

# Лабораторные работы

Эта часть книги поможет вам при подготовке к лабораторным работам курса физики и при их выполнении. Она содержит некоторые рекомендации и комментарии к выполнению работ курса, а также образцы лабораторных работ выполненных в соответствии с заданиями учебника. Следует, конечно, помнить, что учитель по своему усмотрению и возможностям кабинета может вносить изменения и дополнения в ход работ, описанных в учебнике, а также в обеспечение работы материалами и инструментами. Но, в общих чертах, цель работы и способ ее исполнения остается неизменным. Поэтому знакомство с приведенными образцами работ поможет подробнее познакомиться с предстоящими вам измерениями и вычислениями. Однако полученные в выполненных нами работах результаты могут сильно отличаться от тех, которые вы будете получать на уроках. Происходит это потому, что использованные оборудование и материалы, возможно, отличаются от предложенных вам учителем, кроме того, даже при использовании одинакового оборудования результаты могут существенно различаться по различным причинам.

# Лабораторная работа №1.

## *Сравнение количеств теплоты при смешивании воды разной температуры.*

**Цель работы:** определить количество теплоты, отданное горячей водой и полученное холодной при теплообмене. Объяснить полученный результат.

Из учебника мы знаем, что при теплопередаче происходит переход энергии от одних тел к другим путем теплопроводности, излучения или конвекции. Энергия, которую получает или отдает тело при теплопередаче, называется количеством теплоты. Мы знаем также, что количество теплоты, необходимое для нагревания тела (или выделяемое им при остывании), зависит от рода вещества, из которого оно состоит, от массы этого тела и от изменения его температуры.

И так, понятно, что в процессе теплопередачи между двумя телами их температуры стремятся уравниваться. Тело с более высокой температурой отдает некоторое количество теплоты, а тело с более низкой температурой получает это количество теплоты. Причем в идеальных условиях, когда два этих тела абсолютно изолированы от всего на свете, переданное количество теплоты должно быть равно полученному согласно закону сохранения энергии.

Однако, условия проводимого нами эксперимента безусловно далеки от идеальных. От горячей воды тепло передается не только холодной воде, но и калориметру, термометру, окружающему воздуху. Тем не менее, хотя мы и не получим в ходе эксперимента полного соответствия отданного количества теплоты полученному, эти показатели, если эксперимент выполнен аккуратно, должны быть близки. Ход работы описан в учебнике.

*Пример выполнения работы.*

Масса горячей воды. $m$ , кг.	0,1
Начальная температура горячей воды. $t_1$ , °С.	72
Температура смеси. $t_2$ , °С.	42

Количество теплоты, отданное горячей водой. Q, Дж.	12600
Масса холодной воды. m <sub>1</sub> , кг.	0,1
Начальная температура холодной воды. t <sub>1</sub> , °C.	16
Количество теплоты, полученное холодной водой. Q, Дж.	10920

Вычисления:

$$Q = cm(t-t_0)$$

$$Q = cm(t-t_2) = 0,1\text{кг} \cdot 4200\text{Дж/кг}^\circ\text{C}(72^\circ\text{C}-42^\circ\text{C}) = -12600\text{Дж}.$$

Количество теплоты, отданное горячей водой – 12600Дж.

$$Q_1 = cm_1(t_2-t_1) = 0,1\text{кг} \cdot 4200\text{Дж/кг}^\circ\text{C}(42^\circ\text{C}-16^\circ\text{C}) = 10920\text{Дж}.$$

Количество теплоты, полученное холодной водой – 10920Дж.

**Вывод:** Количество теплоты, полученное холодной водой близко к количеству теплоты, отданному горячей водой, что, с учетом далеких от идеальных условий эксперимента, можно считать равенством.

## Лабораторная работа №2.

### *Измерение удельной теплоемкости твердого тела.*

**Цель работы:** определение удельной теплоемкости твердого тела путем сравнения его с теплоемкостью воды.

Собственно, эта работа в общих чертах повторяет предыдущую. Опять мы берем два тела с разной температурой, опять в результате теплопередачи температуры тел уравниваются. Только на этот раз мы, условно считая равными количества теплоты отданной одним и полученной другим телом, будем оценивать неизвестную нам удельную теплоемкость.

Поскольку в ходе этой лабораторной работы мы имеем дело с твердым телом, возникает вопрос как наиболее точным образом измерить температуру твердого тела с помощью школьного термометра. Для этого можно поступить следующим образом: поместить тело в сосуд с горячей водой на несколько минут, чтобы тем-

пературы воды и твердого тела уравнились и измерить температуру воды. Таким образом, мы определяем начальную температуру тела перед взаимодействием с водой в калориметре. Ход работы описан в учебнике.

*Пример выполнения работы:*

Масса воды в калориметре $m_1$ , кг.	Начальная температура воды $t_1$ , °C	Масса цилиндра $m_2$ , кг.	Начальная температура цилиндра $t_2$ , °C	Конечная температура цилиндра $t$ , °C
0,15	19	0,08	62	21

Вычисления:

Вода получает при нагревании:

$$Q_1 = c_1 m_1(t-t_1) = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 0,15\text{кг} \cdot (21-19^\circ\text{C}) = 1260\text{Дж}$$

Цилиндр отдает при охлаждении:

$$Q_2 = c_2 m_2 (t_2 - t)$$

$$\text{т.к. } Q_1 \approx Q_2 \text{ то } c_1 m_1(t - t_1) \approx c_2 m_2(t_2 - t)$$

$$\text{откуда } c_2 \approx \frac{c_1 m_1(t - t_1)}{m_2(t_2 - t)} = \frac{Q_1}{m_2(t_2 - t)}$$

$$C_2 = \frac{1260\text{Дж}}{0,08\text{кг} \cdot 41^\circ\text{C}} \approx 385 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \approx 400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

**Вывод:** Удельная теплоемкость представленного цилиндра оценивается около 400 Дж/кг °C, что близко к табличным значениям удельной теплоемкости меди, цинка и латуни.

### Лабораторная работа № 3.

#### *Сборка электрической цепи и измерение силы тока в ее различных участках.*

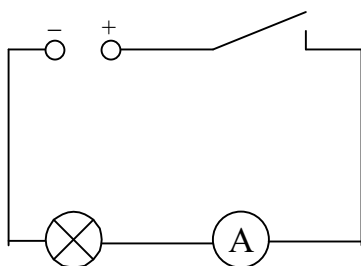
**Цель работы:** убедиться на опыте, что сила тока в различных последовательно соединенных участках цепи одинакова.

Это первая ваша лабораторная работа по электричеству. Вообще то лабораторные работы по электричеству не более опасны, чем замена батарейки в фонарике или электронной игрушке. Но навыки работы с электрическими цепями и электроприборами вам, вероятно, потребуется применять и в будущем, как на лабораторных работах в старших классах, так и в быту. Поэтому рекомендуем внимательно прислушаться к тому, что учитель рассказывает о технике безопасности. В жизни пригодиться.

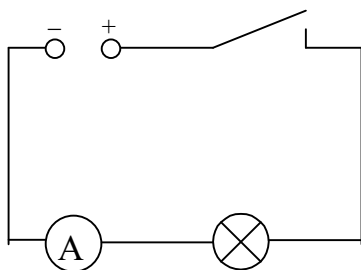
Итак, в этой лабораторной работе нам предстоит измерять силу тока в цепи. Мы помним из учебника, что сила тока равна отношению электрического заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника, ко времени его прохождения.

Если применять аналогию с желобом, по которому течет вода, то силой тока можно назвать отношение объема воды проходящего через сечение желоба ко времени его прохождения. Если вода течет по желобу свободно, нигде не скапливаясь, то время прохождения одного и того же объема воды через сечение желоба одинаково в любом его месте. Точно так же обстоят дела с электрическим током. Сила тока в различных участках цепи, где все приборы соединены последовательно, одинакова. В чем нам предстоит убедиться на опыте.

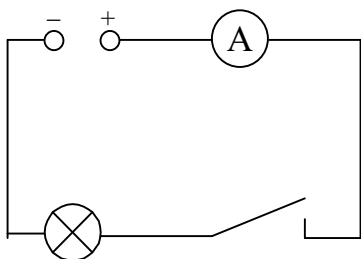
*Пример выполнения работы.*



1)  $I_1 = 0,25A$



2)  $I_2 = 0,25A$



$$3) I_3 = 0,25\text{A}$$

$$I_1 = I_2 = I_3 = 0,25\text{A}.$$

## Лабораторная работа № 4.

### *Измерение напряжения на различных участках электрической цепи.*

**Цель работы:** Измерить напряжение на участке цепи, состоящем из двух последовательно соединенных спиралей, и сравнить его с напряжением на концах каждой спирали.

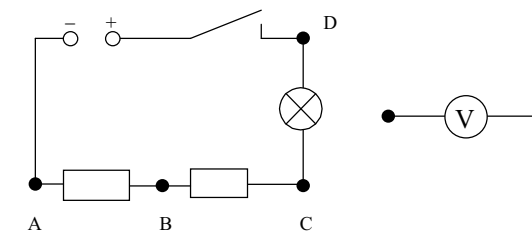
Для измерения напряжения на полюсах источника тока, или каком-нибудь участке цепи применяется прибор, называемый вольтметром. Многие вольтметры по внешнему виду очень похожи на амперметры. Для отличия вольтметра от других электроизмерительных приборов на его шкале ставят букву V. Вольтметр подключается к цепи иначе, чем амперметр. В то время, как амперметр включают последовательно с участком цепи, на котором нужно измерить силу тока, вольтметр включают параллельно участку цепи, напряжение на котором нужно измерить.

В описании предыдущей лабораторной работы мы сравниваем силу тока на участке цепи с количеством воды, протекающей через желоб за единицу времени.

Продолжая эту аналогию можно сравнить напряжение на данном участке цепи с разницей уровней, на которых находятся концы желоба. Чем больше разница уровней, тем больше количество протекающей по желобу за единицу времени воды. То есть сила тока на участке цепи пропорциональна напряжению на его концах. Теперь, если представить себе длинный желоб с текущей водой и мысленно разбить его на несколько участков, видно, что разница уровней между концами желоба равна сумме разниц уровней между концами его участков независимо от конфигурации желоба. То есть напряжение на концах некоторой последовательной электри-

ческой цепи равно сумме напряжений на ее участках. В чем нам и предстоит убедиться на практике.

*Пример выполнения работы:*



$$\begin{aligned}U_{AC} &= U_{AB} + U_{BC} \\U_{AB} + U_{BC} &= 3,2\text{В} + 1,1\text{В} = 4,3\text{В} \\U_{AB} &= 3,2\text{ В} \\U_{BC} &= 1,1\text{ В} \\U_{AC} &= 4,3\text{ В}\end{aligned}$$

Дополнительное задание:

$$\begin{aligned}U_{AD} &= 6,2\text{В} \\U_{AD} &\approx U_{AC} + U_{CD} = 4,3\text{В} + 2\text{В} = 6,3\text{В} \\U_{DC} &= 2\text{В}\end{aligned}$$

**Вывод:** с учетом погрешностей измерения, которые мы провели, напряжение на полюсах источника совпадает с суммой напряжений на участках цепи.

## Лабораторная работа № 5.

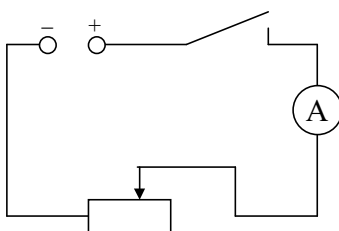
### *Регулирование силы тока реостатом.*

**Цель работы:** научиться пользоваться реостатом для изменения силы тока в цепи.

Работа совсем простая. Выполняя ее, мы знакомимся с таким прибором, как реостат. Школьный ползунковый реостат представляет собой катушку с намотанной на нее одним слоем витков к витку специально обработанной проволокой, вдоль которой может перемещаться подвижный ползунок, обеспечивая контакт с той или иной частью обмотки реостата.

Специальная обработка (прокаливание) нужна для того, чтобы витки обмотки были изолированы друг от друга. Рассматривая реостат можно видеть, что, перемещая ползунок, мы можем включать в цепь разное количество витков обмотки. Так как каждый виток имеет некоторое сопротивление, то с перемещением ползунка сопротивление реостата будет соответственно увеличиваться или уменьшаться. Собственно "переменное сопротивление" – другое часто используемое название реостата.

*Выполнение работы:*



При уменьшении сопротивления реостата сила тока в цепи возрастает, а при увеличении – падает.

## Лабораторная работа № 6.

### *Измерение сопротивления проводника при помощи амперметра и вольтметра.*

**Цель работы:** Научиться измерять сопротивление проводника при помощи амперметра и вольтметра.

Убедиться на опыте, что сопротивление проводника не зависит от силы тока в нем и напряжения на его концах.

Вспомним закон Ома: Сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению.

$$I = \frac{U}{R}$$

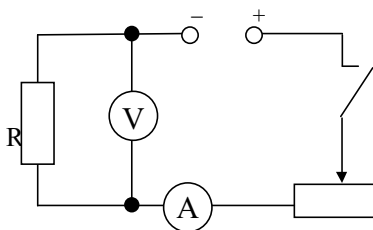
Сопротивление отсюда можно выразить как:

$$R = \frac{U}{I}$$



Для того, чтобы узнать сопротивление проводника нужно измерить силу тока, проходящего через него, напряжение на его концах и подставить полученные значения в формулу. Для того чтобы убедиться в том, что сопротивление проводника не зависит от напряжения на его концах и силы тока в нем нужно несколько раз вычислить сопротивление, изменяя силу тока в цепи с помощью реостата.

*Пример выполнения работы:*



№ опыта	Сила тока I, А	Напряжение U, В	Сопротивление R, Ом
1	0,5	1,5	3
2	1	3	3
3	1,5	4,5	3

Производим вычисления:

$$R = \frac{U}{I}$$

$$R_1 = \frac{1,5\text{В}}{0,5\text{А}} = 3 \text{ Ом}$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = R$$

$$R_2 = \frac{3\text{В}}{1\text{А}} = 3 \text{ Ом}$$

$$R_3 = \frac{4,5\text{В}}{1,5\text{А}} = 3 \text{ Ом}$$

**Вывод:** Измерения показывают, что сопротивление проводника не зависит от величины напряжения на его концах и силы тока в нем.

## Лабораторная работа № 7.

### *Измерение мощности и работы тока в электрической лампе.*

**Цель работы:** Научиться определять мощность и работу тока в лампе, используя амперметр, вольтметр и часы.

Выполнение работы не должно вызвать у вас никаких затруднений. Все предельно просто. Собираем цепь, включаем, засекаем время, записываем показания приборов, выключаем, засекаем время, проводим вычисления.

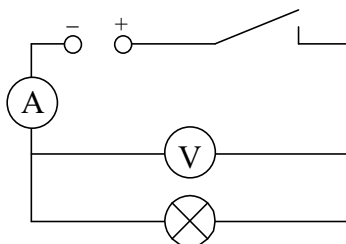
Мощность вычисляем по формуле:

$$P = U I.$$

Работу вычисляем по формуле:

$$A = P t.$$

*Пример выполнения работы:*



Измерения:

$$U = 4,8\text{В}$$

$$I = 0,2\text{А}$$

$$t = 120 \text{ с}$$

Вычисления:

$$P = U I$$

$$P = 4,8\text{В} \cdot 0,2\text{А} = 0,96\text{Вт}$$

$$A = P t$$

$$A = 0,96\text{Вт} \cdot 120\text{с} = 115,2\text{Дж}$$

Почему полученное значение мощности может отличаться от обозначенного на лампе?

Потому, что значение мощности, обозначенное на лампе, достигается при определенном значении напряжения, также обозначенном на лампе.

Например, в нашем случае, это:

$$P_0 = 6\text{Вт}; U_0 = 12\text{В}.$$

Можно проверить соответствие, рассчитав сопротивление лампы, которое, как мы знаем, остается неизменным при изменении напряжения и силы тока.

$$R_0 = \frac{U_0}{I_0};$$

$$I_0 = \frac{P_0}{U_0};$$

$$I_0 = \frac{6\text{Вт}}{12\text{В}} = 0,5\text{А}$$

$$R_0 = \frac{12\text{В}}{0,5\text{А}} = 24\text{Ом}$$

При нашем измерении:

$$R = \frac{U}{I};$$

$$R = \frac{4,8\text{В}}{0,2\text{А}} = 24\text{ Ом};$$

$$R = R_0$$

## Лабораторная работа № 8.

### *Измерение КПД установки с электрическим нагревателем.*

**Цель работы** измерение КПД установки с электрическим двигателем. Вы помните, что КПД (коэффициент полезного действия) называется отношение полезной работы к полной работе, выраженное в процентах:

$$\eta = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{полная}}} \cdot 100\%$$

В ходе работы мы будем нагревать в калориметре воду при помощи электрического нагревателя.

Полезная работа будет равна количеству теплоты, которое получит вода в результате нагревания:

$$Q = cm(t - t_0)$$

Полной работой будет работа, совершенная электрическим током за время нагревания воды.

$$A = P \cdot \tau,$$

где – P мощность электрического нагревателя ( $P = UI$ ).

Соответственно:

$$\eta = \frac{Q}{A} \cdot 100\%$$

Как мы видим все предельно просто.

Ход работы описан в учебнике и дополнительных комментариях не требует.

*Пример выполнения работы:*

Масса воды	Начальная температура воды	Конечная температура воды	Время нагревания	Сила тока	Напряжение	Мощность	Работа тока	Количество теплоты	КПД
m, кг	$t_0, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{c}$	I, A	U, B	P, Вт	A, Дж	Q, Дж	$\eta, \%$
0,15	21	32	1800	1,25	4,5	5,625	10125	6930	68

Вычисления:

Вспомним следующие формулы:

$$P = UI;$$

$$P = 4,5\text{В} \cdot 1,25\text{А} = 5,625\text{Вт}$$

$$A = P\tau;$$

$$A = 5,625\text{Вт} \cdot 1800\text{с} = 10125\text{Дж}$$

Найдем необходимое количество теплоты:

$$Q = cm(t - t_0);$$

$$Q = 4200\text{Дж/кг}^\circ\text{C} \cdot 0,15\text{кг} \cdot (32^\circ\text{C} - 21^\circ\text{C}) = 6930\text{Дж}$$

$$\eta = \frac{Q}{A} \cdot 100\% ;$$

$$\eta = \frac{6930\text{Дж}}{10125\text{Дж}} \cdot 100\% = 0,68 \cdot 100\% = 68\%.$$

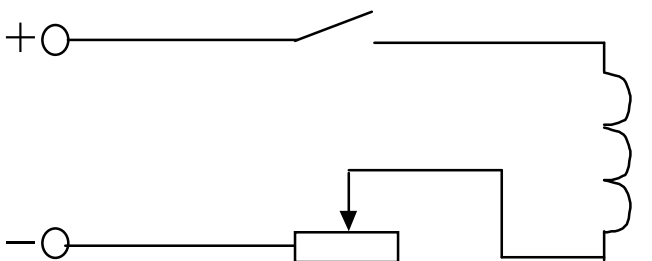
## Лабораторная работа № 9.

### *Сборка электромагнита и испытание его действия.*

**Цель работы:** собрать электромагнит из готовых деталей и на опыте проверить от чего зависит его магнитное действие.

Ни измерений, ни вычислений в этой работе делать не нужно. Основной смысл ее в том, чтобы испытать действие электромагнита своими руками, можно сказать пощупать.

Электрическая цепь собирается простейшая и проблем ее сборка у вас вызвать не должна.



Полюса электромагнита определяются с помощью компаса. К южному полюсу магнита притягивается северный конец стрелки, а к северному – южный. С помощью компаса можно посмотреть так же, как меняется действие электромагнита в стороне от оси катушки.

Главное в этой работе – сформулировать правильные выводы.

Формулировки будут примерно следующие:

- 1) Катушка с током (электромагнит) имеет магнитные полюсы.
- 2) Железный сердечник, введенный в катушку, значительно усиливает ее магнитное действие.
- 3) Действие магнитного поля катушки зависит от силы тока в ней. При увеличении тока действие магнитного поля усиливается, при уменьшении тока – ослабевает.

## Лабораторная работа № 10.

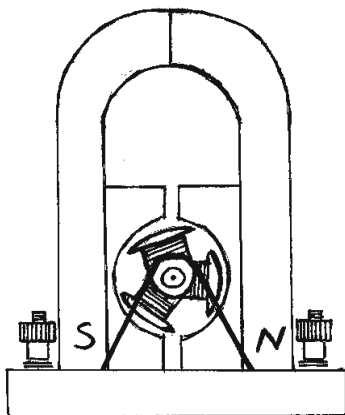
### *Изучение электрического двигателя постоянного тока (на модели).*

**Цель работы:** Ознакомиться с основными деталями электрического двигателя постоянного тока на модели этого двигателя.

Это, пожалуй, самая несложная работа за курс 8 класса. Нужно только подключить модель двигателя к источнику тока, посмотреть, как она работает, и запомнить названия основных частей электродвигателя (якорь, индуктор, щетки, полукольца, обмотка, вал).

Предложенный вам учителем электродвигатель может быть похож на изображенный на рисунке, а может иметь другой вид, поскольку вариантов школьных электрических двигателей существует много. Принципиального значения это не имеет, так как учитель наверняка подробно расскажет и покажет, как обращаться с моделью.

Перечислим основные причины того, что правильно подключенный электродвигатель не работает. Обрыв цепи, отсутствие контакта щеток с полукольцами, повреждение обмотки якоря. Если в первых двух случаях вы вполне способны справиться самостоятельно, в случае обрыва обмотки нужно обратиться к преподавателю. Перед включением двигателя следует убедиться, что его якорь может свободно вращаться и ему ничего не мешает, иначе при включении электродвигатель будет издавать характерное гудение, но вращаться не будет.



# Лабораторная работа № 11.

## *Получение изображения при помощи линзы.*

**Цель работы:** научиться получать различные изображения при помощи собирающей линзы.

На чертежах, с помощью карандаша и линейки вам уже доводилось строить изображения предметов, даваемые линзой в разных случаях расположения предмета. Теперь нужно повторить все то же самое практически.

Вы знаете, что пучок параллельных лучей света после преломления их линзой собирается в ее фокусе. Воспользуйтесь этим фактом для приблизительного определения фокусного расстояния линзы, используя в качестве источника параллельных лучей света удаленное окно. Вот собственно и все: дальнейший ход работы описан в учебнике.

*Пример выполнения работы:*

№ опыта	Фокусное расстояние $F$ , см	Расстояние от лампы до линзы $d$ , см	Вид изображения
1	12	7	Прямое, увеличенное, мнимое.
2	12	18	Перевернутое, увеличенное, действительное.
3	12	30	Перевернутое, уменьшенное, действительное.

### **Вывод:**

- 1) Когда источник света находится между линзой и ее фокусом его изображение увеличенное, мнимое и прямое находится с той же стороны линзы что и источник света; по мере удаления источника света на этом отрезке от линзы, увеличивается его изображение.
- 2) Когда источник света находится в фокусе линзы, его изображение отсутствует.

- 3) Когда источник света находится между фокусом и двойным фокусом линзы, его изображение становится действительным и перевернутым (увеличенным) изображением. Оно уменьшается по мере приближения источника света к двойному фокусу линзы.
- 4) Изображение источника света, находящегося в двойном фокусе линзы, становится изображением, равным по размеру источнику света, и находится в двойном фокусе линзы по другую сторону линзы.
- 5) При увеличении расстояния от источника света до линзы ( $d > 2F$ ) изображение источника света уменьшается, оставаясь действительным и перевернутым, и приближаясь к фокусу линзы.

Дополнительное задание.

Это всего лишь уточненный способ определения фокусного расстояния линзы.

Измеряем двойное фокусное расстояние и делим его пополам. Получаем фокусное расстояние. Оптическая сила обратна фокусному расстоянию.

*Например:*

$$2F = 25\text{см}$$

$$F = \frac{25\text{см}}{2} = 12,5\text{см}$$

$$D = \frac{1}{F}$$

$$D = \frac{1}{0,125\text{м}} = 8 \text{ дптр}$$