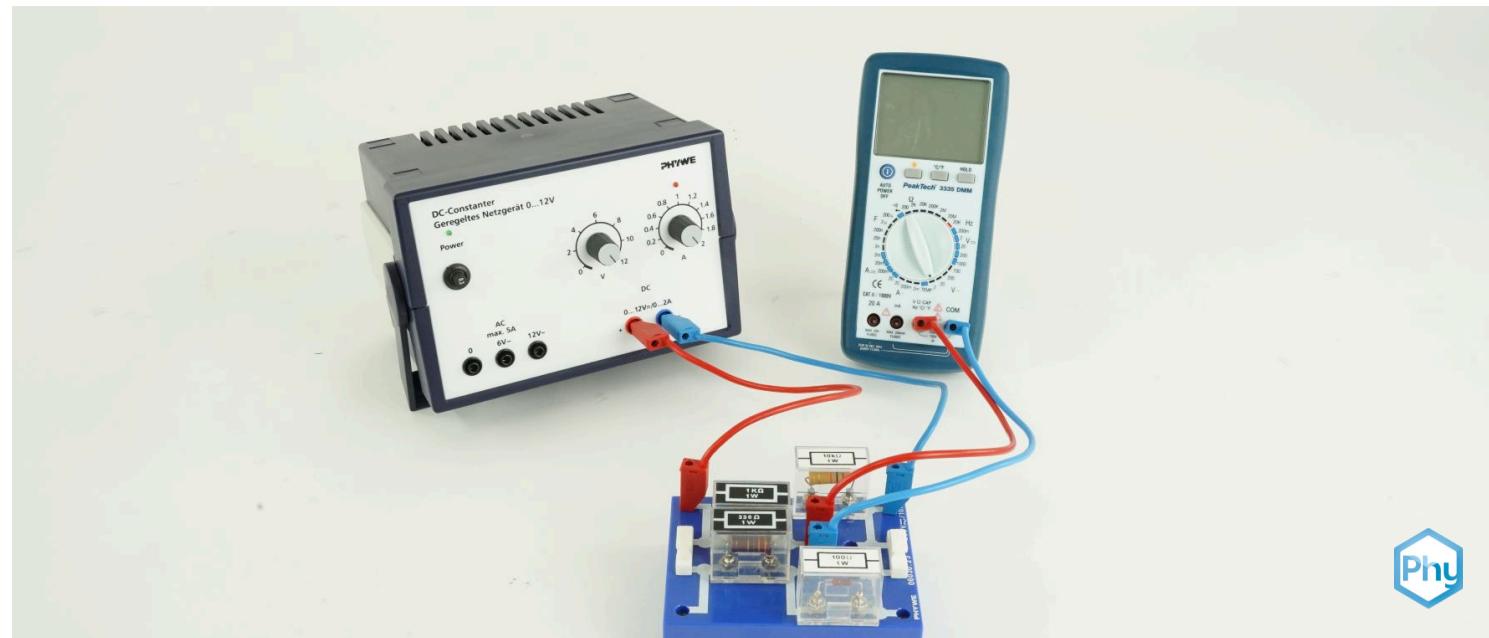


# Законы Кирхгофа



Физика

Электричество и магнетизм

Электрический ток и его эффективность

Физика

Электричество и магнетизм

Простые электрические схемы, резисторы и конденсаторы

Прикладные науки

Инженерные  
специальности

Электротехника

Характеристики электрических цепей



Уровень сложности

тяжелый



Кол-во учеников

2



Время подготовки

45+ Минут



Время выполнения

45+ Минут

This content can also be found online at:


<http://localhost:1337/c/63440a595367ca0003332040>

PHYWE



# Общая информация

## Приложение

PHYWE



Рис. 1: Экспериментальная установка

Законы Кирхгофа - это равенства, которые касаются тока в узле и напряжения в контуре. Эти два закона и уравнения для отдельных компонентов являются основой для анализа цепей.

## Прочая информация (1/2)



Приор  
знания  
  
Главная  
принцип

Предварительные знания для этого эксперимента приведены в разделе "Теория".

Сначала законы Кирхгофа проверяются путем измерения тока, напряжения и сопротивления в последовательных и параллельных цепях. Для более точного определения неизвестных сопротивлений используется схема моста Уитстоуна.

## Другая информация (2/2)



Обучение  
цель  
  
Задачи

Цель этого эксперимента - анализ цепей с использованием двух законов Кирхгофа.

1. Задание: Проверьте законы Кирхгофа, измерив ток и напряжение для последовательно и параллельно соединенных резисторов для каждого резистора, а также суммарные значения. На основании этих измерений рассчитайте парциальные и полные сопротивления.
2. Задание: Определите неизвестные сопротивления с помощью схемы моста Уитстоуна.

## Теория (1/3)

Задача 1: В разветвленных цепях в установившемся режиме в каждой точке соединения действует 1-й закон Кирхгофа:

$$\sum_k I_k = 0 \quad (1)$$

где  $I_k$  это токи, идущие к точке пересечения или от нее. Это означает, что в каждой точке пересечения заряд сохраняется. Принято считать, что  $I_k$  как отрицательный, если соответствующий ток в  $k$ -й проводник течет от точки пересечения. Для каждого замкнутого контура  $C$  в сети линейных проводников в установившемся состоянии действует 2-й закон Кирхгофа:

$$\sum_k U_k = 0 \quad (2)$$

где  $U_k$  напряжение в  $k$ -й проводнике. Это частный случай закона индукции, поскольку он применим только для постоянных магнитных потоков. Точнее, это вывод из 1-го и 3-го уравнений Максвелла. Это означает, что в замкнутом контуре электрическая энергия сохраняется.

## Теория (2/3)

Из этих законов следуют некоторые выводы о том, как ведут себя ток, сопротивление и напряжение в параллельных и последовательных цепях:

1. последовательное соединение нескольких проводников

$I_n = I_m$ : Через каждый проводник течет один и тот же ток.

$U_{tot} = \sum_n U_n$  Напряжения на отдельных проводниках складываются в общее напряжение в цепи.

$R_{tot} = \sum_n R_n$  Сопротивления отдельных проводников складываются в общее сопротивление цепи.

Из этого следует:  $\frac{U_{tot}}{R_{tot}} = \frac{U_n}{R_n}$  а также  $\frac{R_n}{R_{tot}} = \frac{U_n}{U_{tot}}$  (3)

где  $I = \frac{U}{R}$  это закон Ома.

## Теория (2/3)



Из этих законов следуют некоторые выводы о том, как ведут себя ток, сопротивление и напряжение в параллельных и последовательных цепях:

1. последовательное соединение нескольких проводников

$I_n = I_m$ : Через каждый проводник течет один и тот же ток.

$U_{tot} = \sum_n U_n$  Напряжения на отдельных проводниках складываются в общее напряжение в цепи.

$R_{tot} = \sum_n R_n$  Сопротивления отдельных проводников складываются в общее сопротивление цепи.

Из этого следует:  $\frac{U_{tot}}{R_{tot}} = \frac{U_n}{R_n}$  а также  $\frac{R_n}{R_{tot}} = \frac{U_n}{U_{tot}}$  (3)

где  $I = \frac{U}{R}$  это закон Ома.

## Теория (3/3)



Задача 2: В принципе, неизвестное сопротивление может быть определено путем измерения тока и напряжения через сопротивление. Конечные собственные сопротивления приборов вносят значительные погрешности. Чтобы избежать таких ошибок, измерение должно проводиться без тока. В цепи моста Витстоуна неизвестное сопротивление  $R_x$  подключен к трем сопротивлениям (см. рис. 4), из которых по крайней мере одно переменное.

В этом эксперименте  $R_3$  отрегулирован таким образом, что через прибор не протекает ток  $G$  (выравнивание моста), что означает, что напряжение через  $G$  также исчезает. В этом случае напряжения на  $R_x$  и  $R_1$  одинаковы, а также по  $R_3$  и  $R_2$ . Кроме того, поскольку ток не протекает через  $G$  но тот же ток протекает через  $R_3$  и  $R_x$  с одной стороны (обозначается как  $I_1$ ) и через  $R_1$  и  $R_2$  с другой стороны ( $I_2$ ). В результате получаются следующие уравнения:

$$I_1 R_x = I_2 R_1 \text{ и } I_1 R_3 = I_2 R_2$$

## Оборудование

Позиция	Материал	Пункт №.	Количество
1	PHYWE Источник питания, 230 В, DC: 0...12 В, 2 А / AC: 6 В, 12 В, 5 А	13506-93	1
2	Цифровой мультиметр, 600 В AC/DC, 10A AC/DC, 20 МΩ, 200 µF, 20 кГц, -20°C...760°C	07122-00	1
3	Резистор 100 Ом, 1 Вт, G1	39104-63	1
4	Резистор 220 Ом, 1 Вт, G1	39104-64	1
5	Резистор 330 Ом, 1 Вт, G1	39104-13	1
6	Резистор 470 Ом, 1 Вт, G1	39104-15	1
7	Резистор 1 кОм, 1 Вт, G1	39104-19	2
8	Резистор 2,2 кОм, 1 Вт, G1	39104-23	1
9	Резистор 3,3 кОм, 1 Вт, G1	39104-25	1
10	Резистор 4,7 кОм, 1 Вт, G1	39104-27	1
11	Резистор 10 кОм, 1 Вт, G1	39104-30	1
12	Соединительная коробка	06000-00	1
13	Вилка для короткого замыкания, белая	06027-06	3
14	Соединительный шнур, 32 А, 250 мм, красный	07360-01	2
15	Соединительный шнур, 32 А, 250 мм, синий	07360-04	2

## Оборудование

Позиция	Материал	Пункт №.	Количество
1	<a href="#">PHYWE Источник питания, 230 В, DC: 0...12 В, 2 А / AC: 6 В, 12 В, 5 А</a>	13506-93	1
2	<a href="#">Цифровой мультиметр, 600 В AC/DC, 10A AC/DC, 20 МΩ, 200 µF, 20 кГц, -20°C...760°C</a>	07122-00	1
3	<a href="#">Резистор 100 Ом, 1 Вт, G1</a>	39104-63	1
4	<a href="#">Резистор 220 Ом, 1 Вт, G1</a>	39104-64	1
5	<a href="#">Резистор 330 Ом, 1 Вт, G1</a>	39104-13	1
6	<a href="#">Резистор 470 Ом, 1 Вт, G1</a>	39104-15	1
7	<a href="#">Резистор 1 кОм, 1 Вт, G1</a>	39104-19	2
8	<a href="#">Резистор 2,2 кОм, 1 Вт, G1</a>	39104-23	1
9	<a href="#">Резистор 3,3 кОм, 1 Вт, G1</a>	39104-25	1
10	<a href="#">Резистор 4,7 кОм, 1 Вт, G1</a>	39104-27	1



## Настройка и процедура

## Установка (1/2)

PHYWE

Задание 1: Схема собрана, как показано на рис. 2. Цифровой мультиметр должен использоваться как вольтметр и амперметр попаременно. Попробуйте различные резисторы, чтобы проверить законы Кирхгофа.

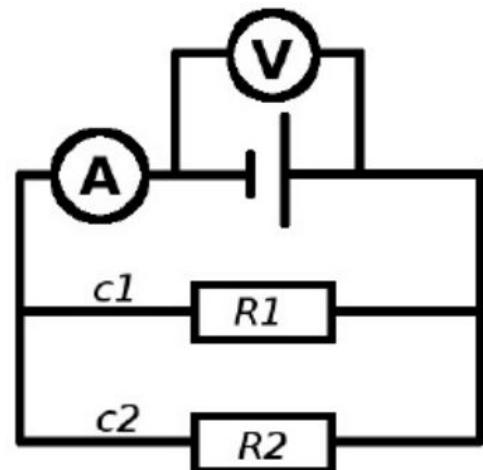
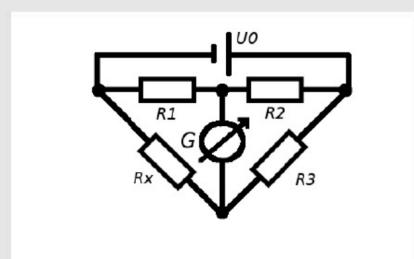
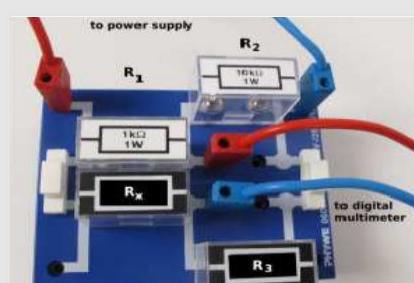


Рис. 2: Принципиальная схема для задачи 1.

## Настройка (2/2)

PHYWE

Задача 2: Резисторы, которые нужно определить, необходимо замаскировать. Вы можете использовать непрозрачную ленту, чтобы закрыть корпуса резисторов. Поставьте эксперимент в соответствии с рисунками справа. Цифровой мультиметр подключается последовательно с и для измерения тока. Выберите минимально возможный диапазон измерения и установите режим измерения постоянного тока (DC). Будьте внимательны, подключая соединительные шнуры к соответствующим гнездам мультиметра. Если фактически используется мост Витстоуна,  $R_1$  и  $R_2$  изменяются с  $R_1 + R_2 = \text{const.}$



## Выполнение работы

PHYWE

Задание 1: Перед включением источника питания убедитесь, что обе регулировки тока и напряжения настроены на ноль. После включения источника питания сначала настройте ток, пока не погаснет зеленый светодиод. Затем тщательно настройте напряжение до максимума 3V. Измерьте ток в неразветвленной части цепи. Замените  $c1$  с помощью мультиметра и измерьте частичный ток  $I_1$ . Продолжайте измерение  $I_2$  на сайте  $c2$ . Измерьте приложенное напряжение непосредственно у источника. После этого вставьте третий резистор  $R_3$  последовательно с  $R_1$ . Измерьте частичные напряжения  $U_1$  и  $U_3$  через  $R_1$  и  $R_3$  соответственно. Примечание: Для выполнения измерений вам придется построить схему для каждого измерения отдельно.

Задание 2: Перед включением источника питания убедитесь, что обе регулировки тока и напряжения настроены на ноль. После включения источника питания сначала настройте ток, пока не погаснет зеленый светодиод. Затем тщательно настройте напряжение до максимума 1V. Если зеленый светодиод загорится снова, необходимо отрегулировать ток. Следите за цифровым мультиметром, измеряющим ток в цепи, и поддерживайте ток на уровне значительно ниже 1A. Для того чтобы определить неизвестное изменение сопротивления  $R_3$  пока ток через  $G$  исчезает. Вы можете попробовать одиночные резисторы, а также несколько резисторов, соединенных последовательно,

PHYWE



## Оценка

9/10

## Задание 1

PHYWE

Далее описана оценка полученных значений с помощью примеров. Ваши результаты могут отличаться от представленных здесь.

Для проверки законов Кирхгофа сравните измеренные значения с теоретическими, полученными из уравнений (1) - (3). В определенной степени следует ожидать отклонений от расчетных результатов, например, соединительные шнуры имеют ненулевое сопротивление и поэтому вносят вклад в общее сопротивление цепи.

10/10