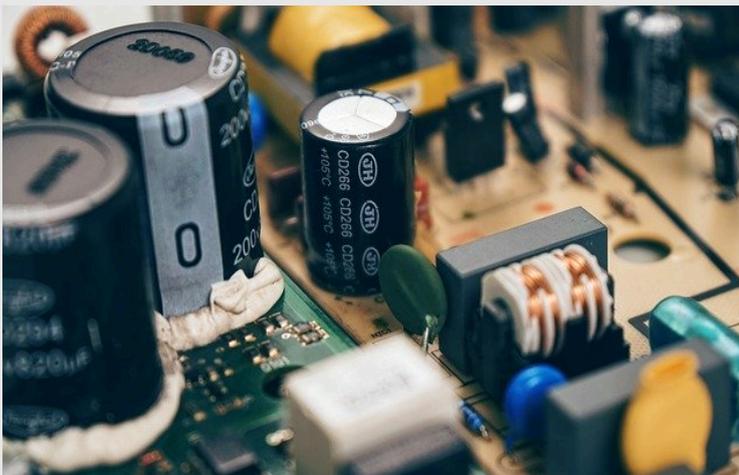
PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Kondensatoren auf einer Platine

Kondensatoren sind in so gut wie allen elektrischen Geräten wie auch Computer, Smartphones und Tablets verbaut, da sie Ladung und damit Energie speichern können und spezielle Lade- und Entladeeigenschaften haben. Kondensatoren gibt es in verschiedenen Formen. Die einfachste Form ist der sogenannte Plattenkondensator, während auf Platinen in der Regel Zylinderkondensatoren verwendet werden.

In diesem Versuch untersuchst du welche Eigenschaften der Lade- und Entladevorgang bei einem Kondensator aufweist und von welchen Faktoren er abhängt.

Aufgaben

PHYWE



Untersuche den Spannungsverlauf an einem Kondensator während des Lade- und Entladevorgangs.

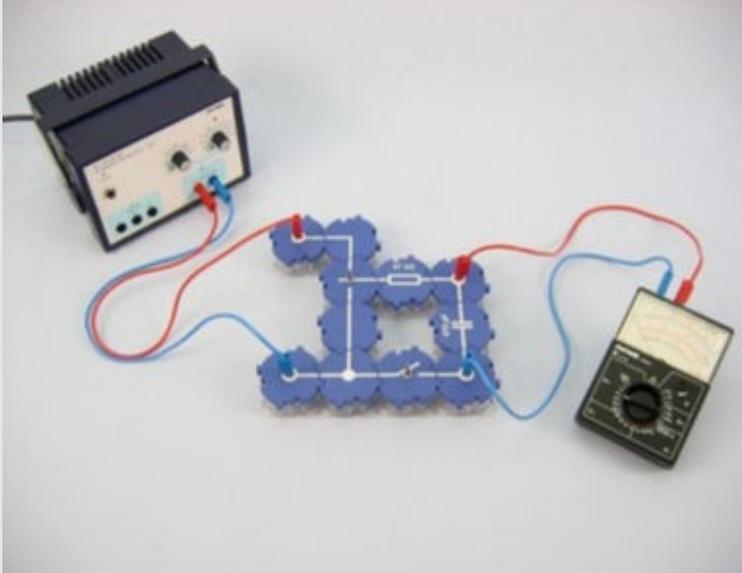
Stelle fest von welchen Größen diese Vorgänge abhängen bzw. in welcher Weise deren Größe die Geschwindigkeit der ablaufenden Vorgänge beeinflussen.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Leitungs-Baustein, gerade, SB	05601-01	1
2	Leitungs-Baustein, winklig, SB	05601-02	1
3	Leitungs-Baustein, T-förmig, SB	05601-03	1
4	Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, SB	05601-10	2
5	Leitungs-Baustein, winklig mit Buchse, SB	05601-12	2
6	Ausschalter, SB	05602-01	2
7	Umschalter, SB	05602-02	1
8	Widerstand 10 kOhm, SB	05615-10	1
9	Widerstand 47 kOhm, SB	05615-47	1
10	Kondensator (ELKO) 47 µF, SB	05645-47	1
11	Kondensator (ELKO) 470 µF, SB	05646-47	1
12	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	2
13	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	2
14	PHYWE Analoges Multimeter, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 2MΩ, mit Überlastschutz	07021-11	1
15	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
16	Digitale Stoppuhr, 24 h, 1/100 s und 1 s	24025-00	1

Aufbau

PHYWE



- Baue den Versuch gemäß der neben stehenden Abbildungen auf.
- Verwende zunächst den $R = 47\text{ k}\Omega$ Widerstand und den Kondensator mit einer Kapazität von $C = 470\mu\text{F}$.
- Öffne den Auschalter und bringe den Umschalter in die obere Position.
- Wähle am Messgerät einen ausreichend großen Spannungsmessbereich (Gleichspannung).

Durchführung (1/3)

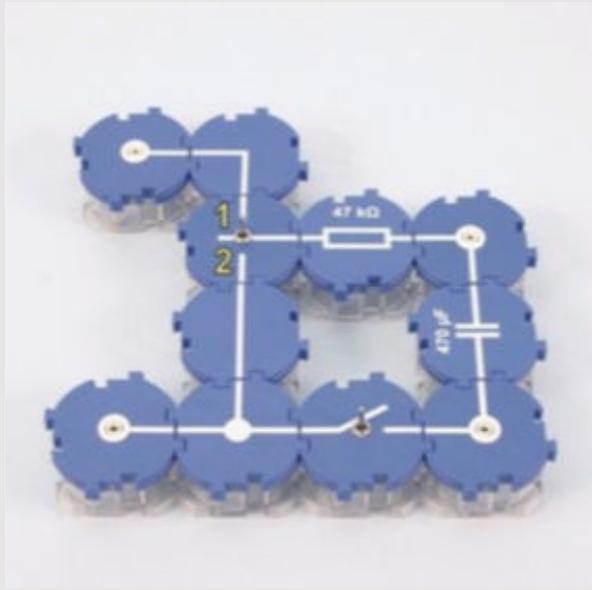
PHYWE

- Schalte das Netzgerät ein und stelle es auf 12 V Gleichspannung ein. Wähle am Strombegrenzer 2 A.
- Schließe den Ladestromkreis durch Betätigen des Ausschalters und beobachte dabei die Spannung am Voltmeter. Entlade den Kondensator indem der Umschalter in die untere Position gebracht wird und beobachte weiterhin die Spannung.
- Schließe den Kondensator mit Hilfe einer 25 cm Verbindungsleitung für einige Sekunden kurz. Entferne das Kabel und damit den Kurzschluss wieder, wenn die Spannung am Kondensator $U_C = 0\text{V}$ beträgt und der Kondensator vollständig entladen ist.

Hinweis: Für die Ermittlung der Messwerte in den nachfolgenden Messungen bedarf es hoher Konzentration und gegebenenfalls auch etwas Übung. Falls die jeweils erste Messreihe nicht gelingt, kann sie nach kurzzeitigem Kurzschließen des Kondensators wiederholt werden. Verfahre zum Laden und Entladen des Kondensators stets wie oben beschrieben.

Durchführung (2/3)

PHYWE

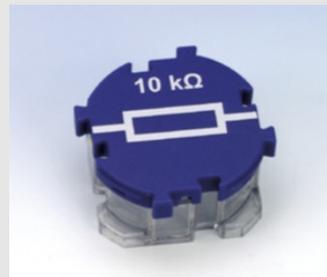
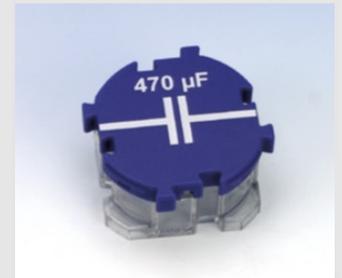
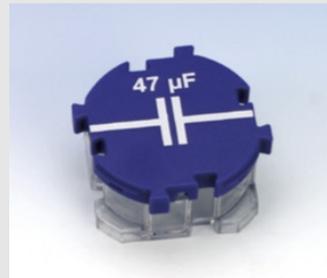


- Miss nun die Kondensatorspannung $U_{C,1}$ von 0 V beginnend für den Ladevorgang (Umschalter Position 1) in 10 s Abständen (Gesamtdauer: eine Minute). Notiere deine resultierenden Messwerte im Protokoll.
- Warte bis der Kondensator vollständig geladen ist und miss dann die Kondensatorspannung $U_{C,2}$ wieder in Abständen von jeweils 10 s für den Entladevorgang (Umschalter Position 2). Notiere auch diese Messwerte wieder im Protokoll.
- Öffne den Stromkreis durch Betätigen des Ausschalters und schließe den Kondensator wieder kurz bis die Spannung 0 V anzeigt.

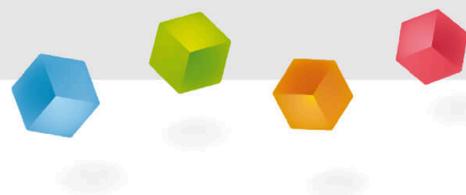
Durchführung (3/3)

PHYWE

- Miss nun für alle Kombination von den beiden Widerständen mit jeweils einem der beiden Kondensatoren die Zeitspannen t_1 (laden) und t_2 (entladen) bis die Kondensatorspannung den Wert $U_C = 6V$ erreicht hat.
- Achte darauf, dass die Spannung am Kondensator vor dem Aufladen immer 0 V beträgt und schließe ihn dazu stets kurz. Vor dem Entladen soll der Kondensator vollständig geladen sein.
- Notiere die jeweilige Dauer ebenfalls im Protokoll.
- Schalte nach der letzten Messung das Netzgerät aus.



PHYWE



Protokoll

Tabelle 1

PHYWE

$t[s]$	$U_{C,1} [V]$	$U_{C,2} [V]$
0		
10		
20		
30		
40		
50		
60		

Trage deine Messwerte zu den verschiedenen Messungen in den Tabellen ein. Berechne die Halbwertszeiten gemäß $\tau = \ln 2 \cdot RC$ und trage sie ebenfalls in die Tabelle ein.

$R[k\Omega]$	$C[\mu F]$	$t_1 [s]$	$t_2 [s]$	$\tau [s]$
47	47			
47	470			
10	47			
10	470			

Aufgabe 1

PHYWE

Trage die Messergebnisse zu den ersten beiden Messreihen graphisch auf. Welche Funktion scheint hinter dem Verlauf der Kurve zu stecken?

- Es handelt sich um exponentielle Verläufe.
- Es handelt sich um quadratische Verläufe.
- Keine der anderen Antworten ist richtig.
- Es handelt sich um lineare Verläufe.

✓ Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE

In welcher Einheit wird die Kapazität beispielsweise eines Kondensators gemessen?

- 1 A (*Ampere*)
- 1 V (*Volt*)
- 1 F (*Farad*)
- 1 C (*Coulomb*)

✓ Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE

Wie kann man die Kapazität C in Abhängigkeit von der Ladung Q , der Spannung U und der Stromstärke I berechnen und was bedeutet das für die physikalische Dimension der Kapazität?

$C = U/I$ $1 F = 1 V/A$

$C = Q/U$ $1 F = 1 C/V$

$C = Q \cdot I$ $1 F = 1 C \cdot A$

$C = Q \cdot U$ $1 F = 1 C \cdot V$

✓ Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE

Welche der folgenden Aussagen trifft zu.

Je kleiner der Widerstand, desto länger dauert die Entladung des Kondensators.

Je höher der Widerstand, desto länger dauert die Entladung des Kondensators.

Je größer die Kapazität des Kondensators, desto länger dauert die Entladung des Kondensators.

Je kleiner die Kapazität des Kondensators, desto länger dauert die Entladung des Kondensators.

✓ Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 17: Interpretation der Messergebnisse	0/1
Folie 18: Einheit Kapazität	0/1
Folie 19: Kapazität Formel	0/1
Folie 20: Widerstand eines Kondensators	0/2

Gesamtsumme  0/5

 Lösungen

 Wiederholen

 Text exportieren