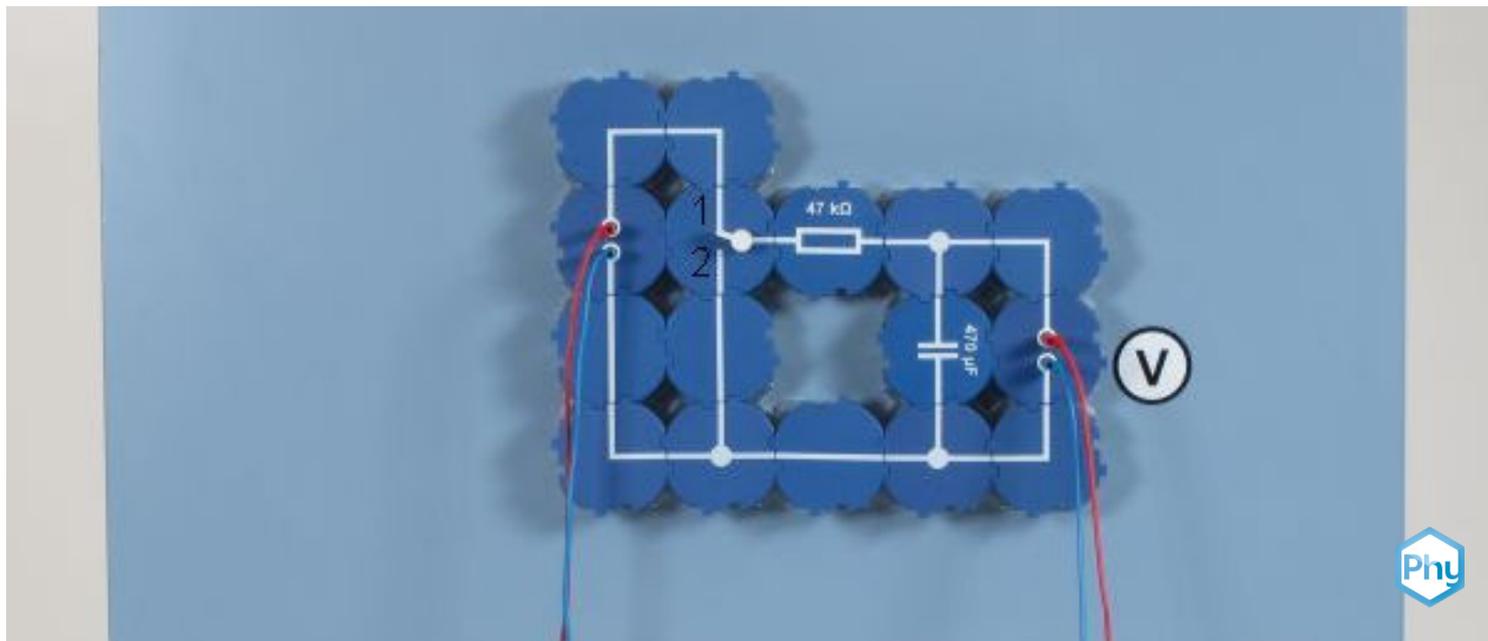


Laden und Entladen eines Kondensators



Es soll der zeitliche Verlauf der Spannung an einem Kondensator beim Laden und Entladen untersucht werden. In der vorliegenden Versuchsbeschreibung werden Demonstrationsmessinstrumente eingesetzt, um damit für alle Versuche dieses Literaturwerkes einheitliche Geräte zu verwenden

Physik

Elektrizität & Magnetismus

Einfache Stromkreise, Widerstände, Kondensatoren



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/63e64a6dd9370002d9ca3a>

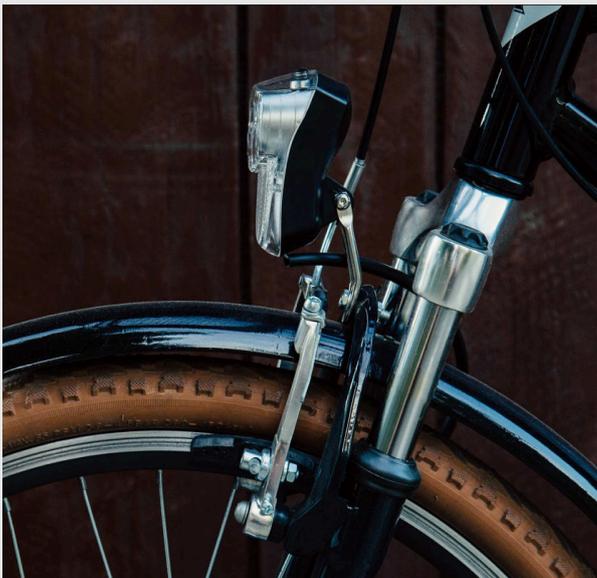
PHYWE

Allgemeine Informationen



Anwendung

PHYWE



Für Kondensatoren gibt es viele Anwendungen. Ein Kondensator besteht aus zwei leitfähigen Flächen, die von einem isolierenden Material getrennt sind. Mit seiner Hilfe kann man Energie speichern und dann auch wieder abgeben.

So zum Beispiel bei modernen Fahrradlampen. Hierbei wird der Kondensator während der Fahrt aufgeladen und wenn man an der Ampel stehen bleiben muss, entlädt er sich und die Lampe leuchtet auch beim Stillstand weiter.

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Es wird vorausgesetzt, dass den Schülern bekannt ist, dass ein Kondensator Ladung speichern kann. Für das Verständnis eines RC -Gliedes sollte auch bekannt sein, wie die zugehörigen Einheiten *Ohm* und *Farad* zu gebrauchen sind.

Prinzip



Kondensatoren haben eine charakteristische Auf- und Entladekurve die in diesem Versuch quantitativ untersucht wird.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



In diesem Versuch soll der Lade- und Entladevorgang eines Kondensators nachvollzogen werden.

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.

Sicherheitshinweise

PHYWE

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

Anmerkung

PHYWE

Das ADM 2 hat einen sehr hohen Innenwiderstand und beeinflusst daher die Lade- und Entladevorgänge praktisch nicht. Wenn ein anderes Messgerät mit geringerem Innenwiderstand verwendet wird, muss beachtet werden, dass sein Innenwiderstand zusammen mit dem Ladewiderstand einen Spannungsteiler bildet. Die Spannung am Kondensator kann daher auch nach beliebig langer Ladezeit nur den Wert $U_C = U_0 \cdot (R_i / (R + R_i))$ erreichen, der durch den Spannungsteiler bestimmt wird.

Beim Entladevorgang liegt der Innenwiderstand parallel zum Kondensator, so dass der Entladevorgang durch das Messgerät verkürzt wird.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	Leitungs-Baustein, gerade, DB	09401-01	3
3	Leitungs-Baustein, winklig, DB	09401-02	5
4	Leitungs-Baustein, T-förmig, DB	09401-03	3
5	Leitungs-Baustein, unterbrochen, DB	09401-04	2
6	Umschalter, DB	09402-02	1
7	Widerstand 47 kOhm, DB	09415-47	1
8	Kondensator (ELKO) 47 μ F, DB	09445-47	1
9	Kondensator (ELKO) 100 μ F, DB	09446-10	1
10	Kondensator (ELKO) 470 μ F, DB	09446-47	1
11	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-01	2
12	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-04	2
13	PHYWE Netzgerät, universal mit Analoganzeige, RiSU 2019 konform, DC: 18 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A	13503-93	1
14	Elektrische Symbole für Demo-Tafel, 12 Stück	02154-03	1
15	PHYWE Demo-Multimeter ADM 3: Strom, Spannung, Widerstand, Temperatur	13840-00	1
16	Schraubzwinde	02014-00	2

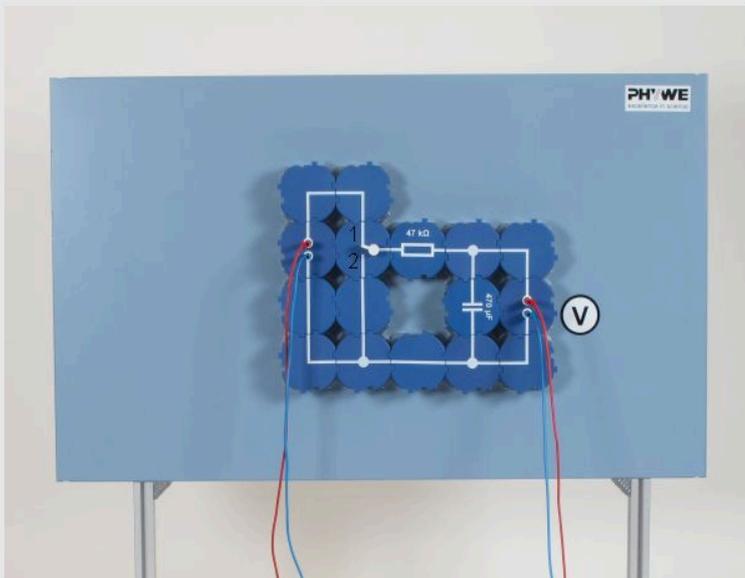
PHYWE

Aufbau und Durchführung



Aufbau

PHYWE



- Baue den Versuch entsprechend der Abbildung auf.
- Die Demonstrationsstoppuhr sollte direkt neben dem Spannungsmesser platziert werden, um das gleichzeitige Ablesen von Zeit und Spannung zu erleichtern.
- Bringe den Umschalter zunächst in Position 2 (Entladen) und stelle Messbereich am Spannungsmessgerät auf 10V ein.

Durchführung (1/2)

PHYWE

- Schalte das Netzgerät ein und stelle eine Spannung von $10V$ ein.
- Bringe den Umschalter von Position 2 auf Position 1 und starte gleichzeitig die Stoppuhr.
- Ließ die Spannungswerte während des Ladevorgangs in zeitlichen Abständen von 5 Sekunden ab und notiere sie entsprechend.
- Wenn die Spannung nicht mehr erkennbar ansteigt, bringe den Umschalter von Position 1 auf Position 2 und starte gleichzeitig die Stoppuhr.
- Ließ die Spannung in gleichen Zeitabständen ab und notiere die entsprechenden Werte.

Durchführung (2/2)

PHYWE

- Setze den Kondensator mit einer Kapazität von $100\mu F$ anstelle des Kondensators mit $470\mu F$ ein. Miss beim Aufladen die Zeit, in der die Spannung von $0V$ auf $6,3V$ ansteigt.
- Miss beim Entladen die Zeit, in der die Spannung von $10V$ auf $3,7V$ abfällt. Notiere die Messergebnisse.
- Wiederhole die Messung mit dem Kondensator $47\mu F$.

PHYWE



Beobachtung und Auswertung

Beobachtung

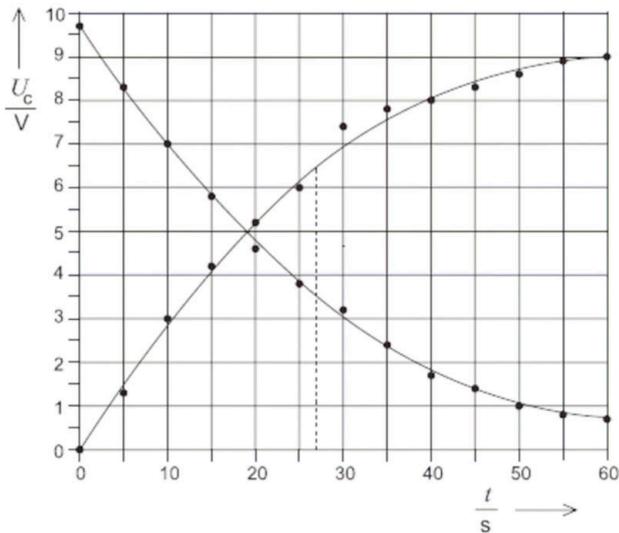
PHYWE

Es lassen sich folgende Zeiten für Auf- und Entladevorgang beobachten:

t / s	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Laden: $\frac{U_c}{V}$	0.0	1.3	3.0	4.2	5.2	6.0	7.4	7.8	8.0	8.3	8.6	8.9	9.0
Entl.: $\frac{U_c}{V}$	9.7	8.3	7.0	5.8	4.6	3.8	3.2	2.4	1.7	1.4	1.0	0.8	0.7

Auswertung (1/3)

PHYWE



- Wie aus dem Spannung-Zeit-Diagramm des Lade- und Entladevorgangs hervorgeht, steigt beim Ladevorgang die Kondensatorspannung zunächst sehr rasch an. Je mehr sich die Kondensatorspannung U_c der angelegten Spannung U_0 nähert, umso geringer ist die Spannungszunahme im gleichen Zeitintervall.
- Beim Entladen sinkt die Kondensatorspannung zunächst sehr schnell und nähert sich dann immer langsamer dem Wert Null. Es bestehen keine linearen Zusammenhänge zwischen der Zeit und der Spannung beim Laden und Entladen eines Kondensators.

Auswertung (2/3)

PHYWE

Nach der Zeitkonstante $\tau = R \cdot C$ ist die Spannung auf den Wert $U_0/e \approx 37\% \cdot U_0$ abgesunken. Hierbei ist $e = 2,718\dots$ die Basis der natürlichen Logarithmen.

Die Zeitkonstante $\tau = R \cdot C$ nennt man die Zeitkonstant τ der RC-Schaltung. Bei diesem Versuch ist $\tau = R \cdot C = 47k\Omega \cdot 470\mu F = 22,1$ Sekunden. Nach dieser Zeit ist die Spannung nur noch 37 ihres Anfangswertes, also 3,7V.

Die grafische Darstellung der Messwerte liefert in guter Übereinstimmung für die Zeitkonstante den Wert $\tau = 27$ s. Für den Aufladevorgang gilt:

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

Auswertung (3/3)

Die berechneten Zeitkonstanten befinden sich in den jeweiligen Tabellen.

$C / \mu\text{F}$	t_1 / s	t_2 / s
100	5.6	5.3
100	5.1	5.3
47	2.5	2.7
47	2.7	3.0

$R / \text{k}\Omega$	$C / \mu\text{F}$	τ / s
470	470	22.1
470	100	4.7
470	47	2.2