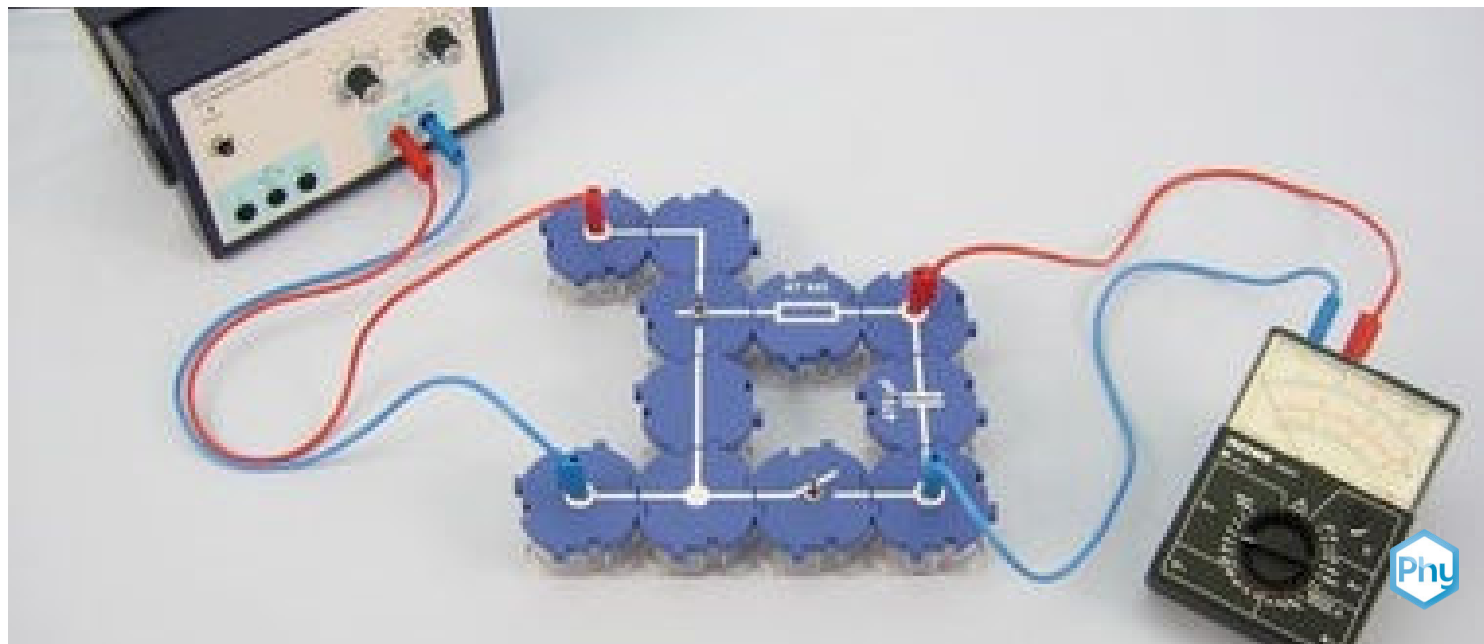


Зарядка та розрядка конденсатора



Physics

Electricity & Magnetism

Simple circuits, resistors & capacitors



Рівень складності

середній



Розмір групи

-



Час підготовки

10 хвилини



Час виконання

10 хвилини

This content can also be found online at:

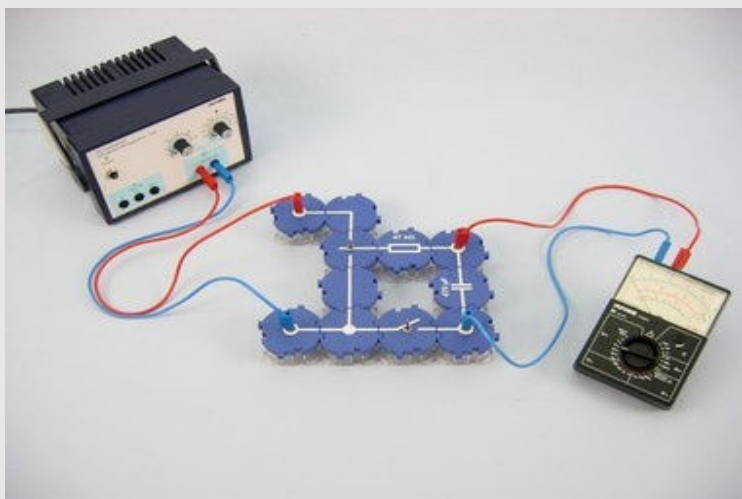
<http://localhost:1337/c/648a0eb7e407400002f450f0>

PHYWE

Інформація для вчителів

Опис

PHYWE



Експериментальна установка

Конденсатор - це стандартний електричний компонент. При подачі постійної напруги в конденсаторі накопичується заряд, а отже, і енергія, яка присутня у вигляді внутрішнього електричного поля, що виникає при цьому. Кількість заряду, яку може утримувати конденсатор, залежить від його конструкції та прикладеної напруги і називається його ємністю: $C = Q/U$.

У цьому експерименті досліджується процес зарядки та розрядки конденсатора.

Додаткова інформація для вчителів (1/3)

PHYWE

попередні

знання



Принцип



Учні мають знати, що конденсатор може накопичувати заряд, а отже, і електричну енергію, а також вивчити основні властивості електричних кіл.

Процес зарядки:

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

Процес розрядки:

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

Період напіврозрядки τ дорівнює:

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

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

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

Додаткова інформація для вчителів (2/3)

PHYWE

Мета



Перша частина експерименту зосереджена на вивченні зміни напруги на конденсаторі від часу під час зарядки та розрядки. Для цього спочатку отримують якісні твердження, а потім кількісно визначають зміну напруги під час зарядки та розрядки.

Друга частина експерименту спрямована на встановлення напівкількісних залежностей між напругою на конденсаторі U_C , опором зарядки R , ємністю конденсатора C і часом зарядки t .

Завдання



Учні досліджують зміну напруги на конденсаторі під час зарядки та розрядки, а також величини, від яких залежить швидкість протікання цих процесів.

Додаткова інформація для вчителів (3/3)

PHYWE

Примітки

Завдяки величинам відповідних компонентів C та R , процеси зарядки і розрядки на початку відбуваються відносно швидко. Тому вчителі та учні повинні ретельно підготуватися до швидкого зчитування виміряних значень. Перед кожним процесом зарядки важливо переконатися, що кожен конденсатор повністю розряджений.

Вимірювання, які виконують окремі групи учнів, можуть суттєво відрізнитися через допуски номінальних значень ємностей. Крім того, вимірювальний прилад впливає на процеси зарядки і розрядки завдяки своєму внутрішньому опору R_i . Під час зарядки резистори R та R_i утворюють дільник напруги. Отже, напруга на конденсаторі, під'єднаному паралельно вимірювальному приладу, може досягати максимального значення $U_C = U_0 \cdot (R_i / (R + R_i))$. Тому збільшувати опір зарядки для збільшення часу зарядки не рекомендується, оскільки це призвело б лише до зменшення значень U_C . Під час розрядки вимірювальний прилад, під'єднаний паралельно конденсатору прискорює процес розрядки.

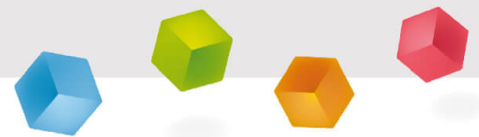
Інструкції з техніки безпеки

PHYWE



До цього експерименту застосовуються загальні інструкції щодо безпечного проведення експериментів під час викладання природничих наук.

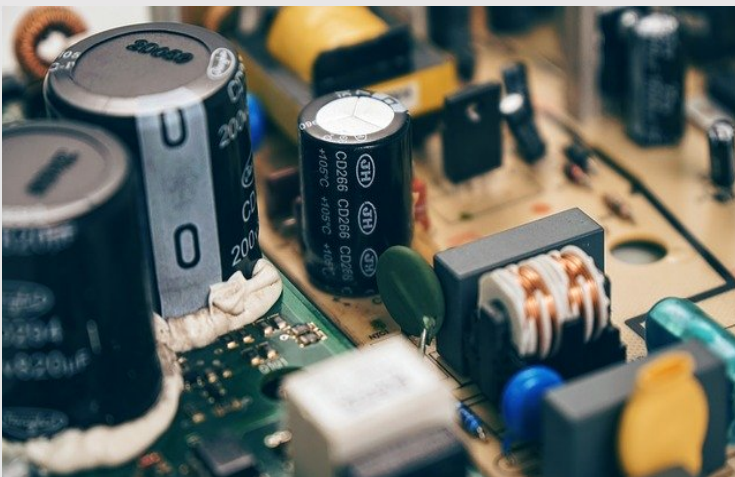
PHYWE



Інформація для учнів

Мотивація

PHYWE



Конденсатори на друкованій платі

Конденсатори вбудовані практично в усі електричні пристрої, включаючи комп'ютери, смартфони та планшети, оскільки вони можуть накопичувати заряд, а отже, енергію, і мають особливі властивості зарядки та розрядки. Конденсатори бувають різних форм. Найпростішою формою є так званий пластинчастий (плоский) конденсатор, тоді як на друкованих платах зазвичай використовують циліндричні конденсатори.

У цьому експерименті учні мають дослідити характеристики процесу зарядки та розрядки конденсатора.

Завдання

PHYWE



Дослідіть зміну напруги на конденсаторі під час зарядки та розрядки.

Визначте, від яких величин залежать ці процеси та яким чином вони впливають на швидкість протікання процесів, що відбуваються.

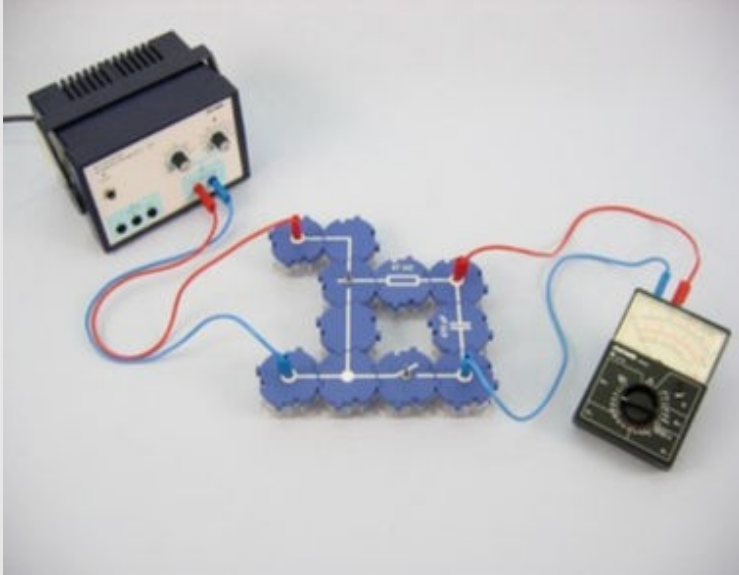
Матеріал

PHYWE

Позиція	Матеріал	Пункт №.	Кількість
1	З'єднувальний, прямий, модуль SB	05601-01	1
2	З'єднувальний, кутовий, модуль SB	05601-02	1
3	З'єднувальний, Т-подібний, модуль SB	05601-03	1
4	З'єднувальний прямий з роз'ємом модуль SB	05601-10	2
5	З'єднувальний, кутовий з роз'ємом, модуль SB	05601-12	2
6	Вимикач вкл./викл., модуль SB	05602-01	2
7	Перемикач, модуль SB	05602-02	1
8	Опір 10 кОм, модуль SB	05615-10	1
9	Опір 47 кОм, модуль SB	05615-47	1
10	Конденсатор (ELKO) 47 мкФ, модуль SB	05645-47	1
11	Конденсатор (ELKO) 470 мкФ, модуль SB	05646-47	1
12	З'єднувальний провідник 500 мм, червоний	07361-01	2

Підготовка

PHYWE



- Зберіть експериментальну установку, як показано на рисунках.
- Спочатку використовуйте резистор $R = 47 \text{ кОм}$ і конденсатор ємністю $C = 470 \text{ мкФ}$.
- Розімкніть вимикач і переведіть перемикач у верхнє положення. Виберіть достатньо великий діапазон вимірювання напруги (постійної напруги) на вимірювальному приладі.

Виконання роботи (1/3)

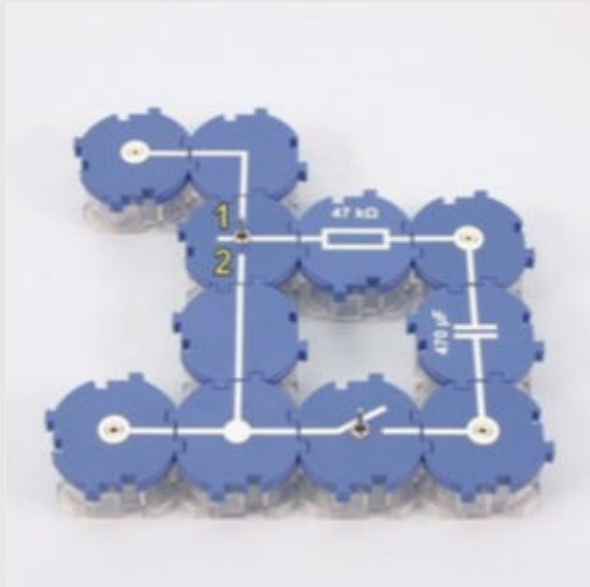
PHYWE

- Включіть блок живлення і встановіть його на 12 В постійного струму. На обмежувачі сили струму встановіть 2 А.
- Замкніть коло зарядки, натиснувши вимикач, і спостерігайте за напругою на вольтметрі. Розрядіть конденсатор, перевівши перемикач у нижнє положення, і продовжуйте спостерігати за напругою.
- Замкніть конденсатор на кілька секунд за допомогою з'єднувального провідника завдовжки 25 см. Зніміть провідник і, таким чином, знову замкніть, коли напруга на конденсаторі стане $U_C = 0 \text{ В}$ і конденсатор повністю розрядиться.

Важливо: Визначення вимірних значень у вимірюваннях вимагає високого рівня концентрації уваги і, за необхідності, певної практики. Якщо перша серія вимірювань не є успішною, її можна повторити після короткого замикання конденсатора. Завжди виконуйте зарядку і розрядку конденсатора, як описано вище.

Виконання роботи (2/3)

PHYWE

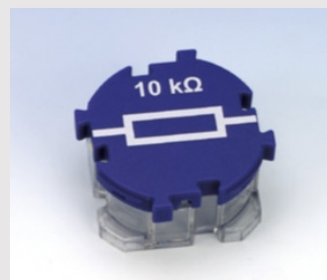
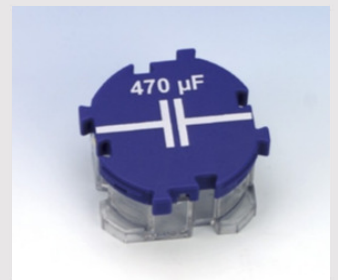
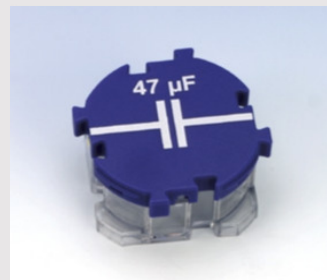


- Тепер виміряйте напругу на конденсаторі $U_{C,1}$, починаючи з 0 В для процесу зарядки (положення перемикача 1) з інтервалом у 10 с (загальна тривалість: одна хвилина). Запишіть отримані результати вимірювань у Протокол.
- Зачекайте, поки конденсатор повністю зарядиться, а потім знову виміряйте напругу на конденсаторі $U_{C,2}$ з інтервалом в 10 с для процесу розрядки (положення перемикача 2). Запишіть ці виміряні значення в Протокол.
- Розімкніть коло, натиснувши вимикач, і знову короткочасно замкніть конденсатор, поки напруга не стане рівною 0 В.

Виконання роботи (3/3)

PHYWE

- Виміряйте інтервали часу t_1 (зарядка) і t_2 (розрядка) для всіх комбінацій двох резисторів з одним із двох конденсаторів, поки напруга конденсатора не досягне значення $U_C = 6\text{В}$.
- Переконайтеся, що напруга на конденсаторі перед зарядкою завжди дорівнює 0 В, і для цього завжди замикайте його на короткий проміжок часу. Перед розрядкою конденсатор має бути повністю заряджений.
- Запишіть відповідний час розрядки конденсатора в Протокол.
- Вимкніть джерело живлення після останнього вимірювання.



PHYWE



Протокол

Таблиця 1

PHYWE

$t[\text{c}]$	$U_{C,1}, [\text{B}]$	$U_{C,2}, [\text{B}]$
---------------	-----------------------	-----------------------

0

10

20

30

40

50

60

Занесіть виміряні Вами значення для різних вимірювань до таблиць. Розрахуйте періоди напіврозрядки за формулою $\tau = \ln 2 \cdot RC$ і також внесіть їх у таблицю.

$R, \text{кОм}$	$C, \text{мкФ}$	$t_1 [\text{c}]$	$t_2 [\text{c}]$	$\tau [\text{c}]$	
47	47				
47	470				
10	47				
10	470				

Завдання 1

PHYWE

Побудуйте графічно результати вимірювань для перших двох серій вимірювань. Яка функція відповідає отриманій кривій?

- ☐ експонента
- ☐ пряма
- ☐ парабола
- ☐ Усі відповіді неправильні.

☒ Перевірити

Завдання 2

PHYWE

У яких одиницях вимірюється ємність конденсатора?

- ☐ 1 Ф (Фарад)
- ☐ 1 А (Ампер)
- ☐ 1 Кл (Кулон)
- ☐ 1 В (Вольт)

☒ Перевірити

Завдання 3

PHYWE

За якою формулою можна розрахувати ємність конденсатора C залежно від заряду Q , напруги U і сили струму I і як можна вивести розмірність ємності в системі СІ?

☐ $C = Q \cdot I$ $1 \text{ Ф} = 1 \text{ Кл} \cdot \text{А}$

☐ $C = U/I$ $1 \text{ Ф} = 1 \text{ В}/\text{А}$

☐ $C = Q \cdot U$ $1 \text{ Ф} = 1 \text{ Кл} \cdot \text{В}$

☐ $C = Q/U$ $1 \text{ Ф} = 1 \text{ Кл}/\text{В}$

✓ Перевірити

Завдання 4

PHYWE

Виберіть правильне твердження з наведених нижче

☐ Чим менша ємність конденсатора, тим більше часу потрібно для розрядки конденсатора.

☐ Чим більший опір, тим більше часу потрібно для розрядки конденсатора.

☐ Чим менший опір, тим менше часу потрібно для розрядки конденсатора.

☐ Чим менша ємність конденсатора, тим більше часу потрібно для розрядки конденсатора.

✓ Перевірити

Слайд	Оцінка / Усього
Слайд 17: Інтерпретація результатів вимірювання	0/1
Слайд 18: Одинична потужність	0/1
Слайд 19: Формула ємності	0/1
Слайд 20: опір конденсатора	0/2

Загальна сума

 Рішення Повторити Експортований текст