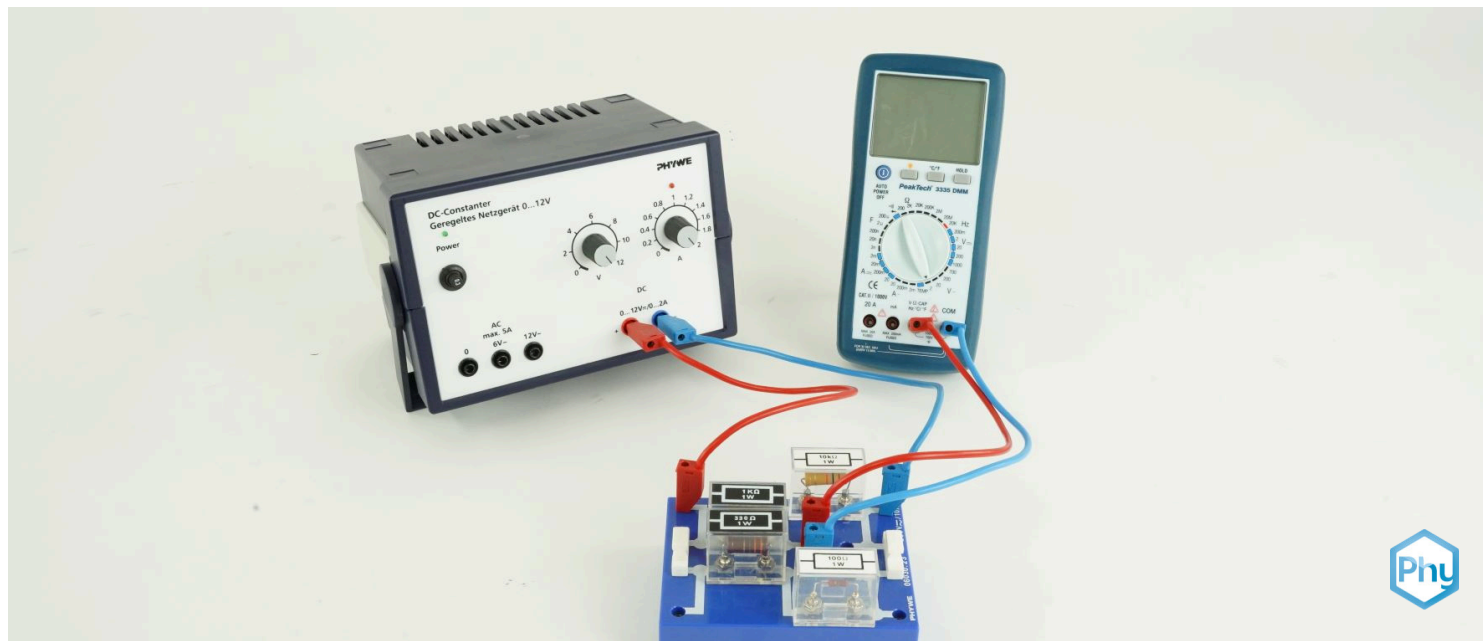






Законы Кирхгофа



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	 Кол-во учеников	 Время подготовки	 Время выполнения
тяжелый	2	45+ Минут	45+ Минут

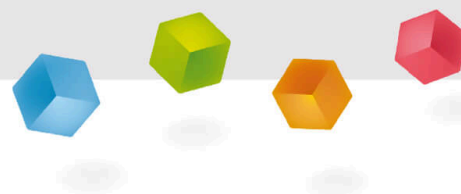
This content can also be found online at:



<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)

PHYWE



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)

PHYWE



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)

PHYWE

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 проводник. 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)

PHYWE

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)

PHYWE

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)

PHYWE

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, 10А 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

PHYWE

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, 10А 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

PHYWE

Настройка и процедура



Установка (1/2)

PHYWE

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

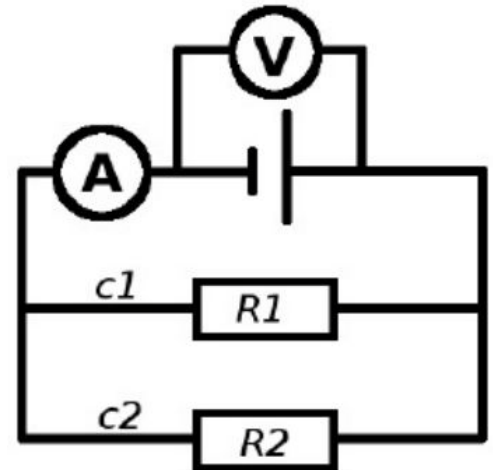
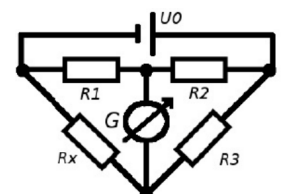
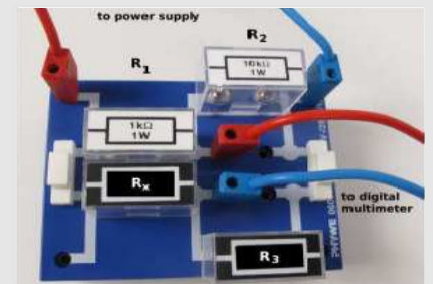


Рис. 2: Принципиальная схема для задачи 1.

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 $R_1 + R_2 = const.$



Выполнение работы

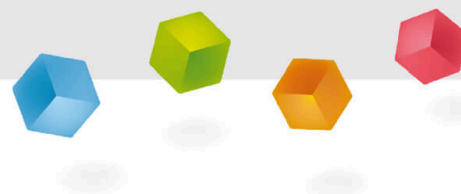
PHYWE

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



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.