

**Ф.Ф. Тихонин, С.А. Шабунин**

**Домашняя работа  
по физике  
за 8 класс**

*к учебнику*

*«Физика. 8 кл.: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений /  
А.В. Перышкин. – 4-е изд. стереотип. –  
М.: Дрофа, 2002 г. »*

*StudyPort.ru*

## Вопросы.

### §1.

1. Нагревание, охлаждение, кипение, плавление и т. д.
2. Температура характеризует среднюю кинетическую энергию молекул.
3. Скорость движения молекул при увеличении температуры растёт.
4. Молекулы в газе движутся с большими скоростями, а их скорости изменяются только при взаимодействии с другими молекулами или стенками сосуда. В жидкостях молекулы колеблются около положения равновесия и иногда перескакивают в другое место. В твердых телах молекулы колеблются около положения равновесия.

### §2.

1. При подъеме шара его потенциальная энергия увеличивается. При его падении кинетическая энергия возрастает, а потенциальная уменьшается. После падения вся механическая энергия шара переходит в тепло.
2. Шар и плита несколько деформируются, их температура несколько возрастет.
3. Внутренней энергией называется сумма кинетической энергии хаотического движения молекул и потенциальной энергии их взаимодействия.
4. Внутренняя энергия тела не зависит от движения этого тела, т.к. при ее расчете складываются только кинетические энергии хаотического движения молекул; аналогично внутренняя энергия не зависит от положения относительно других тел, т.к. мы суммируем только потенциальную энергию взаимодействия молекул.

### §3.

1. При совершении работы (в данном случае движении веревки) увеличивается температура, а значит, и внутренняя энергия. Этого увеличения достаточно, чтобы эфир закипел.
2. Этот опыт всякий может провести, поставив на плитку чайник. После того, как вода закипит, можно заметить, что крышка чайника несколько подпрыгивает. Это обозначает, что за счет внутренней энергии тело совершает работу.

3. Возьмем металлический предмет, нагреем его на спиртовке и опустим в емкость с водой при комнатной температуре. Вода нагреется, а металлический предмет охладится. При этом внутренняя энергия изменится из-за теплопередачи.
4. Средняя кинетическая энергия молекул спицы меньше средней кинетической энергии молекул воды. Молекулы воды будут передавать часть своей кинетической энергии молекулам спицы, в результате чего спица нагреется, а вода несколько охладится.
5. Теплопередачей называется процесс изменения внутренней энергии тела без совершения работы.
6. Внутреннюю энергию можно изменить совершением работы или теплопередачей.

#### §4.

1. Пусть один конец проволоки имеет большую температуру, чем другой. Значит, на одном конце проволоки кинетическая энергия молекул больше, чем на другом. Более быстрые молекулы передают свою энергию более медленным, в результате чего по проволоке передается энергия.
2. За одно и то же время из-за того, что температура достигла температуры, при которой воск уже не может удерживать гвоздик, от медной проволоки оторвались четыре гвоздика, а от стальной только один. Это показывает, что температура в меди передается быстрее, чем в стали. Значит, теплопроводность меди больше теплопроводности стали.
3. Наибольшую теплопроводность имеют серебро и медь. Эти металлы применяют в качестве теплообменников. Наименьшую же теплопроводность имеет вакуум. Его применяют в термосах.
4. мех, пух, перья, одежда имеют весьма низкую теплопроводность из-за того, что в них присутствуют небольшие полости, заполненные воздухом (а у воздуха теплопроводность очень низкая). Поэтому они защищают от холода.
5. «Шуба греет», конечно, не может, т.к. в ней нет источника энергии. С другой стороны шуба имеет низкую теплопроводность и долго не дает телу человека охладиться.

#### §5.

1. Плотность теплого воздуха меньше плотности холодного. Поэтому слои теплого поднимаются вверх, а слои холодного воздуха опускаются вниз.

2. Нижний слой нагревается, его плотность уменьшается, и под действием архимедовой силы он поднимается. На его место опускается более холодный верхний слой и все повторяется. Кроме этих конвекционных процессов также важную роль играет и теплопроводность.
3. Явление конвекции состоит в переносе энергии нагретыми слоями жидкости или газа.
4. При вынужденной конвекции происходит также и перемешивание жидкости или газа.
5. При конвекции теплые слои жидкости или газа поднимаются вверх. Если бы мы нагревали верхние слои, то подниматься им было бы некуда, опускаться они не могут из-за силы Архимеда, и такой эффективный способ теплопередачи, как конвекция, не работал. Поэтому жидкости и газы нагревают снизу.
6. В твердых телах молекулы колеблются относительно положения равновесия. Значит, движения слоев в этом случае невозможны, а, значит, невозможна и конвекция.

## §6.

1. Термоскоп состоит из колбы с пробкой, в которой имеется небольшое отверстие. В это отверстие вставлена изогнутая под прямым углом тонкая трубочка, в которую введено немного подкрашенной жидкости. Один бок колбы закопчен. Так устроен термоскоп.
2. Возьмем термоскоп и посветим на закопченную его сторону лампой накаливания. Мы увидим, что столбик жидкости переместился. Это и будет опытным доказательством передачи энергии излучением.
3. Лучше всего поглощают энергию излучения тела черного цвета, хуже всего тела с зеркальной поверхностью.
4. Тела, которые должны хорошо отражать солнечные лучи, чтобы не сильно нагреваться, делают зеркальными. Это, например, крылья самолетов. Если же тело должно хорошо поглощать все падающее излучение, то его делают черным. Это, например, различные фотоприемники.

## §7.

1. Количество теплоты называется энергия, которую получает или отдает тело в процессе теплопередачи.
2. Количество теплоты тем больше, чем больше изменение температуры.

3. Т.к. тела различной массы или различного состава при одинаковом изменении температуры получают либо отдают различное количество теплоты.
4. Пусть два тела одинакового состава, но различной массы изменили свою температуру на одинаковое количество градусов. При этом более тяжелое тело получит либо отдаст большее количество теплоты.
5. Пусть имеются два тела различного состава, одинаковой массы, находящихся при одинаковой температуре. Одновременно начнем нагревать их в течение некоторого времени. После измерим температуры каждого тела. И, хотя, два тела получили равное количество теплоты, изменение их температур различно. Этот опыт показывает, что количество теплоты зависит от рода вещества нашего тела.
6. Внутреннюю энергию и количество теплоты измеряют в джоулях (Дж), килоджоулях (кДж).  $1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Дж}$

### §8.

1. Удельной теплоемкостью вещества называется физическая величина, численно равная количеству теплоты, которое нужно передать телу из нашего вещества массой один килограмм, чтобы увеличить его температуру на  $1^\circ\text{C}$ .

2. Удельная теплоемкость измеряется в  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ .

3. Это обозначает, что для нагревания свинцового тела массой один килограмм на один градус Цельсия необходимо передать этому телу 140 Дж энергии.

4. Вода обладает очень большой удельной теплоемкостью. Чтобы нагреть воду, надо затратить очень много энергии. Значит, возле водоемов будет холоднее, чем вдали от них.

5. Вода обладает очень большой удельной теплоемкостью. Это означает, что, не очень сильно нагреваясь, она может переносить большое количество теплоты. Поэтому воду используют в системах отопления и охлаждения двигателей.

### §9.

1. Нужно знать вещество, из которого это тело состоит (зная вещество, мы сможем узнать удельную теплоемкость), массу тела, изменение температуры тела.

2. Пусть у нас есть вода (теплоемкость  $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ ) массой  $m = 1$  кг. Воду нагревают с  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 30^\circ\text{C}$ . Тогда количество теплоты  $Q$ , которое сообщили воде, будет равно:

$$Q = mc(t_2 - t_1) = 1 \text{ кг} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (30^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 42000 \text{ Дж.}$$

3.  $Q = mc(t_2 - t_1)$

4. При смешивании горячей и холодной воды после установления общей температуры, измерив эту температуру, мы можем рассчитать количество теплоты, отданное горячей водой и полученное холодной. Они должны быть равны. Однако на практике горячая вода отдает несколько больше, чем получает холодная. Причиной этого является теплообмен с окружающими телами.

### §10.

1. Удельной теплотой сгорания топлива называется величина, численно равная количеству теплоты, которое выделяется при сгорании данного вещества массой 1 кг.

2. Удельную теплоту сгорания измеряют в  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ .

3. Это выражение обозначает, что при сгорании топлива массой 1 кг выделяется энергия  $1,4 \cdot 10^7$  Дж.

4. Необходимо знать массу и удельную теплоту сгорания вещества. Эти две величины нужно перемножить.

### §11.

1. Механическая энергия переходит во внутреннюю, например, при торможении автомобиля: покрышки, тормозные колодки, часть трассы и т.д. нагрелись. Внутренняя энергия переходит в механическую, когда нагретые газы в цилиндре двигают поршень.

2. В процессе столкновения покоящегося и движущегося шаров, второй уменьшил свою скорость, а первый покатился. При контакте холодного и теплого тел, второе остывает, а первое нагревается.

3. Рассмотренный в §9 опыт по смешиванию холодной и горячей воды.

4. Энергия не исчезает и не возникает во всех физических процессах. Она переходит из одной формы в другую.

5. В науке закон сохранения энергии показывает, какие явления возможны, а какие нет. В технике он сразу же дает понимание принципиальной возможности или невозможности создания неких устройств. Например, невозможен вечный двигатель, хотя его и пытались построить.

## §12.

1. Вещество может находиться в твердом, жидком или газообразном состоянии.
2. На практике часто используются переходы из одного агрегатного состояния в другое. Пример — плавление металлов.
3. Агрегатное состояние определяется движением и взаимодействием молекул.
4. В твердых телах молекулы колеблются около положения равновесия. В жидкости молекулы колеблются около положения равновесия и иногда перескакивают в другое место. В газах молекулы движутся хаотически, взаимодействуют между собой только при соударениях.

## §13.

1. Плавлением называется переход из твердого состояния в жидкое.
2. Отвердеванием называется переход из жидкого состояния в твердое.
3. Температурой, при которой вещество плавится и отвердевает, называют температурой плавления и отвердевания.

## §14.

1. На отрезке  $AB$  лед нагревается; на отрезке  $BC$  температура льда  $0^{\circ}\text{C}$ , и он плавится, превращаясь в воду; на отрезке  $CD$  вода нагревается; на отрезке  $DE$  вода охлаждается до  $0^{\circ}\text{C}$ ; на отрезке  $EF$  вода отвердевает при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ , превращаясь в лед; на отрезке  $FK$  лед охлаждается.
2. Температура увеличивается, если функция, график которой нам задан, возрастает, постоянна, если постоянна, и уменьшается, если убывает.
3. Плавлению льда соответствует участок  $BC$ , а отвердеванию воды — участок  $EF$ . Эти участки параллельны оси времени, т.к. температура на них постоянна и равна нулю.

## §15.

1. При увеличении температуры кинетическая энергия молекул растет, и при температуре плавления энергии становится достаточно для разрушения кристаллической решетки.
2. Энергия расходуется на разрушение кристаллической решетки.
3. Удельной теплотой плавления вещества называется количество теплоты, которое необходимо сообщить телу из этого вещества массой 1 кг при температуре плавления, для того чтобы его расплавить.
4. При уменьшении температуры кинетическая энергия молекул уменьшается, и при температуре плавления энергия становится таковой, что может образоваться кристаллическая решетка.
5. Если известна масса  $m$ , удельная теплота плавления  $\lambda$ , то количество теплоты, необходимое для плавления тела определяется формулой:  $Q = \lambda m$ .
6. Пользуясь обозначениями из пункта 5,  $Q = \lambda m$ , где  $Q$  — количество теплоты, выделившееся при отвердевании тела.

## §16.

1. Испарением называют парообразование с поверхности жидкости.
2. Испарение происходит при любой температуре, т.к. всегда находятся достаточно «быстрые» молекулы, способные «улететь» из жидкости.
3. Скорость испарения зависит от рода жидкости, ее площади поверхности, наличия либо отсутствия ветра.
4. Испарение происходит быстрее при более высокой температуре, т.к. при более высокой температуре больше достаточно быстрых молекул.
5. Испарение идет быстрее при большей площади поверхности.
6. Насыщенным называется пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью.
7. Ненасыщенным называется пар, не находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью.
8. В отсутствие ветра молекула может вернуться в сосуд после того, как она вылетела с поверхности жидкости. Если же дует ветер, то он уносит молекулы, а, значит, в сосуд они уже не могут вернуться.



## §17.

1. Молекулы, выходящие из жидкости, совершают работу против сил притяжения молекул.
2. Жидкость покидают молекулы, обладающие достаточно большой кинетической энергией, а, значит, средняя кинетическая энергия уменьшается. Т.к. температура характеризует среднюю кинетическую энергию, то и она уменьшается.
3. Возьмем ртутный термометр и завернем его резервуар в ватку, смоченную эфиром. Эфир активно испаряется, а по термометру мы увидим заметное уменьшение температуры.
4. Если у нас есть две жидкости с разными силами взаимодействия молекул, то лучше будет испаряться та жидкость, где эти силы меньше. Если же имеются две жидкости с одинаковыми силами взаимодействия, но разными массами молекул, то легче будет испаряться жидкость с более легкими молекулами.
5. Конденсация пара происходит при определенной температуре.
6. Конденсацией водяного пара объясняется образование облаков. Пары воды поднимаются вверх, и на определенной высоте температура опускается настолько, что пары воды конденсируются в мельчайшие капельки. Эти капельки не падают, а «плавают» в воздухе. Они постепенно растут за счет столкновений и выпадают в виде дождя. Аналогичны процессы и при выпадении снеговых осадков.

## §18.

1. Перед кипением слышен характерный шум. Это пузырьки воздуха с насыщенным паром поднимаются, и в верхних, более холодных слоях схлопываются; при этом воздух из пузырьков переходит в растворенное состояние.
2. На пузырек с паром внутри жидкости действует сила тяжести и сила Архимеда.
3. Температурой кипения называется такая температура, при которой жидкость кипит.

## §19.

1. Относительной влажностью воздуха  $\phi$  называется отношение плотности водяного пара  $\rho$  к плотности насыщенного водяного пара  $\rho_0$ . Относительная влажность выражается в процентах.

$$2. \varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\% .$$

3. Точкой росы называется температура, при которой пар становится насыщенным.
4. Для определения влажности используют гигрометры и психрометры.
5. Будем продувать через прибор, наполненный эфиром, воздух, чем вызовем интенсивное испарение эфира. При этом температура будет понижаться. По термометру определим температуру, при которой выпадает роса. Это и будет точка росы.
6. Определим температуру воздуха по сухому термометру. После определим температуру влажного термометра и вычислим разность этих температур. Зная эти величины, мы можем по психрометрической таблице узнать относительную влажность.

## §20.

1. Энергия, подводимая к жидкости при кипении, идет на преодоление сил молекулярного притяжения.
2. Удельная теплота парообразования показывает, сколько энергии необходимо передать жидкости массой 1 кг при температуре кипения, чтобы полностью перевести эту жидкость в газообразное состояние.
3. Пусть пар выделяется через трубочку и конденсируется на стекле. При этом стекло очень сильно нагревается, как за счет теплопередачи, так и во многом за счет конденсации. Это значит, что при конденсации выделяется энергия.
4. Удельная теплота плавления воды  $L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ . Значит теплота  $Q$ , выделяемая водяным паром массой  $m = 1$  кг, вычисляется по формуле:  $Q = Lm = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 1 \text{ кг} = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}$ .
5. На крупных электростанциях горячим отработанным паром нагревают воду, которая идет на отопление и другие хозяйственные нужды. При этом вода нагревается за счет теплопередачи и за счет энергии конденсации.

## §21.

1. При кипении воды в закрытой пробкой емкости, пробка может вылететь. Это и есть переход внутренней энергии пара в механическую энергию пробки.
2. Тепловыми двигателями называются устройства, в которых внутренняя энергия топлива переходит в механическую энергию.
3. Существуют различные тепловые двигатели: паровая машина, двигатель внутреннего сгорания, паровая и газовая турбина, реактивный двигатель.
4. В тепловых двигателях газ испытывает тепловое расширение и, расширяясь, совершает механическую работу. При этом газ охлаждается. Часть его внутренней энергии переходит в механическую работу.

## §22.

1. Двигателем внутреннего сгорания называют двигатель, в котором топливо сгорает прямо в цилиндре двигателя.
2. Основной частью двигателя внутреннего сгорания является цилиндр, в котором движется поршень. Наверху цилиндра располагается свеча зажигания и два клапана: в один впрыскивается топливо, а через другой в атмосферу выходит сгоревшее топливо. Снизу к поршню прикреплен шатун, который вращает коленчатый вал.
3. После сгорания топлива температура смеси внутри цилиндров возрастает. Так же увеличивается и давление, и смесь, расширяясь, двигает поршень. При этом температура смеси уменьшается.
4. Один рабочий цикл двигателя происходит за четыре такта. При этом коленчатый вал совершает два оборота.
5. В первом такте поршень движется вниз, и происходит впрыскивание топлива. Во втором такте поршень движется вверх, а в конце второго такта горючая смесь воспламеняется от искры. В третьем такте нагретые газы толкают поршень вниз, совершая работу. В конце третьего и в четвертом такте отработанная горючая смесь выходит в атмосферу. Первый такт называется впуск, второй — сжатие, третий — рабочий ход, четвертый — выпуск.
6. Маховик тяжелый, и по инерции он поднимает поршень.
7. В автомобилях чаще всего используют четырехтактные двигатели.
8. Двигатели внутреннего сгорания используются в винтовых самолетах, тепловозах, судах, портативных генераторах электрического тока.

### §23.

1. Паровой турбиной называется двигатель, в котором нагретый газ вращает вал двигателя.
2. Основным отличием устройства турбин от устройства поршневых машин является отсутствие в первых поршня, шатуна и коленвала.
3. Турбина устроена следующим образом. На вал насажен диск с лопатками. Из сопел вырывается нагретый газ, попадает на лопатки и приводит диск в быстрое вращение.

### §24.

1. В тепловых двигателях только часть энергии, получаемой от нагревателя, переходит в работу, т.к. всегда какая-либо часть передается холодильнику.
2. Коэффициентом полезного действия называется отношение полезной работы к энергии, получаемой от нагревателя.
3. КПД всегда меньше 100% потому, что холодильник всегда получает от нагревателя какое-либо тепло.
4. Сжатие.

### §26.

1. Две эбонитовые палочки, наэлектризованные трением о мех, отталкиваются.
2. Стеклопалочка, наэлектризованная трением о шелк, и эбонитовая, наэлектризованная трением о шерсть, притягиваются; значит, они имеют заряд разного рода.
3. В природе существует два рода зарядов, называемые положительными и отрицательными.
4. Два тела, имеющие заряды одного знака, отталкиваются, разных знаков — притягиваются.

### §27.

1. Если к телу притягиваются листочки бумаги, то оно наэлектризовано.
2. Электроскоп состоит из металлического стержня с листочками, который находится в металлическом корпусе со стеклами. Если к

незаряженному электроскопу поднести заряженное тело, то его лепестки разойдутся.

3. Большему углу расхождения листочков соответствует больший заряд.

### §28.

1. Если мы поместим электроскоп в сосуд, из которого откачан воздух, и поднесем к электроскопу заряженное тело, то листочки электроскопа разойдутся.

2. В пространстве, окружающим наэлектризованное тело, имеется электрическое поле.

3. Электрическое поле можно обнаружить по действию на наэлектризованные тела.

4. Сила, действующая на заряженную гильзу, при удалении от заряженного тела уменьшается. Для доказательства этого проведем следующий опыт. Подвесим заряженную гильзу на нить, и будем смотреть, как меняется угол отклонения нити от вертикали при изменении расстояния между гильзой и телом. Т.к. при увеличении расстояния между гильзой и телом угол уменьшается, то и сила взаимодействия уменьшается.

### §29.

1. Возьмем заряженный и незаряженный электроскопы. Соединим их тонкой проволокой. Тогда показания обоих электроскопов сравняются и будут равны половине показаний заряженного вначале электроскопа. Отсюда заключаем, что заряды разделились строго пополам.

2. До бесконечности электрический заряд делить нельзя. Пределом делимости заряда является заряд электрона.

3. Частица с наименьшим зарядом называется электроном. Его масса —  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг, заряд —  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

### §30.

1. Атомы различных элементов различаются количеством электронов.

2. Главной характеристикой химического элемента является заряд ядра.

3. В состав ядра входят нейтроны и протоны.

4. В атоме водорода 1 протон и нет нейтронов, в атоме гелия 2 протона и 2 нейтрона, в атоме лития 3 протона и 4 нейтрона.
5. Положительные ионы образуются, если атом отдает один или несколько электронов. Отрицательные ионы образуются, если атом принимает один или несколько электронов.

### §31.

1. Явление электризации состоит в том, что электроны с одного тела переходят на другое.
2. При электризации одно из тел получает столько же электронов, сколько отдает другое, т.к. электроны не возникают и не исчезают, а только перераспределяются.
3. При передаче гильзе заряда положительно заряженным телом с нее стекают электроны, при передаче отрицательного — натекают.
4. Заряд, переходящий на тело при соприкосновении с наэлектризованным телом, зависит от размера тела: чем больше размеры тела, тем больше и переходящий на него заряд.
5. При заземлении почти весь заряд переходит в землю из-за очень больших размеров Земли.

### §32.

1. Электрическим током называется направленное движение заряженных частиц.
2. Для получения электрического тока в проводнике необходимо создать электрическое поле, для чего используются источники электрического тока.
3. Внутри источника электрического тока происходит разделение электрических зарядов.
4. Гальванический элемент состоит из цинкового сосуда, в который вставлен угольный стержень, который помещен в мешочек из ткани. В нем находится оксид марганца (IV). В элементе используется густой клейстер. Гальванический элемент помещен в картонную коробку и залит слоем смолы.
5. Положительным полюсом является угольный стержень, отрицательным — цинковый сосуд.

6. Аккумулятор — это устройство, состоящее из двух электродов разных металлов, опущенных в раствор кислоты либо щелочи.
7. При зарядке аккумулятора его положительный полюс соединяют с положительным полюсом источника тока, отрицательный — с отрицательным.
8. Аккумуляторы используются во многих типовых устройствах и машинах: мобильных телефонах, плеерах, автомобилях и даже подводных лодках.

### §33.

1. Источник тока дает энергию всем приемникам тока.
2. Приемниками электрического тока являются электрическая лампа, электрический звонок, резистор, нагревательный элемент.
3. Электрическая цепь состоит из источников тока, потребителей тока, которые соединены проводами. Для включения тока в цепи используют размыкающие и замыкающие устройства.
4. Цепь, в которой оборван провод, называют разомкнутой, а в которой ни один провод не разорван, называется замкнутой.

### §34.

1. Металл электрически нейтрален, т.к. кроме отрицательных электронов в нем содержатся еще и положительные ионы.
2. При возникновении в металле электрического поля возникает электрический ток.
3. Электрический ток в металле представляет собой направленное движение электронов.
4. Когда говорят о скорости распространения тока в металле, имеют в виду скорость света.

### § 35.

1. Тепловое действие тока можно наблюдать, проделав следующий опыт. Надо железную или никелиновую проволоку присоединить к полюсам источника тока. Спустя некоторое время можно заметить, что проволока нагреется.

2. Химическое действие тока можно наблюдать на следующем опыте. Надо электроды, подключенные к полюсам источника, опустить в раствор, например, медного купороса ( $\text{CuSO}_4$ ). Спустя некоторое время можно заметить, что на одном из электродов выделится вещество — в нашем случае медь ( $\text{Cu}$ ).

3. Тепловое действие тока используют в электрических лампах, электроплитах и т.д. Химическое действие тока используют для получения чистых металлов, в гальванических элементах, аккумуляторах и т.д.

4. Магнитное действие тока можно наблюдать на следующем опыте. Надо взять гвоздь, намотать на него медный провод, покрытый изоляцией, а концы провода соединить с полюсами источника тока. Теперь, если гвоздь поднести к мелким железным предметам, то можно заметить, что он будет притягивать их.

5. Установка, изображенная на рисунке 55 учебника, состоит из источника тока, медного провода, покрытого изоляцией, ключа и гвоздя. Гвоздь с намотанной на него проволокой при замкнутом ключе представляет собой магнит, он способен притягивать различные железные предметы. Если же после ключ разомкнуть, то гвоздь через некоторое время размагнитится, т.е. потеряет способность притягивать металлические предметы.

6. На рисунке 56 учебника изображена рамка, на которую намотано несколько витков медной проволоки, концы которой подсоединены через ключ к полюсам источника тока. Так как ключ замкнут, то в рамке течет ток, но с ней самой ничего не происходит. Если же теперь эту рамку поместить между полюсами магнита, то она начнет поворачиваться. Таким образом, мы на опыте наблюдали взаимодействие рамки с током и магнитом.

7. В устройстве гальванометра используют магнитное действие тока.

## § 36.

1. За направление тока принимают направление движения положительно заряженных частиц.

2. За направление тока принято считать направление от положительного полюса источника тока к отрицательному.

3. Да.



### § 37.

1. Интенсивность действий электрического тока зависит от заряда, протекающего по цепи в единицу времени, т.е. от силы тока.
2. Зарядом, протекающим через поперечное сечение проводника в единицу времени.
3. Сила тока  $I$  определяется отношением электрического заряда  $q$ , протекшего через сечение проводника, ко времени его протекания  $t$ :

$$I = q/t.$$

4. За единицу силы тока принимают силу тока, при которой отрезки параллельных проводников длиной 1 м, расположенных на расстоянии 1 м друг от друга, взаимодействуют с силой  $2 \cdot 10^{-7}$  Н. Эту единицу силы тока называют ампером и обозначают «А».

5.  $1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$ ;  $1 \text{ mA} = 0,000001 \text{ A}$ ;  $1 \text{ kA} = 1000 \text{ A}$ .

6.  $q = It$ .

### § 38.

1. Прибор для измерения силы тока называется амперметром.
2. Чаще всего в лабораториях используют амперметры со шкалой, проградуированной в миллиамперах (мА), амперах (А).
3. В цепь амперметр следует включать последовательно с учетом полярности прибора.

### § 39.

1. Опыт, доказывающий, что работа тока зависит не только от силы тока, но и от напряжения, состоит в следующем. Берутся два источника тока с различным напряжением. Если теперь к ним поочередно подключить лампочку, то мы увидим, что она при одинаковой силе тока будет гореть в одном случае ярче.

2. Электрическое напряжение определяется как работа тока, совершаемая электрическим полем при перемещении единичного положительного заряда. Напряжение  $U$  равно отношению работы тока  $A$  на данном отрезке к заряду  $q$ , протекающему по этому отрезку:  $U = A/q$ .

### § 40.

1. За единицу напряжения (вольт) принимают такое напряжение, при котором работа по перемещению единичного положительного заряда равна 1 Дж.  $1 \text{ В} = 1 \text{ Дж}/1 \text{ Кл}$ .

2. Согласно таблице 7 учебника, напряжение в осветительной сети равно 127 или 220 В.
3. Согласно таблице 7 учебника, напряжение на полюсах сухого элемента равно 1,5 В, а на полюсах кислотного аккумулятора — 1,25 В.
4.  $1 \text{ мВ} = 0,001 \text{ В}$ ;  $1 \text{ кВ} = 1000 \text{ В}$ .

#### § 41.

1. Прибор для измерения электрического напряжения называется вольтметром.
2. В цепь вольтметр следует включать параллельно с учетом полярности прибора.
3. Для того, чтобы измерить напряжение на полюсах источника тока, вольтметр подключают непосредственно к источнику тока с учетом полярности.
4. Сила тока, проходящего через вольтметр, должна быть мала по сравнению с силой тока в цепи.

#### § 42.

1. Надо собрать цепь, состоящую из источника тока, амперметра, проводника — спирали из никелиновой проволоки, ключа и параллельно подключенного к проводнику вольтметра. Схема такой цепи изображена на рисунке 68 б) учебника. При замыкании ключа отмечаем показания напряжения на вольтметре и силы тока на амперметре. Затем увеличиваем напряжение в цепи в два раза подключением к первому источнику тока точно такого же источника. При этом мы замечаем увеличение силы тока в два раза. Если мы увеличим напряжение втрое, то и сила тока увеличится также. Таким образом, мы сняли зависимость силы тока от напряжения.
2. Сила тока в проводнике прямо пропорциональна напряжению на концах этого проводника.
3. График зависимости силы тока от напряжения имеет вид прямой пропорциональности — прямой, проходящей через начало координат. Он отражает тот факт, что, во сколько раз мы увеличим напряжение на концах проводника, во столько же раз увеличится сила тока в проводнике.

### § 43.

1. Надо собрать цепь, состоящую из источника тока, амперметра, проводника, ключа и параллельно подключенного к проводнику вольтметра. При замыкании ключа отмечаем показания напряжения на вольтметре и силы тока на амперметре. Затем заменяем используемый проводник на другой и замечаем, что сила тока изменяется при неизменном напряжении на проводнике. Это доказывает, что сила тока в цепи зависит от свойств проводника — его сопротивления.
2. За единицу сопротивления принимают такое сопротивление, при котором напряжение на концах проводника равно 1 В, а сила тока в нем — 1 А. Единицу сопротивления называют ом (Ом).  
 $1 \text{ Ом} = 1 \text{ В}/1 \text{ А}$ .
3.  $1 \text{ мОм} = 0,001 \text{ Ом}$ ;  $1 \text{ кОм} = 1000 \text{ Ом}$ ;  $1 \text{ МОм} = 1000000 \text{ Ом}$ .
4. Причина сопротивления состоит в том, что электроны взаимодействуют с ионами кристаллической решетки, и при этом замедляется их упорядоченное движение.

### § 44.

1. Силу тока, напряжение и сопротивление.
2. Собирают цепь, состоящую из источника тока, амперметра, сопротивления, ключа и параллельно подключенного к сопротивлению вольтметра. В эту же цепь поочередно включаются проводники с различными сопротивлениями. При неизменном напряжении измеряют силу тока в различных проводниках. Как показывает опыт, она оказывается обратно пропорциональной сопротивлению проводника.
3. Сила тока в проводнике обратно пропорциональна его сопротивлению.
4. Сила тока  $I$  в участке цепи прямо пропорциональна напряжению  $U$  на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению  $R$ .
5.  $I = \frac{U}{R}$ , где  $I$  — сила тока в участке цепи,  $U$  — напряжение на концах этого участка,  $R$  — сопротивление участка.
6.  $U = IR$ .
7.  $R = \frac{U}{I}$ .

## § 45.

1. Сопротивление проводника прямо пропорционально его длине и обратно пропорционально его площади поперечного сечения.

2. Надо собрать цепь, изображенную на рисунке 74 учебника. Измеряя силу тока  $I$  в проводнике и напряжение  $U$  на его концах, можно найти сопротивление  $R$  по формуле:  $R = \frac{U}{I}$ . Зависимость сопротив-

ления проводника от его длины находится следующим образом. Берутся два проводника, изготовленные из одного материала, с равными площадями поперечного сечения, но с различными длинами. Они поочередно включаются в цепь, и по вышеприведенной формуле вычисляется сопротивление для каждого из них. Оказывается, что более длинный проводник имеет большее сопротивление. Если мы возьмем проводников с такими свойствами больше, то можем заметить, что его сопротивление прямо пропорционально его длине. Зависимость сопротивления проводника от площади поперечного сечения находится аналогичным образом, но в этом случае берутся два проводника, изготовленные из одного материала, с равными длинами, но с различными площадями поперечного сечения. Оказывается, что большее сопротивление имеет проводник с меньшей площадью поперечного сечения. Сопротивление проводника обратно пропорционально его площади поперечного сечения.

Зависимость сопротивления проводника от рода вещества, из которого он изготовлен, находится так же, как и в ранее рассмотренных случаях. Только в этом случае следует брать два проводника с равными длинами и с равными площадями поперечного сечения, но изготовленные из различных материалов.

3. Удельным сопротивлением проводника называется сопротивление, которым обладает данный проводник длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 м<sup>2</sup>.

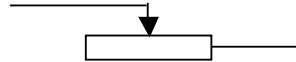
4.  $R = \rho \frac{l}{S}$ , где  $R$  — сопротивление проводника,  $\rho$  — его удельное сопротивление,  $l$  — его длина,  $S$  — площадь его поперечного сечения.

5. Единицей удельного сопротивления проводника является  $\frac{1 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ м}^2}{1 \text{ м}}$  или 1 Ом·1 м. Часто удобно пользоваться  $\frac{1 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ мм}^2}{1 \text{ м}}$ .

6. Чаще всего на практике используют проводники, изготовленные из алюминия, меди, железа и т.д.

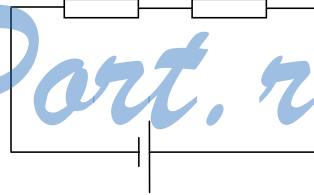
## § 47.

1. Реостат предназначен для регулирования силы тока в электрической цепи.
2. Ползунковый реостат (рисунок 76 учебника) устроен следующим образом. На керамический цилиндр намотана проволока, покрытая тонким слоем не проводящей ток окислы, предназначенной для изоляции витков друг от друга. Над обмоткой располагается металлический стержень, по которому может перемещаться ползун, касающийся своими контактами витков обмотки. При движении ползунка слой окислы под его контактами стирается, и ток протекает от витков проволоки к ползунку, а через него в стержень. Таким образом, при перемещении ползунка по виткам мы увеличиваем или уменьшаем длину намотанной проволоки. При этом изменяется сопротивление цепи, а, следовательно, и сила тока в ней. Ползунковый реостат включается в цепь при помощи зажимов 1 и 2 (см. рисунок 76 учебника).
3. Для того, чтобы реостатам придать удобную и компактную форму.
4. Для сопротивления реостата и наибольшего допустимого значения силы тока.
- 5.



## § 48.

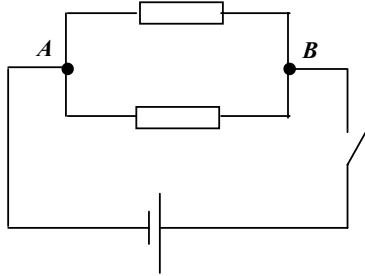
1. Соединение проводников называется последовательным, если конец одного проводника соединяется с началом другого. Схема последовательного соединения двух проводников показана на рисунке.



2. Сила тока.
3. Общее сопротивление цепи при последовательном соединении находится как сумма сопротивлений отдельных проводников:  
 $R = R_1 + R_2 + \dots + R_N.$
4. Напряжение участка цепи, состоящего из последовательно соединенных проводников, находится как сумма напряжений на каждом из них:  $U = U_1 + U_2 + \dots + U_N.$

### § 49.

1. Соединение проводников называется параллельным, если все входящие в него проводники одним своим концом присоединяются к одной точке цепи  $A$ , а вторым концом к другой точке  $B$ . Схема параллельного соединения двух проводников показана на рисунке:



2. Напряжение.

3. Сила тока в цепи до ее разветвления находится как сумма сил токов в отдельных ветвях разветвления:  $I = I_1 + I_2 + \dots + I_N$ .

4. Уменьшается.

5. Параллельное.

6. 127 и 220 В.

### § 50.

1. Электрическое напряжение на участке цепи равно работе, которая совершается при перемещении по этому участку единичного положительного заряда.

2.  $A = Uq$ , где  $A$  — работа,  $U$  — напряжение,  $q$  — электрический заряд.

3.  $A = UIt$ , где  $A$  — работа тока,  $U$  — напряжение,  $I$  — сила тока,  $t$  — время, в течение которого совершалась работа.

4. Вольтметр, амперметр и секундомер.

### § 51.

1. Мощность — физическая величина, которая определяет быстроту совершения работы. Она численно равна работе, совершенной в единицу времени.

2. Для расчета мощности  $P$  электрического тока, надо его работу  $A$  разделить на время  $t$ :  $P = \frac{A}{t}$ .

3.  $P = UI$ , где  $P$  — мощность электрического тока,  $U$  — напряжение,  $I$  — сила тока.

4. За единицу мощности принимают ватт (Вт) — это мощность, при которой совершается работа в 1 Дж за 1 с:  $1 \text{ Вт} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ с}}$ .

5.  $1 \text{ Вт} = 1 \text{ В} \cdot 1 \text{ А}$

6.  $1 \text{ гВт} = 100 \text{ Вт}$ ;  $1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт}$ ;  $1 \text{ МВт} = 1000000 \text{ Вт}$ .

## § 52.

1. Мощность тока.

2.  $A = Pt$ , где  $A$  — работа тока,  $P$  — мощность тока,  $t$  — время, в течение которого совершалась работа.

3. На практике удобно пользоваться следующими единицами работы тока:  $1 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 3600 \text{ Дж}$ ;  $1 \text{ гВт} \cdot \text{ч} = 100 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 360000 \text{ Дж}$ ;  $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 1000 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 3600000 \text{ Дж}$ .

## § 53.

1. Свободные заряды (электроны в металлах или ионы в растворах солей, кислот, щелочей) при перемещении под действием электрического поля взаимодействуют с ионами или атомами вещества проводника и передают часть своей кинетической энергии. В результате этого внутренняя энергия вещества увеличивается, а вместе с ней и температура.

2.  $Q = UIt$ , где  $Q$  — количество теплоты, выделяемое проводником с током,  $U$  — напряжение,  $I$  — сила тока,  $t$  — время.

3.  $Q = UIt$ . Из закона Ома выразим напряжение  $U$  через силу тока  $I$  и сопротивление  $R$ :  $U = IR$ . Подставляя  $U$  в выражение для  $Q$ , получаем:  $Q = I^2Rt$ .

4. Количество теплоты, выделенное в проводнике с током, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени:  $Q = I^2Rt$ . Сформулированное выше утверждение называется законом Джоуля-Ленца, потому что его независимо друг от друга открыли Д. Джоуль и Э.Х. Ленц.

## § 54.

1. Устройство лампы накаливания показано на рисунке 83 учебника. Спираль 1 обычно изготавливается из вольфрама, так как у него высокая температура плавления. Стеклообразный баллон 2 заполняется, как правило, азотом, иногда инертными газами. Это делается для того, чтобы предотвратить испарение вольфрама. Концы спирали 1 приварены к двум проводникам, которые проходят сквозь стекло баллона 2 и припаяны к металлическим частям цоколя: одна проволока к винтовой нарезке, а другая — к изолированному от нарезки основанию цоколя 4. Цоколь лампы вкручивается в патрон, посредством которого лампа включается в сеть.

2. Из вольфрама.

3. Чтобы предотвратить испарение металла с поверхности спирали.

4. Устройство патрона показано на рисунке 83 учебника. Внутренняя часть патрона имеет пружинящийся контакт 5, касающийся основания цоколя лампы, и винтовую нарезку, удерживающую лампу. К пружинящему контакту и винтовой нарезке при помощи зажимов крепятся провода от сети.

5. Лампы накаливания, выпускаемые нашей промышленностью, рассчитаны на напряжение 220 и 127 В (для осветительной сети), 50 В (для железнодорожных вагонов), 12 и 6 В (для автомобилей), 3,5 и 2,5 В (для карманных фонарей).

6. А. Н. Ладыгин, Т. Эдисон.

7. Тепловое действие тока применяют в быту (электрические плитки, утюги, чайники, кипятильники), в промышленности (для выплавки различных сортов металлов, для электросварки), в сельском хозяйстве (обогрев в теплицах, инкубаторах, сушка зерна).

8. Нагревательный элемент электронагревательного прибора представляет собой проводник с большим удельным сопротивлением и высокой температурой плавления.

9. Высоким удельным сопротивлением и высокой температурой плавления.

10. Вольфрам, нихром.



## § 55.

1. Провода могут нагреться до такой степени, что покрывающая их изоляция воспламенится, и в результате этого может случиться пожар.
2. Короткое замыкание или одновременное включение в сеть мощных потребителей тока.
3. В соединении концов участка цепи проводником, сопротивление которого много меньше сопротивления участка цепи.
4. При коротком замыкании сопротивление цепи резко уменьшается, а в силу закона Ома  $\left( I = \frac{U}{R} \right)$  сила тока резко возрастает.
5. Чтобы предотвратить короткое замыкание.
6. Устройство плавкого предохранителя показано на рисунке 87 а) учебника. Основной частью плавкого предохранителя является проволока С из легкоплавкого металла, проходящая внутри фарфоровой пробки П. На пробке имеется винтовая нарезка Р и центральный контакт К, которые соединены между собой проволокой С. Пробку ввинчивают в патрон, который находится внутри фарфоровой коробки. При протекании по проволоке С тока, величина которого больше определенного значения, она плавится, и цепь размыкается.

## § 56.

1. Магнитные.
2. Взаимодействие двух проводников с током, притягивание металлических предметов постоянными магнитами, отклонение магнитной стрелки, находящейся возле проводника с током.
3. Опыт Эрстеда говорит о том, что вокруг проводника с током существует магнитное поле. Он состоит в том, что под действием магнитного поля тока в проводнике находящаяся рядом магнитная стрелка отклоняется.
4. Магнитное поле существует вокруг любого проводника с током.

## § 57.

1. Потому что в магнитном поле они становятся подобны магнитным стрелкам.
2. Расположение железных опилок в магнитном поле прямого тока изображено на рисунке 91 учебника. Опилки располагаются по концентрическим окружностям.

3. Магнитной линией магнитного поля называется линия, вдоль которой в магнитном поле устанавливаются оси магнитных стрелок.
4. Для графического представления магнитных полей.
5. Надо расположить магнитную стрелку около проводника с током, а затем изменить направление тока. При этом мы заметим, что направление стрелки изменится на противоположное, т.е. она повернется на  $180^\circ$ . Таким образом, проделанный опыт показывает, что направление магнитных линий связано с направлением тока.

### § 58.

1. Так же, как магнитная стрелка. Один конец будет обращен к северу, другой — к югу.
2. Магнитное действие катушки с током можно усилить увеличением числа витков в катушке, увеличением силы тока в катушке, введением железного сердечника внутрь катушки.
3. Электромагнитом называется катушка с железным сердечником внутри.
4. Для поднятия и переноски тяжелых металлических предметов.
5. Устройство магнитного сепаратора для зерна изображено на рисунке 100 учебника. Зерно перемешивают с мелкими железными опилками, которые прилипают к зернам сорняка, но не прилипают к полезным зернам злака. При высыпании зерна из бункера 1 на вращающийся барабан 2 железные опилки 4 вместе с зернами сорняка извлекаются из потока зерна 3 при помощи сильного электромагнита 5. Таким образом, зерно очищается.

### § 59.

1. Постоянными магнитами называются тела, способные длительное время сохранять намагниченность.
2. Ампер объяснял намагничивание железа тем, что внутри каждой молекулы этого железа существуют циркулирующие электрические токи.
3. Движением электронов в веществе.
4. Магнитными полюсами магнита называются те места магнита, где проявляются наиболее сильные магнитные действия. У любого магнита имеется два полюса: северный (N) и южный (S).
5. Железо, сталь, чугун, никель и др.

6. Разноименные полюсы притягиваются, одноименные отталкиваются.
7. Если при поднесении магнитной стрелки к какому-нибудь концу намагниченного стального стержня полюс стрелки отталкивается, то на этом конце стержня расположен полюс такой же, как у стрелки; если же полюс стрелки притягивается, то на конце стержня расположен полюс, противоположный полюсу стрелки.
8. С помощью железных опилок.

## § 60.

1. Тем, что Земля обладает своим магнитным полем.
2. Северный магнитный полюс Земли находится на  $66,5^\circ$  южной широты и  $140^\circ$  восточной долготы. Южный магнитный полюс Земли находится на  $75^\circ$  северной широты и  $99^\circ$  западной долготы.
3. При помощи магнитной стрелки компаса.
4. Кратковременными изменениями магнитного поля Земли, вызванными солнечной активностью.
5. Областями магнитной аномалии называются области, в которых направление магнитной стрелки постоянно отклонено от направления магнитной линии Земли.
6. Одна из самых больших магнитных аномалий — Курская магнитная аномалия. Большие магнитные аномалии наблюдаются в тех областях, где сосредоточены огромные залежи железной руды.

## § 61.

1. Надо при помощи штатива подвесить на гибких проводах, присоединенных к источнику тока, проводник. При помещении этого проводника с током между полюсами дугообразного магнита он придет в движение. Это говорит о том, что магнитное поле действует на проводник с током.
2. При изменении направления тока в цепи или при изменении полюсов магнита изменяется направление движения проводника (смотрите рисунок 113 учебника).
3. Вращение проводника с током в магнитном поле можно осуществить при помощи электрического двигателя. Направление тока через каждые пол-оборота рамки можно осуществить при помощи полуколец 2 и щеток 1. (Смотрите рисунок 115 учебника).

4. Устройство технического электродвигателя показано на рисунке 116 учебника. Основными элементами электродвигателя являются постоянный магнит и находящийся между его полюсами якорь — цилиндр с продольными прорезями, в которые укладываются витки проволоки.

5. Электродвигатели применяются на транспорте (электровозы, трамваи, троллейбусы), в промышленности (для выкачивания нефти из скважин) и т.д. Электродвигатели имеют меньшие размеры, они не выделяют газа, дыма или пара, им не нужен запас воды и топлива.

6. Б.С. Якоби, 1834 г.

## § 62.

1. Луч — это линия, вдоль которой распространяется энергия от источника света.

2. В однородной среде свет распространяется прямолинейно, т.е. световые лучи являются прямыми линиями.

3. Образование тени и полутени.

4. Как образуются тени, показано на рисунке 120 учебника. Так как шар непрозрачный, то он не пропускает свет. В результате на экране образуется тень, причем она имеет форму круга. Образование тени является доказательством прямолинейного распространения света. Если бы свет распространялся как-то иначе, то на экране, возможно, не наблюдалось бы тени или тень имела бы иную форму.

5. Размеры источника света должны быть сравнимы с расстоянием до экрана.

6. Как образуется полутень, показано на рисунке 121 учебника. В область полутени попадает свет от части источника света.

7. Солнечное затмение возникает, когда Луна находится между Солнцем и Землей. Лунное затмение возникает, когда Земля находится между Луной и Солнцем.

## § 63.

1. Прибор, изображенный на рисунке 129 учебника, представляет собой диск на подставке, на котором нанесена круговая шкала с ценой деления  $10^\circ$ . По краю диска можно перемещать источник света. Закрепим в центре диска зеркальную пластинку и направим на нее от источника пучок света. При помощи такого прибо-

ра устанавливаются законы отражения. Если луч падает на зеркальную пластинку под некоторым углом, то под таким же углом он отражается, при этом падающий и отраженный лучи лежат в одной плоскости с перпендикуляром, проведенным к зеркалу в точке падения.

2. Углом падения называется угол между падающим лучом и перпендикуляром, проведенным к границе раздела двух сред в точке падения луча. Углом отражения называется угол между отраженным лучом и перпендикуляром, проведенным к границе раздела двух сред в точке падения луча. На рисунке 128 учебника углами падения и отражения соответственно являются  $\angle\alpha$  и  $\angle\beta$ .

3. Падающий и отраженный лучи лежат в одной плоскости с перпендикуляром, проведенным к границе раздела двух сред в точке падения луча. Угол падения  $\angle\alpha$  равен углу отражения  $\angle\beta$ :  $\angle\alpha = \angle\beta$ .

4. Свойство лучей меняться местами называется обратимостью. Падающий и отраженный лучи обладают этим свойством.

#### § 64.

1. Для построения изображения точки  $S$  в зеркале построим три луча  $SO$ ,  $SO_1$ ,  $SO_2$ , исходящие из источника  $S$  и падающие на зеркало  $MN$  (рисунок 132 учебника). В силу закона отражения луч  $SO$  отражается под углом  $0^\circ$ ,  $SO_1$  — под углом  $\beta_1 = \alpha_1$ ,  $SO_2$  — под углом  $\beta_2 = \alpha_2$ . Если построить продолжение отраженных лучей за зеркало, то они пересекутся в одной точке  $S_1$ , которая и будет являться мнимым изображением точки  $S$ .

2. Потому что оно находится за зеркалом.

3. На рисунке 133 учебника показана схема опыта, доказывающего, что расстояния от свечи до стекла и от ее изображения до стекла равны. Возьмем кусок плоского стекла и установим его в вертикальном положении на подставке. Поднесем зажженную свечу на некотором расстоянии от стекла, при этом мы будем видеть изображение свечи. После этого возьмем вторую такую же свечу, но не зажженную и расположим ее по другую сторону стекла. Перемещая вторую свечу, найдем такое положение, при котором вторая свеча будет казаться зажженной, т.е. не зажженная свеча будет находиться на том месте, где наблюдается изображение зажженной свечи. Если теперь измерить расстояние от свечи до стекла и от ее изображения до стекла, то можно убедиться, что эти расстояния будут равны.

4. Мнимое изображение предмета в плоском зеркале находится на таком же расстоянии от зеркала, на каком находится сам предмет. Размеры изображения предмета в плоском зеркале такие же, как размеры самого предмета.

### § 65.

1. Луч света смещается влево (рисунок 137 учебника).

2. Из опыта, изображенного на рисунке 137 учебника, можно сказать, что если луч света идет из среды оптически менее плотной в более плотную среду, то угол преломления всегда меньше угла падения. Из опыта, изображенного на рисунке 138 учебника, выводится следующее соотношение:  $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$ , т.е. отношение синуса угла

падения  $\alpha$  к синусу угла преломления  $\gamma$  есть величина постоянная для двух сред, называемая относительным показателем преломления двух сред и обозначаемая буквой « $n$ ».

3. Падающий и отраженный лучи лежат в одной плоскости с перпендикуляром, проведенным к границе раздела двух сред в точке падения луча. Отношение синуса угла падения  $\alpha$  к синусу угла преломления  $\gamma$  есть величина постоянная для двух сред:  $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$ .

### § 66.

1. Фокусное расстояние короче у тех линз, у которых более выпуклые поверхности.

2. У которой короче фокусное расстояние.

3. Оптической силой линзы называют величину, обратную ее фокусному расстоянию.

4. Диоптрия. Обозначается как «дптр».

5. За 1 диоптрию принимается оптическая сила линзы, у которой фокусное расстояние равно 1 м.

6. Первая из этих линз является собирающей, вторая — рассеивающей.

### § 67.

1. Получение изображения предмета.

2. В зависимости от того, на каком расстоянии находится предмет от линзы.

3. Чтобы построить изображение предмета, находящегося между фокусом и линзой (рисунок 152 учебника), надо построить ход двух наиболее простых лучей, исходящих из точки  $A$ . Первый луч берется параллельно оптической оси, который, проходя сквозь линзу, пересечет оптическую ось в фокусе. Второй луч проходит через центр линзы и не меняет своего направления. Пересечение продолжений этих двух лучей после прохождения линзы дает точку  $A_1$  изображения предмета. Так как предмет изначально был перпендикулярен оптической оси и один его конец находился на ней, то изображение предмета также будет располагаться по отношению к оптической оси. Таким образом, нам осталось от точки  $A_1$  провести отрезок до пересечения с оптической осью и ей перпендикулярный. Этот отрезок и будет являться изображением предмета. Получаемое изображение является мнимым, прямым, увеличенным.

4. Изображение предмета, находящегося между точками  $F$  и  $2F$  (рисунок 151 учебника), строится аналогичным образом, как в вопросе

3. Получаемое изображение является действительным, перевернутым, увеличенным. Изображение предмета будет находиться за двойным фокусным расстоянием.

5. Когда предмет находится за двойным фокусным расстоянием.

6. Потому что лучи сходятся по другую сторону линзы от предмета.

7. Линзы используются в фотоаппаратах, биноклях, микроскопах и т.д.

8. Потому что лучи, проходящие через рассеивающую линзу, расходятся.

9. Изображение предмета, даваемое рассеивающей линзой, является уменьшенным, мнимым, прямым.

*StudyPort.ru*

## Упражнения.

### Упражнение 1.

1. Рыхлый снег содержит много полостей с воздухом, значит, его теплопроводность мала, поэтому он предохраняет озимые хлеба от вымерзания.
2. Сосновые опилки и свежеснег содержат очень много полостей с воздухом. Теплопроводность воздуха весьма мала, а, значит, теплопроводность опилок или свежеснега так же мала.

### Упражнение 2.

1. Холодный воздух имеет большую плотность, чем теплый воздух. Значит, он будет опускаться вниз, а т.к. подвал самое глубокое место в доме, то он — и самое холодное место.
2. В форточку входит холодный воздух, который опускается. При этом происходит перемешивание слоев воздуха и довольно равномерное наполнение ее свежим воздухом. Поэтому форточки делают в верхней части окна. Аналогично понятно, почему радиаторы ставят у пола. Теплый воздух из них поднимается, холодный воздух комнаты опускается (а после и он нагревается), и в результате комната довольно равномерно нагревается.
3. Через форточку в комнату всегда войдет немного холодного воздуха. Т.к. его плотность больше плотности теплого воздуха в комнате, поэтому он будет опускаться. Из-за диффузии слои воздуха будут перемешиваться, а так же обмениваться теплом посредством теплопередачи. Так происходит охлаждение комнаты зимой при открытой форточке.

### Упражнение 3.

1. Если воздух в комнате нагревается через стены, то мы имеем дело с теплопроводностью; если через открытое окно, то конвекцией; если через стекло, то излучением.
2. Рассмотрим два дома, крыша одного из них покрыта черным рубероидом, а другого оцинкованной жестию. В жаркий летний день заметим, что крыша, покрытая жестию, холоднее, чем покрытая рубероидом.
3. Для конвекции или теплопроводности необходимо вещество. В космическом пространстве между Солнцем и Землей вакуум, и вышеуказанные процессы невозможны. Значит, энергия передается излучением.



#### Упражнение 4.

1. Это значит, что для нагревания 1 кг алюминия на 1°C необходимо сообщить ему количество теплоты, равное 920 Дж.

2.

а) Дано: $m = 1,5 \text{ кг}$  $c = 540 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$  $\Delta t = 200^\circ\text{C}$	Решение. $Q = cm\Delta t;$  $Q = 540 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1,5 \text{ кг} \cdot 200^\circ\text{C} = 162000 \text{ Дж.}$
--	---

Найти $Q$ .	Ответ: $Q = 162000 \text{ Дж} = 162 \text{ кДж.}$
-------------	---

б) Дано: $m = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг}$  $c = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ $t_2 = 90^\circ\text{C}$	Решение. $Q = cm\Delta t = cm(t_2 - t_1);$  $Q = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,05 \text{ кг} \cdot (90^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 3220 \text{ Дж.}$
--	--

Найти $Q$ .	Ответ: $Q = 3220 \text{ Дж.}$
-------------	-------------------------------

в) Дано: $m = 2 \text{ т} = 2000 \text{ кг}$  $c = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$  $t_1 = 10^\circ\text{C}; t_2 = 40^\circ\text{C}$	Решение. $Q = cm\Delta t = cm(t_2 - t_1);$  $Q = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2000 \text{ кг} \cdot (40^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) =$ $= 52800000 \text{ Дж} = 52,8 \text{ МДж.}$
---	--

Найти $Q$ .	Ответ: $Q = 52,8 \text{ МДж.}$
-------------	--------------------------------

3.

Дано: $V = 20 \text{ л} = 0,02 \text{ м}^3$  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$  $t_1 = 100^\circ\text{C}$ $t_2 = 50^\circ\text{C}$	Решение. $Q = cm\Delta t = cm(t_2 - t_1); m = \rho V; Q = c\rho V(t_2 - t_1) =$  $= 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,02 \text{ м}^3 \times$ $\times (100^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}) = 4,2 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 4,2 \text{ МДж.}$
--	---

Найти $Q$ .	Ответ: $Q = 4,2 \text{ МДж.}$
-------------	-------------------------------

### Упражнение 5.

1.

Дано:  
 $m = 15 \text{ кг}$

$$q = 3,4 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Найти  $Q$ .

Решение.

$$Q = qm;$$

$$Q = 3,4 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 15 \text{ кг} = 5,1 \cdot 10^8 \text{ Дж.}$$

Ответ:  $Q = 5,1 \cdot 10^8 \text{ Дж}$ .

Дано:  
 $m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$

$$q = 2,7 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Найти  $Q$ .

Решение.

$$Q = qm;$$

$$Q = 2,7 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,2 \text{ кг} = 5,4 \cdot 10^6 \text{ Дж.}$$

Ответ:  $Q = 5,4 \cdot 10^6 \text{ Дж}$ .

2.

Дано:  
 $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$

$$V = 2 \text{ л} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$q = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Найти  $Q$ .

Решение.

$$Q = qm; m = \rho V; Q = q\rho V;$$

$$Q = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 =$$
$$= 7,36 \cdot 10^7 \text{ Дж.}$$

Ответ:  $Q = 7,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$ .

Дано:  
 $m = 2,5 \text{ т} = 2500 \text{ кг}$

$$q = 4,4 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Найти  $Q$ .

Решение.

$$Q = qm;$$

$$Q = 4,4 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 2500 \text{ кг} = 1,1 \cdot 10^{11} \text{ Дж.}$$

Ответ:  $Q = 1,1 \cdot 10^{11} \text{ Дж}$ .

3.

Дано:  
 $Q = 50000 \text{ кДж} = 5 \cdot 10^7 \text{ Дж}$

$$q = 1,0 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Найти  $m$ .

Решение.

$$Q = qm; m = \frac{Q}{q}; m = \frac{5 \cdot 10^7 \text{ Дж}}{1,0 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = 5 \text{ кг.}$$

Ответ:  $Q = 1,1 \cdot 10^{11} \text{ Дж}$ .

### Упражнение 6.

1. Потенциальная энергия молота переходит в его кинетическую энергию, которая, в свою очередь, переходит во внутреннюю энергию (свая и почва нагреваются).
2. Кинетическая энергия автомобиля переходит во внутреннюю энергию.
3. Сначала оба шарика за счет своей потенциальной энергии увеличивают кинетическую. Шарик, упавший на стальную плиту, лишь небольшую часть своей кинетической энергии переводит во внутреннюю, а, отскочив, увеличивает потенциальную энергию. Шарик, упавший на песок, всю свою кинетическую энергию превращает во внутреннюю.
4. При натирании трубки с эфиром за счет совершения работы увеличивается его внутренняя энергия (эфир нагревается и потом кипит). В определенный момент пробка не выдерживает давления и вылетает. При этом часть внутренней энергии эфира переходит в кинетическую энергию пробки. Пробка поднимается, и в высшей точке подъема вся ее кинетическая энергия переходит в потенциальную.

### Упражнение 7.

1. Температура плавления ртути  $t_p = -39^\circ\text{C}$ , спирта  $t_c = -114^\circ\text{C}$ . Отсюда заключаем  $t_p > t_c$ , т.е. температура плавления ртути выше, чем температура плавления спирта.
2. Из металлов приведенных в таблице самый легкоплавкий — ртуть, самый тугоплавкий — вольфрам.
3. Температура плавления свинца выше температуры плавления олова. Отсюда заключаем, что в расплавленном олове при температуре плавления свинец расплавить нельзя. Но, следует заметить, что, если расплавленное олово нагревать до температур выше температуры плавления свинца, то при падении свинца в расплавленное олово, он расплавится.
4. В алюминиевом сосуде можно расплавить цинк, т.к. температура плавления алюминия выше температуры плавления цинка.
5. Температура плавления ртути  $-39^\circ\text{C}$ . В районах с холодным климатом температура может быть и более низкой. Температура плавления спирта  $-114^\circ\text{C}$ . Поэтому используют спиртовые, а не ртутные термометры.

### Упражнение 8.

1. Температура плавления выше у тела I, т.к. постоянный участок у него выше. Удельная теплота плавления больше у тела II, т.к. время плавления у него больше (постоянный участок длиннее). Теплоемкости тел I и II различны, т.к. различны углы наклона кривых (не на постоянных участках).

2. Нет, не будет, т.к. не будет происходить теплопередачи.

3. Неизвестно будет ли лед таять или вода замерзать. Если температура окружающего воздуха отрицательная, то вода будет замерзать; если положительная, то лед таять.

4.

Дано:

$$m = 4 \text{ кг}$$

$$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Найти  $Q$ .

Решение.

$$Q = \lambda m;$$

$$Q = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 4 \text{ кг} = 1,36 \cdot 10^6 \text{ Дж.}$$

Ответ:  $Q = 1,36 \cdot 10^6 \text{ Дж.}$

5.

Дано:

$$m = 20 \text{ кг}$$

$$\lambda = 0,25 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$t_1 = 27^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 327^\circ\text{C}$$

$$c = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Найти  $Q_1, Q_2$ .

Решение.

$$1) Q_1 = \lambda m; Q_1 = 20 \text{ кг} \cdot 0,25 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 5 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$$

$$2) Q_2 = cm(t_2 - t_1) + \lambda m;$$

$$Q_2 = 20 \text{ кг} \cdot 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (327^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}) +$$

$$+ 20 \text{ кг} \cdot 0,25 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 1,34 \cdot 10^6 \text{ Дж.}$$

Ответ:  $Q_1 = 5 \cdot 10^5 \text{ Дж}, Q_2 = 1,34 \cdot 10^6 \text{ Дж.}$

### Упражнение 9.

1. Лужи высыхают быстрее в ветреную погоду, чем в тихую, т.к. ветер уносит вылетевшие из лужи молекулы воды, и они не могут вернуться. Лужи быстрее высыхают в теплую погоду, чем в холодную, т.к. имеется больше быстрых молекул, способных вылететь с поверхности лужи.

2. Чай остывает быстрее, если на него дуют, т.к. поток воздуха уносит вылетевшие молекулы воды, и они не могут вернуться. Вылетают лишь наиболее быстрые — «горячие» молекулы, а значит средняя кинетическая энергия (а как следствие температура) понижается.
3. Пот охлаждает тело в жару, т.к. испаряется.
4. В сухом воздухе испарение идет активнее, чем во влажном. Это значит, что температура кожи за счет испарения пота в сухом воздухе ниже, чем во влажном. Поэтому жару в сухом воздухе переносить легче.
5. Вода в сосудах из слабообожженной глины холоднее окружающего воздуха по следующей причине. Вода просачивается сквозь поры в сосуде и с поверхности сосуда испаряется. При этом она охлаждается.
6. Вода испаряется быстрее в блюдце, т.к. у него больше поверхность, соприкасающаяся с воздухом.
7. Приствольные круги деревьев после полива покрываются слоем перегноя, навоза или торфа для уменьшения испарения воды.

### Упражнение 10.

1. Это значит, что для образования пара из воды массой 1 кг при температуре  $100^{\circ}\text{C}$  необходимо затратить  $2,3 \cdot 10^6$  Дж энергии.
2. Это значит, что при конденсации аммиака массой 1 кг выделяется  $1,4 \cdot 10^6$  Дж энергии.
3. Из приведенных в таблице веществ наиболее сильно увеличивается внутренняя энергия у воды. Это связано с тем, что у нее самая высокая теплота парообразования, а, значит, для ее перевода в пар необходимо затратить наибольшую энергию. По закону сохранения энергии она перейдет во внутреннюю.

4.

Дано: $m = 150 \text{ г} = 0,15 \text{ кг}$	Решение. $Q = Lm;$
$L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$	$Q = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,15 \text{ кг} = 3,45 \cdot 10^5 \text{ Дж}.$
Найти $Q$ .	Ответ: $Q = 3,45 \cdot 10^5 \text{ Дж}.$

5.

Дано:  
 $m = 5 \text{ кг}; t_1 = 0^\circ\text{C}$   
 $t_2 = 100^\circ\text{C}$   
 $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$   
 $L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Найти  $Q$ .

Решение.

$$Q = cm(t_2 - t_1) + Lm;$$

$$Q = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 5 \text{ кг} \cdot (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) + 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 5 \text{ кг} = 1,36 \cdot 10^7 \text{ Дж.}$$

Ответ:  $Q = 1,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$ .

6.

Дано:  
 $m = 2 \text{ кг}; t_1 = 0^\circ\text{C}$   
 $t_2 = 100^\circ\text{C}$   
 $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$   
 $L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Найти  $Q_1, Q_2$ .

Решение.

$$1) Q_1 = cm(t_2 - t_1);$$

$$Q_1 = 2 \text{ кг} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 8,4 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$$

$$2) Q_2 = cm(t_2 - t_1) + Lm;$$

$$Q_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) + 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 2 \text{ кг} = 5,44 \cdot 10^6 \text{ Дж.}$$

Ответ:  $Q_1 = 8,4 \cdot 10^5 \text{ Дж}; Q_2 = 5,44 \cdot 10^6 \text{ Дж}$ .

### Упражнение 11.

1. Вокруг ядра углерода вращается 6 электронов, значит, протонов в ядре углерода 6. Всего частиц в ядре 12; тогда количество нейтронов равно  $12 - 6 = 6$ .

2. Если от атома гелия отделился электрон, то оставшаяся частица называется положительным ионом, ее заряд равен модулю и противоположен по знаку заряду электрона.

### Упражнение 12.

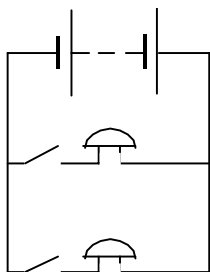
1. Эбонитовую палочку можно наэлектризовать трением, т.к. она диэлектрик, а металлический стержень нельзя, т.к. он проводник.

2. При наливке бензина корпус бензовоза соединяют с землей металлическим проводником, чтобы с машины стек весь заряд. Это необходимо, чтобы в бензовоз не ударила молния.

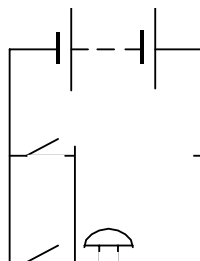
### Упражнение 13.

1. Главными частями штепсельной вилки являются два металлических штырька, которые вставляются в розетку. Эти два штырька не должны соприкасаться, чтобы не было короткого замыкания. Поэтому их помещают в корпус из диэлектрической пластмассы.

2. Чтобы каждый звонок можно было включать отдельно, их следует соединить следующим образом:

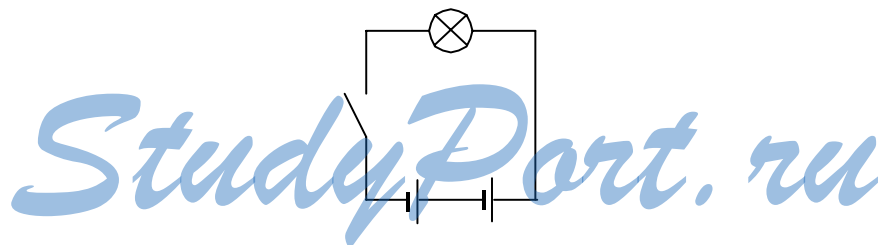


3. Чтобы можно было звонить из двух разных мест, звонок и две кнопки следует соединить следующим образом:



4. Такая проводка может быть применена, если лампу необходимо включать двумя рубильниками, например, двум разным людям.

5. Цифрой 1 отмечены два гальванических элемента, цифрой 2 — электрическая лампа, цифрой 3 — выключатель.



### Упражнение 14.

1. 2000 мА = 2 А; 100 мА = 0,1 А; 55 мА = 0,055 А; 3 кА = 3000 А.

2.

Дано:

$$I = 1,4 \text{ А}$$

$$t = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с}$$

Найти  $q$ .

Решение.

$$q = It; q = 1,4 \text{ А} \cdot 600 \text{ с} = 840 \text{ Кл.}$$

Ответ:  $q = 840 \text{ Кл.}$

3.

Дано:  
 $I = 0,3 \text{ A}$   
 $t = 5 \text{ мин} = 300 \text{ с}$   
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Решение.

Чтобы найти число электронов, прошедших через поперечное сечение спирали электрической лампы, надо найти заряд  $q$  и разделить его на значение элементарного заряда  $e$ .

$$q = It; q = 0,3 \text{ A} \cdot 300 \text{ с} = 90 \text{ Кл};$$

$$N = \frac{q}{e}; N = \frac{90 \text{ Кл}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 5,6 \cdot 10^{20}.$$

Найти  $N$ .

Ответ:  $N = 5,6 \cdot 10^{20}$  электронов.

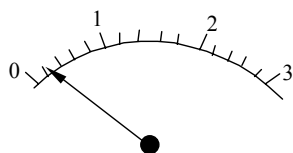
### Упражнение 15.

1. 0,5 А.

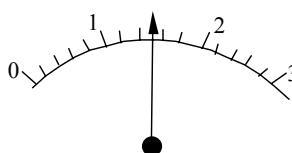
2. Нужно эти два амперметра включить одновременно и последовательно в цепь. Если при этом показания амперметров будут совпадать, то показания исследуемого амперметра будут правильными, в противном случае — нет.

3. Цена деления шкал амперметров, изображенных на рисунках 60, 61 учебника, равна 0,2 А. Ими можно измерять силу тока до 3 А.

Сила тока равна 0,3 А:



Сила тока равна 1,5 А:

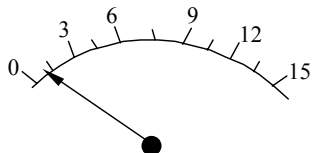


4. Надо одновременно включить эти два амперметра в цепь, в которой можно менять силу тока. Каждый раз, изменяя силу тока в цепи на цену единицы деления точного амперметра, нужно наносить деления на еще не проградуированный амперметр.

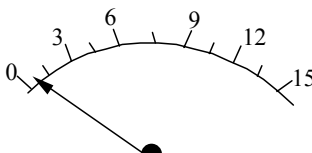
### Упражнение 16.

1. Цена деления вольтметра, изображенного на рисунке 65 а) учебника, равна 1,5 В.

Напряжение равно 1 В:

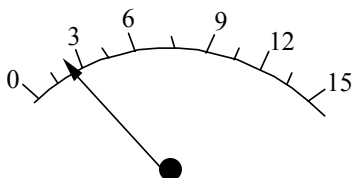


Напряжение равно 0,5 В:



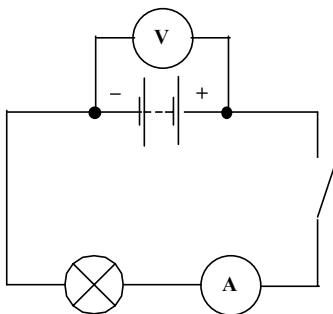


Напряжение равно 2,6 В:



2. Цена деления шкалы вольтметра, изображенного на рисунке 66 а) учебника, равна 1,5 В. Напряжение, которое он показывает, равно приблизительно 4 В.

3.



### Упражнение 17.

1.

Дано:

$$U_1 = 2 \text{ В}$$

$$I_1 = 0,4 \text{ А}$$

$$I_2 = 0,8 \text{ А}$$

Найти  $U_2$ .

Решение.

Сила тока в цепи увеличилась в  $\frac{I_2}{I_1} = \frac{0,8 \text{ А}}{0,4 \text{ А}} = 2$  раза.

Напряжение увеличивается во столько же раз, во сколько раз увеличивается сила тока, т.е.

$$U_2 = 2U_1 = 2 \cdot 2 \text{ В} = 4 \text{ В}.$$

Ответ:  $U_2 = 4 \text{ В}$ .

2.

Дано:

$$U_1 = 2 \text{ В}$$

$$I_1 = 0,5 \text{ А}$$

$$U_2 = 4 \text{ В}$$

$$U_3 = 1 \text{ В}$$

Решение.

Сила тока в цепи изменяется во столько же раз, во сколько раз изменяется напряжение. В первом слу-

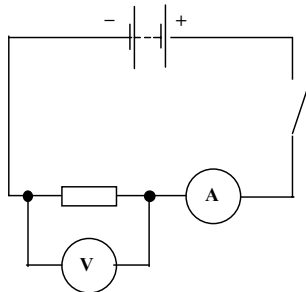
чае напряжение увеличилось в  $\frac{U_2}{U_1} = \frac{4 \text{ В}}{2 \text{ В}} = 2$  раза,

а, следовательно, сила тока тоже увеличилась в два раза:  $I_2 = 2I_1 = 1 \text{ А}$ .

	Во втором случае напряжение уменьшилось в 2 раза, а значит, сила тока тоже уменьшилась в два раза: $I_3 = \frac{I_1}{2} = \frac{0,5 \text{ A}}{2} = 0,25 \text{ A}$ .
Найти $I_2, I_3$ .	Ответ: 1 А; 0,25 А.

### Упражнение 18.

1.



В данном опыте посредством включения в цепь различных проводников выясняют, что сила тока зависит от сопротивления проводника.

2.  $100 \text{ мОм} = 0,1 \text{ Ом}$ ;  $0,7 \text{ кОм} = 700 \text{ Ом}$ ;  $20 \text{ МОм} = 20000000 \text{ Ом}$ .

3.

Дано: $I = 0,5 \text{ A}$ $U = 1 \text{ B}$	Решение. $R = \frac{U}{I}$ ; $R = \frac{1 \text{ B}}{0,5 \text{ A}} = 2 \text{ Ом}$ .
Найти $R$ .	Ответ: $R = 2 \text{ Ом}$ .

### Упражнение 19.

1.

Дано: $U = 220 \text{ B}$ $R = 50 \text{ Ом}$	Решение. Силу тока определяем по закону Ома: $I = \frac{U}{R}$ ; $I = \frac{220 \text{ B}}{50 \text{ Ом}} = 4,4 \text{ A}$ .
Найти $I$ .	Ответ: $I = 4,4 \text{ A}$ .

2.

Дано: $I = 0,7 \text{ A}$ $R = 310 \text{ Ом}$	Решение. Напряжение $U$ находим из закона Ома: $U = IR$ ; $U = 0,7 \text{ A} \cdot 310 \text{ Ом} = 217 \text{ B}$ .
Найти $U$ .	Ответ: $U = 217 \text{ B}$ .

3.

Дано:  
 $U = 150 \text{ В}$   
 $I = 0,01 \text{ А}$

Решение.

Сопротивление  $R$  находим из закона Ома:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{150 \text{ В}}{0,01 \text{ А}} = 15000 \text{ Ом} = 15 \text{ кОм}.$$

Найти  $R$ .

Ответ:  $R = 15 \text{ кОм}$ .

4. Сопротивление проводника равно 4 Ом.

5. В случае опыта № 2 на рисунке 71 в цепь будет включен проводник сопротивлением 2 Ом, а амперметр будет показывать силу тока в цепи, равную 1 А. В случае опыта № 3 на рисунке 71 ничего не изменится.

6.  $R = 4 \text{ Ом}$ .

7. Большим сопротивлением обладает проводник  $B$ . Сопротивление проводника  $A$  равно 2 Ом, а проводника  $B$  — 4 Ом.

### Упражнение 20.

1.

Дано:  
 $l_1 = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$   
 $l_2 = 1,6 \text{ м}$   
 $\rho_1 = \rho_2 = \rho$   
 $S_1 = S_2 = S$

Решение.

Более длинный провод обладает большим сопротивлением, т.е. сопротивление провода длиной  $l_2 = 1,6 \text{ м}$  больше сопротивления провода длиной  $l_1 = 0,2 \text{ м}$ .

$$R_1 = \rho \frac{l_1}{S}; R_2 = \rho \frac{l_2}{S}; \frac{R_2}{R_1} = \frac{l_2}{l_1} = \frac{1,6 \text{ м}}{0,2 \text{ м}} = 8.$$

Найти  $\frac{R_2}{R_1}$ .

Ответ: сопротивление второго провода в 8 раз больше сопротивления первого.

2.

а) Дано:  
 $l = 80 \text{ см} = 0,8 \text{ м}$   
 $S = 0,2 \text{ мм}^2$   
 $\rho = 0,028 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

Решение.

$$R = \rho \frac{l}{S};$$

$$R = 0,028 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot \frac{0,8 \text{ м}}{0,2 \text{ мм}^2} = 0,112 \text{ Ом}.$$

Найти  $R$ .

Ответ:  $R = 0,112 \text{ Ом}$ .

б) Дано:  
 $l = 400 \text{ см} = 4 \text{ м}$   
 $S = 0,5 \text{ мм}^2$   
 $\rho = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

Решение.

$$R = \rho \frac{l}{S}; R = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot \frac{4 \text{ м}}{0,5 \text{ мм}^2} = 3,2 \text{ Ом}.$$

Найти  $R$ .

Ответ:  $R = 3,2 \text{ Ом}$ .

<p>в) Дано:</p> $l = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$ $S = 0,005 \text{ см}^2 = 0,5 \text{ мм}^2$ $\rho = 0,5 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ <hr/> <p>Найти <math>R</math>.</p>	<p>Решение.</p> $R = \rho \frac{l}{S};$ $R = 0,5 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot \frac{0,5 \text{ м}}{0,5 \text{ мм}^2} = 0,5 \text{ Ом.}$ <hr/> <p>Ответ: <math>R = 0,5 \text{ Ом.}</math></p>
--	--

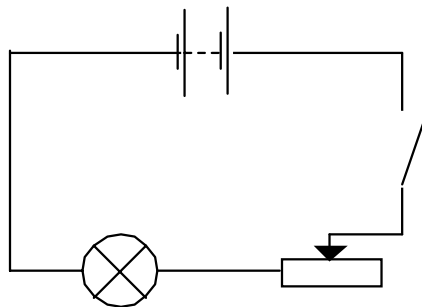
<p>3.</p> <p>Дано:</p> $l = 13,75 \text{ м}$ $S = 0,1 \text{ мм}^2$ $\rho = 1,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ $U = 220 \text{ В}$ <hr/> <p>Найти <math>I</math>.</p>	<p>Решение.</p> <p>Силу тока находим по закону Ома: <math>I = \frac{U}{R}</math>, а сопротивление по формуле: <math>R = \rho \frac{l}{S}</math>.</p> $R = 1,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot \frac{13,75 \text{ м}}{0,1 \text{ мм}^2} = 151,25 \text{ Ом};$ $I = \frac{220 \text{ В}}{151,25 \text{ Ом}} \approx 1,5 \text{ А.}$ <hr/> <p>Ответ: <math>I \approx 1,5 \text{ А.}</math></p>
--	--

<p>4.</p> <p>Дано:</p> $l = 150 \text{ мм} = 0,15 \text{ м}$ $S = 0,02 \text{ мм}^2$ $\rho = 0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ $I = 250 \text{ мА} = 0,25 \text{ А}$ <hr/> <p>Найти <math>U</math>.</p>	<p>Решение.</p> <p>Напряжение найдем по закону Ома: <math>U = IR</math>, а сопротивление по формуле: <math>R = \rho \frac{l}{S}</math>.</p> $R = 0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot \frac{0,15 \text{ м}}{0,02 \text{ мм}^2} = 0,75 \text{ Ом};$ $U = 0,25 \text{ А} \cdot 0,75 \text{ Ом} \approx 0,2 \text{ В.}$ <hr/> <p>Ответ: <math>U = 0,2 \text{ В.}</math></p>
---	--

### Упражнение 21.

1. Действие реостата основано на смене проводников в цепи посредством переключателя.
2. 12 Ом. Чтобы сопротивление увеличить еще на 18 Ом, надо переключатель установить в самое крайнее правое положение.

3.



4.

Дано:

$$R = 20 \text{ Ом}$$

$$S = 3 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

Найти  $l$ .

Решение.

$$R = \rho \frac{l}{S}; l = \frac{RS}{\rho}; l = \frac{20 \text{ Ом} \cdot 3 \text{ мм}^2}{0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}} = 150 \text{ м}.$$

Ответ:  $l = 150 \text{ м}$ .

### Упражнение 22.

1.

Дано:

$$R_1 = 4 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 6 \text{ Ом}$$

$$I = 0,2 \text{ А}$$

Найти  $U_1, U_2, U$ .

Решение.

Напряжение на каждом из проводников найдем из закона Ома:

$$U_1 = IR_1; U_1 = 0,2 \text{ А} \cdot 4 \text{ Ом} = 0,8 \text{ В};$$

$$U_2 = IR_2; U_2 = 0,2 \text{ А} \cdot 6 \text{ Ом} = 1,2 \text{ В}.$$

Общее напряжение при последовательном соединении проводников найдем по формуле:

$$U = U_1 + U_2; U = 0,8 \text{ В} + 1,2 \text{ В} = 2 \text{ В}.$$

Ответ:  $U_1 = 0,8 \text{ В}, U_2 = 1,2 \text{ В}, U = 2 \text{ В}$ .

2. Надо  $n = \frac{3000}{50} = 60$  ламп включить последовательно в цепь.

3.

Дано:

$$U = 220 \text{ В}$$

$$n = 2$$

Найти  $U_1, U_2$ .

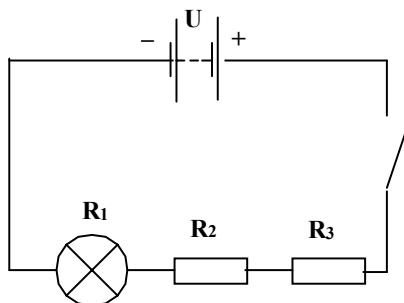
Решение.

На каждой из ламп будет одинаковое напряжение.

$$nU_1 = U; U_1 = U_2 = \frac{U}{n}; U_1 = U_2 = \frac{220 \text{ В}}{2} = 110 \text{ В}.$$

Ответ:  $U_1 = U_2 = 110 \text{ В}$ .

4.



Дано:  
 $U = 6 \text{ В}$   
 $R_1 = 13,5 \text{ Ом}$   
 $R_2 = 3 \text{ Ом}$   
 $R_3 = 2 \text{ Ом}$

Найти  $I, U_1, U_2, U_3$ .

Решение.  
 Общее сопротивление в цепи найдем по формуле:  
 $R = R_1 + R_2 + R_3$ ;  
 $R = 13,5 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} = 18,5 \text{ Ом}$ .  
 Силу тока в цепи найдем по закону Ома:  
 $I = \frac{U}{R}$ ;  $I = \frac{6 \text{ В}}{18,5 \text{ Ом}} \approx 0,324 \text{ А}$ .  
 Напряжение на концах каждого из потребителей найдем из закона Ома:  
 $U_1 = IR_1$ ;  $U_1 = 0,324 \text{ А} \cdot 13,5 \text{ Ом} \approx 4,4 \text{ В}$ ;  
 $U_2 = IR_2$ ;  $U_2 = 0,324 \text{ А} \cdot 3 \text{ Ом} \approx 1 \text{ В}$ ;  
 $U_3 = IR_3$ ;  $U_3 = 0,324 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} \approx 0,6 \text{ В}$ .  
 Ответ:  $I \approx 0,324 \text{ А}$ ,  $U_1 \approx 4,4 \text{ В}$ ,  
 $U_2 \approx 1 \text{ В}$ ,  $U_3 \approx 0,6 \text{ В}$ .

## Упражнение 23.

1.  
 Дано:  
 $R_1 = 10 \text{ Ом}$   
 $R_2 = 15 \text{ Ом}$   
 $U = 12 \text{ В}$

Найти  $I_1, I_2, I$ .

Решение.  
 Силу тока в каждом проводнике найдем по закону Ома:  
 $I_1 = \frac{U}{R_1}$ ;  $I_1 = \frac{12 \text{ В}}{10 \text{ Ом}} = 1,2 \text{ А}$ ;  
 $I_2 = \frac{U}{R_2}$ ;  $I_2 = \frac{12 \text{ В}}{15 \text{ Ом}} = 0,8 \text{ А}$ ;  
 Сила тока до разветвления находится по формуле:  
 $I = I_1 + I_2$ ;  $I = 1,2 \text{ А} + 0,8 \text{ А} = 2 \text{ А}$ .  
 Ответ:  $I_1 = 1,2 \text{ А}$ ,  $I_2 = 0,8 \text{ А}$ ,  $I = 2 \text{ А}$ .

2. Для того, чтобы на каждом бытовом приборе было одинаковое напряжение, равное 220 В.

3.

Дано:  
 $R_1 = 20 \text{ Ом}$   
 $R_2 = 40 \text{ Ом}$   
 $R_3 = 24 \text{ Ом}$   
 $U = 24 \text{ В}$

Решение.

Силу тока на каждом из потребителей найдем по закону Ома:

$$I_1 = \frac{U}{R_1}; I_1 = \frac{24 \text{ В}}{20 \text{ Ом}} = 1,2 \text{ А};$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2}; I_2 = \frac{24 \text{ В}}{40 \text{ Ом}} = 0,6 \text{ А};$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3}; I_3 = \frac{24 \text{ В}}{24 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}.$$

Общую силу тока найдем по формуле:

$$I = I_1 + I_2 + I_3; I = 1,2 \text{ А} + 0,6 \text{ А} + 1 \text{ А} = 2,8 \text{ А}.$$

Общее сопротивление найдем из закона Ома:

$$R = \frac{U}{I}; R = \frac{24 \text{ В}}{2,8 \text{ А}} \approx 8,6 \text{ Ом}.$$

Найти  $I_1, I_2, I_3, I, R$ .

Ответ:  $I_1 = 1,2 \text{ А}, I_2 = 0,6 \text{ А}, I_3 = 1 \text{ А},$   
 $I = 2,8 \text{ А}, R \approx 8,6 \text{ Ом}.$

4. Потому что в первом случае увеличивается длина проводника, во втором случае увеличивается площадь поперечного сечения.

5.

Дано:  
 $R_1 = 4 \text{ Ом}$   
 $R_2 = 6 \text{ Ом}$   
 $R_3 = 12 \text{ Ом}$   
 $R_4 = 2 \text{ Ом}$   
 $I_a = 1 \text{ А}$

Решение.

Сила тока в третьем проводнике равна показаниям амперметра:  $I_3 = I_a = 1 \text{ А}$ . Напряжение на третьем проводнике найдем из закона Ома:

$$U_3 = I_3 R_3 = 1 \text{ А} \cdot 12 \text{ Ом} = 12 \text{ В}.$$

Напряжение на втором проводнике равно напряжению на третьем, так как они соединены параллельно друг с другом:  $U_2 = U_3 = 12 \text{ В}$ .

Силу тока во втором проводнике найдем по закону Ома:  $I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{12 \text{ В}}{6 \text{ Ом}} = 2 \text{ А}$ . Силы тока в

первом и четвертом проводнике одинаковы:

$$I_1 = I_4 = I_2 + I_3; I_1 = I_4 = 2 \text{ А} + 1 \text{ А} = 3 \text{ А}.$$

Напряжение между точками В и С:

$$U_{BC} = U_2 + U_3 = 12 \text{ В}$$

Найти  $U_{BC}, I_1,$   
 $I_2, I_3, I_4$ .

Ответ:  $U_{BC} = 12 \text{ В}; I_1 = 3 \text{ А}; I_2 = 2 \text{ А}; I_3 = 1 \text{ А},$   
 $I_4 = 3 \text{ А}.$

### Упражнение 24.

1.

Дано: $t = 30 \text{ мин} = 1800 \text{ с}$ $I = 0,5 \text{ А}$ $U = 12 \text{ В}$	Решение. $A = UI t;$ $A = 12 \text{ В} \cdot 0,5 \text{ А} \cdot 1800 \text{ с} = 10800 \text{ Дж} = 10,8 \text{ кДж}.$
Найти $A$ .	Ответ: $A = 10,8 \text{ кДж}.$

2.

Дано: $U = 3,5 \text{ В}$ $R = 14 \text{ Ом}$ $t = 5 \text{ мин} = 300 \text{ с}$	Решение. $A = UI t; I = \frac{U}{R}; I = \frac{3,5 \text{ В}}{14 \text{ Ом}} = 0,25 \text{ А};$ $A = 3,5 \text{ В} \cdot 0,25 \text{ А} \cdot 300 \text{ с} = 262,5 \text{ Дж}.$
Найти $A$ .	Ответ: $A = 262,5 \text{ Дж}.$

3.

Дано: $R_1 = R_2 = 5 \text{ Ом}$ $U = 4,5 \text{ В}$	Решение. При последовательном соединении: $A_1 = UI_1 t; I_1 = \frac{U}{2R_1}.$ При параллельном соединении: $A_2 = UI_2 t; I_2 = \frac{U}{R_1/2} = \frac{2U}{R_1}.$ Отсюда: $\frac{A_2}{A_1} = \frac{I_2}{I_1} = 4.$
Найти $\frac{A_2}{A_1}.$	Ответ: $\frac{A_2}{A_1} = 4.$

*StudyPort.ru*  
Упражнение 25.

1.

Дано: $U = 127 \text{ В}; I = 0,6 \text{ А}$	Решение. $P = UI; P = 127 \text{ В} \cdot 0,6 \text{ А} = 76,2 \text{ Вт}.$
Найти $P$ .	Ответ: $P = 76,2 \text{ Вт}.$

2.

Дано: $U = 220 \text{ В}; I = 3 \text{ А}$	Решение. $P = UI; P = 220 \text{ В} \cdot 3 \text{ А} = 660 \text{ Вт}.$
Найти $P$ .	Ответ: $P = 660 \text{ Вт}.$



3.

Дано:  
 $t = 1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$   
 $P_1 = 0,001 \text{ кВт} = 1 \text{ Вт}$   
 $P_2 = 200 \text{ Вт}$   
 $P_3 = 5 \text{ кВт} = 5000 \text{ Вт}$

Найти  $A_1, A_2, A_3$ .

Решение.

$A = Pt$ ;  
 $A_1 = 1 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} = 3600 \text{ Дж} = 3,6 \text{ кДж}$ ;  
 $A_2 = 200 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} = 720000 \text{ Дж} = 720 \text{ кДж}$ ;  
 $A_3 = 5000 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} =$   
 $= 18000000 \text{ Дж} = 18 \text{ МДж}$ .

Ответ:  $A_1 = 3,6 \text{ кДж}$ ;  $A_2 = 720 \text{ кДж}$ ;  
 $A_3 = 18 \text{ МДж}$ .

4. Данное задание проделайте самостоятельно.

### Упражнение 26.

1.

Дано:  
 $P = 0,6 \text{ кВт}$   
 $t = 1,5 \text{ ч}$

Найти  $A$ .

Решение.

$A = Pt$ ;  $A = 0,6 \text{ кВт} \cdot 1,5 \text{ ч} = 0,9 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ .

Ответ:  $A = 0,9 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ .

2.

Дано:  
 $P_1 = P_2 = 60 \text{ Вт}$   
 $P_3 = P_4 = 40 \text{ Вт}$   
 $t_1 = 3 \text{ ч}$

Найти  $A$ .

Решение.

$A = P_1t + P_2t + P_3t + P_4t = 2P_1t + 2P_3t$ ;  
 $t = 30t_1$ ;  $t = 30 \cdot 3 \text{ ч} = 90 \text{ ч}$ ;  
 $A = 2 \cdot 0,06 \text{ кВт} \cdot 90 \text{ ч} + 2 \cdot 0,04 \text{ кВт} \cdot 90 \text{ ч} =$   
 $= 18 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ .

Ответ:  $A = 18 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ .

3.

Дано:  
 $U = 220 \text{ В}$   
 $P_1 = 40 \text{ Вт} = 0,04 \text{ кВт}$   
 $t_1 = 4 \text{ ч}$   
 $P_2 = 800 \text{ Вт} = 0,8 \text{ кВт}$   
 $t_2 = 1 \text{ ч}$   
 $P_3 = 1000 \text{ Вт} = 1 \text{ кВт}$   
 $t_3 = 0,5 \text{ ч}$   
 $P_4 = 600 \text{ Вт} = 0,6 \text{ кВт}$   
 $t_4 = 0,5 \text{ ч}$

Найти  $A$ .

Решение.

$A = 30 \cdot (4P_1t_1 + P_2t_2 + P_3t_3 + P_4t_4)$ ;  
 $A = 30 \cdot (4 \cdot 0,04 \text{ кВт} \cdot 4 \text{ ч} + 0,8 \text{ кВт} \cdot 1 \text{ ч} +$   
 $+ 1 \text{ кВт} \cdot 0,5 \text{ ч} + 0,6 \text{ кВт} \cdot 0,5 \text{ ч}) = 67,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ .

Ответ:  $A = 67,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ .

### Упражнение 27.

1.

Дано:

$$t = 30 \text{ мин} = 1800 \text{ с}$$

$$R = 20 \text{ Ом}$$

$$I = 5 \text{ А}$$

Найти  $A$ .

Решение.

Количество теплоты  $Q$  найдем по закону

$$\text{Джоуля-Ленца: } Q = I^2 R t.$$

$$Q = (5 \text{ А})^2 \cdot 20 \text{ Ом} \cdot 1800 \text{ с} = 900000 \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } Q = 900000 \text{ Дж} = 900 \text{ кДж.}$$

2. Для того, чтобы предотвратить размыкание цепи.

3. Напряжение на спирали значительно больше напряжения, распределяемого между проводами. Спираль раскаляется, а провода почти не нагреваются, потому что сопротивление спирали во много раз больше сопротивления проводов. Эта разница достигается за счет использования для спирали проводников с удельным сопротивлением, много большим удельного сопротивления проводов.

4. В большей степени нагреется никелиновая проволока, т.к. у нее удельное сопротивление больше, чем у медной и стальной проволок.

### Упражнение 28.

1. Надо включить в цепь реостат.

2. Поменять полюсы источника тока.

3. Увеличить число витков в электромагните и вставить железный сердечник.

4. Изменением силы тока, числа витков в электромагните и вставлением-выниманием железного сердечника.

### Упражнение 29.

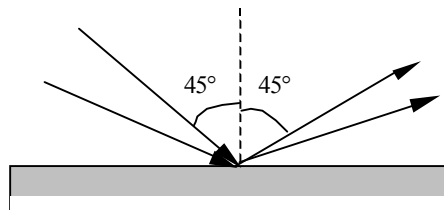
1. Проектор, свеча, звезды, огонь, Солнце, молния.

2. Если бы свет распространялся не прямолинейно, то формы полутеней были бы иные или теней и полутеней вовсе бы не было.

3. Человек, находящийся в области тени при солнечном затмении, не видит Солнца, так как Луна закрывает его полностью. Человек, находящийся в области полутени при солнечном затмении, видит только часть Солнца, так как Луна закрывает его не полностью.

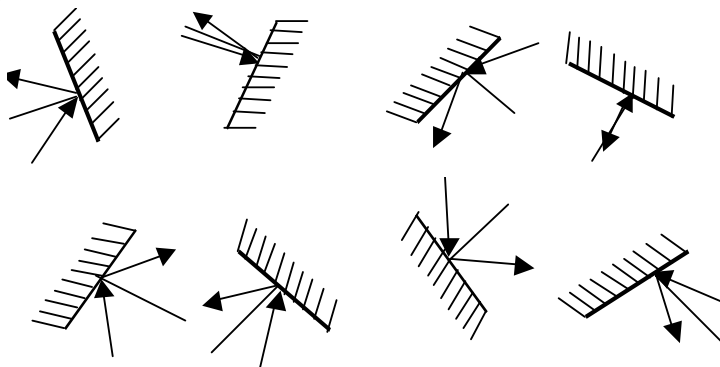
### Упражнение 30.

1.

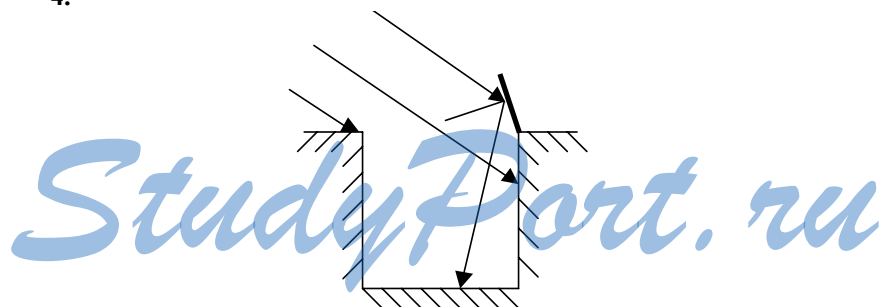


2. 0°.

3.



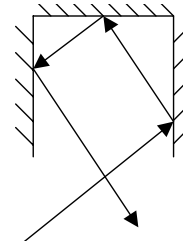
4.



### Упражнение 31.

1. Докажем равенство  $\Delta SOO_1$  и  $\Delta S_1OO_1$ , а это будет означать, что расстояние от зеркала до точки и расстояние от зеркала до изображения точки равны.  $\Delta SOO_1$  равен  $\Delta S_1OO_1$ , так как  $\angle SO_1O = \angle S_1O_1O = 90^\circ - \alpha_1$ ,  $\angle SOO_1 = \angle S_1OO_1 = 90^\circ$ ,  $OO_1$  — общая сторона.

2. Принцип действия основан на отражении от зеркала. Световой луч, отражаясь от первого зеркала, попадает на второе, а затем — в глаз человека.



3. Действие прибора, изображенного на рисунке 136, основано на отражении света от зеркал. Этот прибор может быть использован для просмотра местности за высоким препятствием.

4. Угловой отражатель, построенный на трех плоских зеркалах.

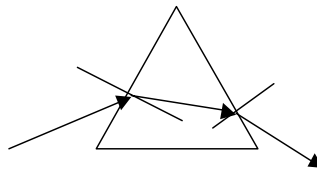
### Упражнение 32.

1.  $0^\circ$ .

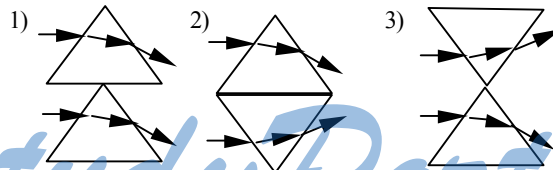
2. При построении преломленного луча в каждом случае учитывайте, что стекло — среда оптически более плотная, чем воздух.

3. Из-за преломления света.

4.



5.



*StudyPort.ru*

### Упражнение 33.

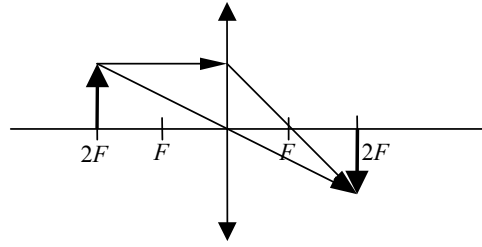
1. Оптическая сила линзы, расположенной на рисунке 148 б) слева, больше.

2.

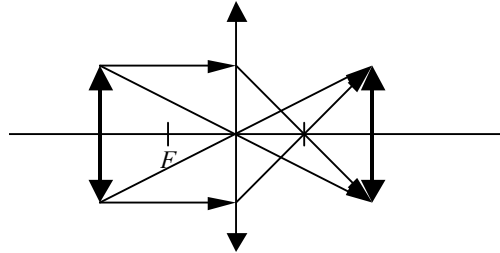
Дано: $D = -1,6$ дптр	Решение: $F = \frac{1}{D}$ ; $F = \frac{1}{-1,6 \text{ дптр}} = -0,625 \text{ м}$ .
Найти $F$ .	Ответ: $F = -0,625 \text{ м}$ ; с помощью такой линзы действительное изображение получить нельзя.

### Упражнение 34.

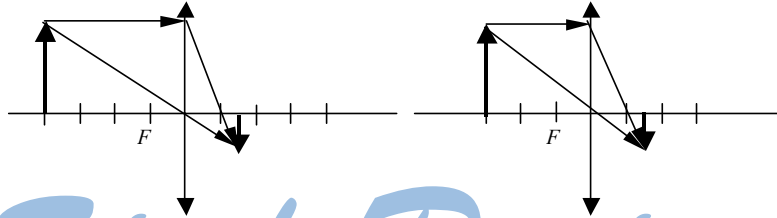
1. Изображение предмета является действительным, перевернутым, его размеры сходны с размерами самого предмета.



2.



3.



4. По мере продвижения предмета от точки  $4F$  к точке  $2F$  его изображение увеличивается и удаляется от линзы. При этом изображение предмета является уменьшенным, действительным, перевернутым. При продвижении предмета от точки  $2F$  к точке  $F$  его изображение увеличивается и удаляется от линзы. При этом изображение является увеличенным, действительным, перевернутым. При продвижении предмета от точки  $F$  к центру оптической оси его изображение уменьшается и приближается к линзе. При этом изображение предмета является увеличенным, мнимым, прямым.

## Задания.

### Задание 1.

После 25 движений монета стала теплой, после 60 — горячей. Отсюда заключаем, что внутренняя энергия монеты увеличилась за счет совершения работы.

### Задание 2.

1. Для того, чтобы вода закипела, требуется 2 мин, а для того, чтобы лед расплавился и полученная вода закипела, 6 мин. Т.к. на плите за счет горения газа выделяется одинаковая энергия в единицу времени, для закипания воды в баке со льдом энергии тратится больше. Это подтверждает тот факт, что для плавления льда требуется энергия.

2. Доклад «Аморфные тела».

Основным отличием твердых тел от жидкостей и газов является то, что они способны сохранять объем и форму. С молекулярной точки зрения это обусловлено наличием в них кристаллической решетки. При росте кристалла в естественных условиях он принимает форму многогранника. Твердые тела хрупки и плавятся при строго определенной температуре.

Жидкости способны сохранять объем, но в отличие от твердых тел они принимают форму сосуда (обладают текучестью). Молекулы жидкости расположены беспорядочно.

Однако существуют такие тела, которые проявляют свойства как твердых тел, так и жидкостей. Они называются аморфными телами. К ним относятся стекло, смола, эбонит и т. д. Если взять, например, кусок смолы и положить его на достаточно долгое время в сосуд, то смола растечется и примет форму этого сосуда. Экспериментально было установлено, что течет даже стекло. Это проявление свойств жидкости. Если же по куску смолы сильно ударить, то он может разбиться на осколки. Это проявление такого свойства твердых тел, как хрупкость.

По своему молекулярному строению аморфные тела относятся ближе к жидкостям, но они обладают во много раз большей вязкостью.

Как было указано выше, твердые тела плавятся при строго определенной температуре для данного вещества. Это связано с тем, что поступающая энергия тратится на разрушение кристаллической решетки. Плавление же аморфных тел происходит по-иному. В них нет кристаллической решетки, и поэтому они не имеют определенной температуры плавления. Посмотрим же, как происходит про-

цесс плавления аморфного тела, например смолы. Начнем ее нагревать. При этом ее вязкость начнет уменьшаться, а сама смола начнет размягчаться и постепенно превращаться в жидкость. В этом процессе температура меняется непрерывно.

Аморфные тела нашли широкое применение в нашей жизни. Вспомним хотя бы стекла, пластмассы, полиэтилен.

### Задание 3.

В теплом месте вода испарилась за 5 часов, в холодном — за 20 часов. Разница во времени испарения связана с тем, что испарение более интенсивно при более высокой температуре.

### Задание 4.

1. Доклад «Как образуется роса, иней, дождь и снег».

В атмосфере Земли всегда содержится водяной пар. Это связано с непрерывным испарением воды с поверхностей океанов, морей, озер, рек и т.д. В разных местах влажность воздуха различна: она очень высока над поверхностью экваториальных морей и очень низка в пустынях. Хотя вода — малая примесь в воздухе, именно она в значительной мере определяет погодные условия. Кроме испарения важную роль играет процесс конденсации. В реальной жизни конденсация водяного пара происходит по-разному: может образоваться роса или иней, выпасть дождь или снег. Об этих явлениях и будет идти речь в дальнейшем.

Рассмотрим, как образуется роса. В жаркий летний день с поверхностей водоемов и растений происходит испарение воды. Ночью температура падает, и может достигнуть такого значения, при котором водяной пар становится насыщенным. Такая температура называется точкой росы. При этом водяной пар конденсируется и оседает на поверхности земли и листьев растений. Росу мы можем наблюдать ранним утром, когда она еще не испарилась под действием солнечных лучей.

Образование инея во многом напоминает образование росы, но происходит зимой. Во время оттепели влажность воздуха весьма велика. Если же после этого температура станет меньше нуля по Цельсию, то сконденсировавшаяся вода будет замерзать. Таким образом, образуется иней. Как и росу, иней можно наблюдать утром из-за того, что ночью обычно холоднее, чем днем.

Осадки играют очень важную роль в нашей жизни. Обычно они образуются следующим образом. Вода в больших количествах испаряется с поверхностей морей и океанов, и пар поднимается на несколько километров вверх. Температура там достаточно низка, и в результате

пар конденсируется в виде мельчайших капелек, которые как бы плавают в атмосфере. Огромное количество этих капелек составляет облако. Под действием воздушных потоков они переносятся на большие расстояния, иногда преодолевая несколько тысяч километров. В процессе своего движения они сталкиваются между собой, образуя более крупные капли. Когда капли достаточно вырастут, то они упадут на землю в виде дождя. Снег образуется аналогичным образом, но температура на высоте, где пар конденсируется, меньше нуля. При этом образуются не капли, а кристаллики льда. В европейскую часть России осадки в основном приходят с Атлантического океана.

## 2. Доклад «Круговорот воды в природе».

Вода на Земле может находиться в твердом, жидком и газообразном состояниях в естественных условиях. При этом она постоянно переходит из одного состояния в другое, а также сложным образом перемещается по планете. Этот процесс называется круговоротом воды в природе. Основные массы воды на Земле находятся в Мировом Океане, существенно меньше ее в ледниках и в подземных резервуарах. В атмосфере воды очень мало по сравнению с указанными выше местами, но именно водяной пар является самой подвижной ее частью.

Рассмотрим круговорот воды подробнее. С теплой водной поверхности активно испаряется вода. В газообразном состоянии она поднимается на большую высоту, где начинает двигаться вместе с воздушными течениями. Учитывая, что на тех высотах весьма холодно, там вода конденсируется в микроскопические капельки или при более низких температурах в кристаллики льда. Таким образом, образуются облака. В процессе своего движения капельки либо кристаллики сталкиваются и постепенно растут. При определенных размерах они выпадают на землю в виде дождя или снега.

На земле вода может снова испариться, может просочиться в почву, может попасть на ледник. В первом случае она продолжит свое движение в атмосфере, пока снова не выпадет в виде дождя или снега. Во втором случае с водой могут происходить различные процессы. Она может быть использована живыми организмами и включиться в биологические процессы, в которых либо сохранит свой состав, например, став частью крови, либо будет участвовать в химических реакциях. Также вода может двигаться вглубь земли, пока не достигнет слоя глины, на котором она будет скапливаться в виде грунтовых вод. Грунтовые воды довольно часто выходят на поверхность в виде родников, ключей или гейзеров. При этом она может опять же испариться. В третьем случае вода, скорее всего, присоединится к леднику. Ледники частично тают, вода переходит в жидкое состояние и может также испариться.



Круговорот воды в природе — это сложный и до конца не изученный процесс. В настоящее время происходит таяние ледников, которое, если будет продолжаться, приведет к затоплению больших участков суши. Считается, что причина этому — накопление в атмосфере углекислого газа, которое связывают с промышленной деятельностью человека. Так это или нет, но бездумное вмешательство в процесс круговорота воды может привести к негативным для биосферы последствиям.

### 3. Доклад «Литье металлов».

Литье металлов — это процесс, при котором расплавленный металл заливается в формы, где и застывает. Такая технология обработки металлов известна еще с глубокой древности: так, например, в Египте найдены литые бронзовые статуэтки третьего тысячелетия до нашей эры. В настоящее время литье — это сложный технологический процесс, в котором широко применяется автоматизация производства.

Наиболее простой способ литья — литье в песчаные формы. Сначала изготавливаются деревянные шаблоны, а на их базе песчаные формы. После этого в песчаную форму заливается расплавленный металл, который постепенно застывает. При удалении полученной отливки форма разрушается.

Другим, более эффективным методом литья является литье в постоянные формы. Расплавленный металл заливается в термостойкие металлические формы. Перед заливкой их покрывают специальным составом и нагревают до определенной температуры, которую в дальнейшем поддерживают постоянной. Металл входит в форму под действием силы тяжести, поэтому получаются отливки, свободные от шлаковых и газовых включений. В целях повышения производительности труда применяется карусельный способ, причем созданы комплексы, в которых весь процесс, включая заливание расплава, автоматизирован. Способом литья в постоянные формы получают отливки массой от нескольких грамм до нескольких тонн.

Самым перспективным способом литья считается литье под давлением. Металл заливается на высокой скорости, благодаря чему хорошо заполняются все полости, а отливка получается довольно плотной. Недостатком такого способа является образование пузырьков воздуха в отливке, но благодаря достижениям в науке и технике эти дефекты сведены к минимуму. При отливке под давлением получают высококачественные отливки с чистой поверхностью.

## Задание 5.

### 1. Доклад «История изобретения паровых машин».

Бурное развитие капитализма в 18-м веке привело к необходимости роста добычи полезных ископаемых. Этот рост ограничивался

невозможностью применения наиболее мощного двигателя того времени на основе водяного колеса для откачки воды из рудников. Это связано с тем, что рудники были часто удалены от рек. Требовался новый тип двигателя, который не зависел бы от источников водной энергии.

Такой двигатель был создан Т. Ньюкоменом и Т. Севери в Англии и Д. Папеном во Франции. Это были первые паровые машины. Их устройство весьма примитивно. Основными элементами паровой машины были отдельный паровой котел, цилиндр, топочное устройство. Эти машины не являлись универсальными и предназначались в первую очередь для поднятия воды. Однако они применялись во многих отраслях промышленности на протяжении всего 18-го века, в первую очередь в металлургии и лесопильном деле. Делалось это следующим образом. Паровая машина поднимала воду, которая, падая, вращала водяное колесо. Такого рода установки были весьма неэффективны, поскольку использовали менее одной трети механической работы паровой машины. Эти установки постепенно совершенствовались. Был создан балансир, который позволял поднимать воду на большую высоту за счет разности площадей сечения парового и водяных цилиндров. Русские ученые также внесли вклад в развитие паровых водоподъемных машин. Например, И. И. Ползунов в 1763 году предложил использование двух цилиндров. К сожалению, вышеуказанные усовершенствования не смогли значительно повысить эффективность подобных установок.

Возникла необходимость в создании более совершенного двигателя, который смог бы вращать вал без гидравлической передачи. Такие двигатели создавались, начиная с 80-х годов 18-го века. Наиболее удачной паровой машиной без гидравлического привода оказалась машина Дж. Уатта. Она была весьма экономична за счет того, что конденсатор был отделен от цилиндра.

Новые качества паровых машин позволили использовать их не только в промышленности, но и на транспорте. В начале 19-го века были изобретены паровозы и пароходы, которые более ста лет являлись основным видом транспорта.

## 2. Доклад «История изобретения турбин».

К первым турбинам следует относить водяное колесо и ветряной двигатель. С древних времен они использовались людьми на протяжении многих веков. В начале 19-го века появились гидротурбины. Все вышеперечисленные турбины обладали рядом существенных недостатков. Водяное колесо и гидротурбина требовали близости рек, ветряной двигатель — ветреной погоды, и, кроме того, все они обладали низким КПД.

Развитие электротехники в 19-м веке вызвало потребность получения мощных источников электроэнергии. Существующие в то время электростанции, основанные на паровых машинах и двигателях внутреннего сгорания, не решали данной проблемы. Требовались более мощные двигатели. Аналогичные проблемы возникли в кораблестроении и металлургии. Морской флот нуждался в мощных легких двигателях, дающих высокий КПД винта. В металлургии надо было обеспечить эффективную работу воздуходувок. Все эти требования могли удовлетворить паровые турбины.

В 19-м веке неоднократно делались попытки использовать кинетическую энергию истечения струи пара для создания постоянно действующего теплового двигателя. Но только в конце 19-го века шведскому инженеру Г. Лавалю в 1889 году и англичанину Ч. Парсонсу в 1884 году независимо друг от друга удалось разработать машину такого типа — паровую турбину. По принципу действия они были похожи, но отличались конструкциями. Лаваль в своей паровой турбине применил одну ступень расширения пара, причем работала эта ступень по активному принципу. В дальнейшем он применил расширяющиеся сопла и конструкцию диска постоянного сопротивления для ротора. Все это привело к увеличению окружной скорости до 350 м/с. Из-за простоты своей конструкции она вначале получила широкое распространение, но потом от ее использования отказались так, как у нее был низкий КПД.

В отличие от паровой турбины Лавалья Парсонс в своей турбине применил многоступенчатую конструкцию реактивного типа. В ней пар проходит не одну, а несколько последовательно расположенных ступеней, передавая им свою кинетическую энергию. Паровая турбина Парсонса получила широкое распространение из-за более высокого КПД и экономичности.

Современные паровые турбины принципиально не отличаются от турбины, разработанной Парсонсом. В основном сейчас они используются на тепловых электростанциях (ТЭС) для получения электроэнергии.

### **3. Доклад «Первые паровозы Стефенсона и Черепановых».**

Паровоз — это железнодорожный локомотив на базе паровой машины. Первый паровоз был построен Тревитиком Р. в 1804 году. Это была еще весьма несовершенная машина.

Первым паровозом, который содержал все основные элементы, просуществовавшие еще полтора столетия, был паровоз Джорджа Стефенсона «Ракета». Раскаленные газы из топки нагревали в котле воду, которая, испаряясь, поступает в два цилиндра. Они в свою очередь через соединительные тяги вращали колеса. Паровоз «Раке-

та» выиграл конкурс локомотивов Ливерпуль-Манчестерской железной дороги. Мощность паровоза была невелика всего 13 л.с., но он мог развивать скорость 47 км/ч при средней скорости 30 км/ч.

Стефенсон сделал многое для развития железнодорожного сообщения в Англии и во всей Европе. Именно он ввел современный для Западной Европы (но не для России) стандарт ширины железнодорожных колеи, первым предложил строить железнодорожные насыпи.

В тридцатые годы 19-го столетия Россия не имела ни своих железных дорог, ни паровозов. Однако технический прогресс не обошел и нашу страну. Крепостные механики заводчиков Демидовых Ефим Алексеевич и Мирон Ефимович Черепановы (отец и сын) в 1833-1834 годах создали первый в России паровоз, а 1835 году второй, более мощный. Для своего времени это были достаточно совершенные машины. Были применены горизонтальные цилиндры паровой машины, механизм обратного хода. Была проложена первая в России железная дорога от Медного рудника до Выйского завода.

Паровозы русских изобретателей не были оценены и поддержаны правительством и постепенно перестали использоваться. На первой крупной в нашей стране железной дороге использовались уже паровозы зарубежного производства.

#### 4. Доклад «Достижения науки и техники в строительстве паровых турбин».

Начало турбиностроению было положено в конце 19-го века, когда шведский инженер Г. Лаваль в 1889-м году и англичанин Ч. Парсонс в 1884-м году независимо друг от друга разработали паровые турбины. Паровая турбина Парсонса имела ряд существенных преимуществ перед турбиной Лавалья: она обладала более высоким КПД и была более экономичной. Все эти преимущества достигались за счет использования многоступенчатой конструкции.

Принцип действия паровой турбины основан на преобразовании кинетической энергии истечения струи пара, образующегося в паровом котле, в кинетическую энергию вращения ротора турбины. В настоящее время турбины применяются в основном для выработки электроэнергии на тепловых электростанциях (ТЭС).

Производство турбин является очень сложным процессом. Это обусловлено большим числом деталей (в некоторых турбинах число деталей достигает 65000 и более), большим весом отдельных деталей (свыше 50 тонн), высокими требованиями к качеству металла, высокой точностью обработки и сборки деталей. Очень важным фактором в турбиностроении является повышение качества металла, из которых изготавливают турбины. Эти металлы должны выдержи-

вать высокие напряжения и температуру, быть устойчивыми по отношению к явлениям химического и механического разрушения таким, как коррозия, эрозия, ползучесть и кавитация.

В дореволюционной России строительство паровых турбин началось в 1904-м году. На Петербургском металлическом заводе была выпущена первая турбина мощностью 200 кВт. В те времена турбины применялись в судостроении и в меньшей мере для выработки электроэнергии. После революции В. И. Ленин объявил об электрификации всей страны. В связи с этим стали активно строить турбины для энергетической отрасли. В 1924 году в СССР была выпущена первая паровая турбина мощностью 2000 кВт. Постепенно наращивалась мощность турбин, но Великая Отечественная война затормозила дальнейшее развитие. Самыми мощными турбинами являются турбины выпущенные в США ( 260 тыс. кВт) и в СССР (200 тыс. кВт).

##### 5. Доклад «Использование энергии Солнца на Земле».

Как и во всякой обычной звезде в недрах Солнца происходят реакции ядерного синтеза, в процессе которых выделяется огромное количество энергии. На Землю приходит ничтожная ее доля, но и ее хватает для продолжения жизни на Земле, различных атмосферных и иных явлений.

Важнейшим процессом, обусловленным солнечным излучением, является фотосинтез, происходящий в зеленых частях земных растений. Из углекислого газа и воды под действием света синтезируются органические вещества и кислород. Все животные (в том числе и человек) употребляют в пищу растения или других животных, которые ели растения. Но не только пища, но и все топливо (уголь, нефть, газ, торф и т.д.) хранит в себе энергию Солнца. Например, уголь — это остатки древних хвощей и папоротников, живших миллионы лет назад. Эти растения, попав в безвоздушное пространство, например в болото, сложным образом разлагались, в результате чего от них остался почти один углерод. С другими видами топлива происходили, конечно, иные, но принципиально аналогичные, процессы.

Довольно давно известен факт, что в некоторых материалах под действием излучения начинает течь ток. Долгое время использовать их в качестве источников электроэнергии было невыгодно, но постепенно были созданы подходящие вещества. В быту солнечные батареи из подобных материалов применяются в основном в калькуляторах, но существуют и очень крупные (несколько сотен метров на несколько сотен метров) промышленные солнечные батареи. В космосе, где источников энергии нет, а возить различное топливо с Земли очень дорого и опасно, солнечная энергия осталась единственным доступным видом.

Только в 20-м веке человечество нашло источник энергии, не связанный с солнечным излучением — ядерные реакции. Но в природе существуют места глубоко на дне океана, очень богатые жизнью, куда не попадает солнечный свет. В одном из таких мест из трещин в земле выходит сероводород, который и используется примитивными животными. А этих животных поедают потом другие и т.д.

### Задание 6.

1. Батарейка состоит из трех сухих элементов. Положительный полюс центрального элемента соединен с отрицательным правого элемента, отрицательный полюс центрального элемента — с положительным левого. Если разрезать один из сухих элементов, то можно увидеть угольный стержень, являющийся одним из электродов. Другим электродом является цинковый корпус. Между ними находится клейстер, содержащий раствор нашатыря.

2. Доклад «Применение аккумуляторов».

Аккумулятор — это источник электрического тока, действие которого основано на химических реакциях. В отличие от обычного гальванического элемента аккумулятор можно заряжать и разряжать большое число раз. Возможность накопления заряда и возможность перезарядки выделяют аккумуляторы в отдельный класс устройств, широко используемых как на производстве, так и в быту.

Последние годы двадцатого века — это годы широкого распространения таких портативных устройств, как плееры, пейджеры, сотовые телефоны, различные переносные компьютеры и т.д. В качестве источника для них не только удобно использовать аккумуляторы, но и невозможно использовать что-либо иное. Несмотря на некоторые различия, всем аккумуляторам для портативных электронных устройств присущи много общих свойств: большая емкость (аккумулятор должен долго работать без перезарядки), небольшие размеры и масса (человеку, использующему данное устройство, должно быть легко и удобно его носить), высокая надежность (аккумулятор не должен быть восприимчивым к различным ударам, встряскам, перепадам температур и т.д.). Всем этим требованиям лучшим образом удовлетворяют литий-металл-гидридные аккумуляторы.

Если раньше компьютер был инструментом для ученых, то в настоящее время он распространился и в быту, и в бизнесе. В последнем случае при внезапном отключении электричества могут быть потеряны важные данные, что приведет к серьезным убыткам. Если же подобное произойдет с крупным сервером, то последствия могут быть даже катастрофическими. Чтобы подобного не произошло, исполь-

зуют источник бесперебойного питания (ИБП), важнейшим элементом которого является аккумулятор. Требования к нему несколько другие, чем к аккумулятору для портативных устройств. Аккумулятор должен работать долго без перезарядки и должен давать на своих выходах напряжение, достаточное для нормальной работы компьютера. Для нее иногда требуется выходная мощность 500 Вт и более.

Кроме широкого распространения аккумуляторов в вышеперечисленных устройствах, основное свое применение аккумулятор нашел в автомобилестроении. В автомобилях он используется для начального запуска двигателя. Основным видом автомобильного аккумулятора является свинцовый. Несмотря на в целом более низкие показатели последнего по сравнению с литий-металл-гидридным, в автомобилях используются именно свинцовые аккумуляторы из-за простоты в эксплуатации, относительной дешевизны и просто традиций автомобилестроения.

Уже довольно долго человечество пытается построить электромобиль — автомобиль, работающий не на жидком топливе, а на электрическом токе. Основным преимуществом электромобиля по сравнению с обычным автомобилем является экологическая чистота. Источником тока должны стать большие батареи аккумуляторов. Именно из-за размеров аккумуляторов электромобили до сих пор не стали серьезными конкурентами автомобилей на бензине или на дизельном топливе.

### Задание 7.

1.

Электрический прибор	Количество	Мощность, кВт	Примерное время работы в неделю, ч
Лампочка	10	0,07	30
Чайник	1	1,5	1
Компьютер	1	0,45	20
Телевизор	1	0,25	20

В неделю расходуется энергия, равная:

$$10 \cdot 0,07 \text{ кВт} \cdot 30 \text{ ч} + 1,5 \text{ кВт} \cdot 1 \text{ ч} + 0,45 \text{ кВт} \cdot 20 \text{ ч} + 0,25 \text{ кВт} \cdot 20 \text{ ч} = 36,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

После этого мы узнаем тариф (стоимость 1 кВт·ч) и находим полную стоимость энергии, расходуемой в течение недели, и сравниваем ее с той, которую мы реально платим.

2. Выполните данное задание самостоятельно.

## Задание 8.

### 1. Доклад «История развития электрического освещения».

История развития электрического освещения связана с изобретением искусственных источников света таких, как лампа накаливания, электрическая дуга, тлеющий разряд, лазер и др. Электрическая дуга впервые была получена в 1802-м году русским ученым В. В. Петровым. Она является мощным источником света, и поэтому ее часто использовали в прожекторах. Тлеющий разряд довольно часто применяют в лампах для дневного света и трубках для реклам. Лазеры — квантовый источник света, и в качестве источников освещения практически не используется. Самым распространенным искусственным источником света в жизни человека является лампа накаливания, и именно поэтому мы подробно обсудим ее.

Лампа накаливания была изобретена русским ученым А. Н. Лодыгиным.

Ее действие было основано на нагревании проводника с током до такой температуры, что он начинает излучать свет. Лампа Лодыгина представляла собой герметично запаянный стеклянный баллон, внутри которого располагался между концами медной проволоки стерженок из ретортного угля, являющийся телом накала. Другие концы медной проволоки выводились наружу и соединялись с источником тока. Такие лампы впервые применили в 1873-м году для освещения улиц Петербурга. В дальнейшем Лодыгин усовершенствовал лампу путем откачки из баллона воздуха. Это привело к увеличению ее срока службы так, как раньше входивший в состав воздуха кислород при высокой температуре активно окислял стерженок, что приводило к его быстрому разрушению. В 1875-м году В. Ф. Дидрихсон, сотрудник Лодыгина, предложил использовать в качестве тела накала обугленные и прокаленные древесные стерженьки, что также увеличило срок службы лампы.

Находившийся в командировке в США, лейтенант флота А. М. Хотинский показал американскому изобретателю Т. Эдисону лампу Лодыгина. Тот, в свою очередь, незначительно улучшив лодыгинский вариант лампы, запатентовал это изобретение в 1879-м году. Дальнейшее совершенствование лампы требовало материальных затрат. Наше государство не поддержало Лодыгина в этом вопросе. В результате он перенес работы за границу, сперва во Францию, а потом в США. В дальнейшем он применил для лампы накаливания металлизированные угольные нити, а после нити из тугоплавких металлов. В 1900-м году лампы Лодыгина с вольфрамовой нитью накала были представлены на Всемирной выставке в Париже.

В 1912-1913-х годах появились газонаполненные лампы накаливания. Первоначально их заполняли азотом, после — аргоном и



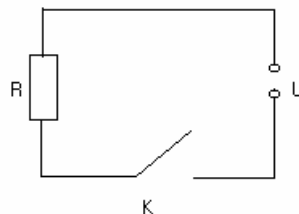
криптоном. Газ в баллоне лампы препятствовал испарению частиц с поверхности вольфрамовой спирали. Это значительно увеличило срок службы лампы.

Современные лампы накаливания принципиально не отличаются от лампы, созданной Лодыгиным. Этот источник света существует более ста лет, и ему присущи серьезные недостатки. Наиболее важным из них является очень низкий КПД, менее 3%.

**2. Доклад «Использование теплового действия электрического тока в устройстве теплиц и инкубаторов».**

Инкубатор — это устройство для искусственного вывода сельскохозяйственной птицы (в основном кур). Активное их использование связано с тем, что птица выводится в них без высидывания, и поэтому от одной несущки можно получить больше потомства.

Для успешного вывода молодняка птицы необходимо поддерживать в инкубаторе строго постоянную температуру. Для этого используется различная электроаппаратура. Рассмотрим ее простейшую схему.



В цепи течет ток от источника  $U$  только при замкнутом ключе  $K$ . При этом на резисторе  $R$  выделяется тепло по закону Джоуля-Ленца. Это тепло и нагревает яйца в инкубаторе. Ключ  $K$  — это термодатчик. Если температура за счет нагрева превысит необходимую, то ключ разомкнется из-за теплового расширения; ключ замкнут, только когда температура меньше либо равна необходимой.

Теплица — это крытое стеклом или пластиковой пленкой помещение, предназначенное для выращивания различных пищевых растений, а также цветов. По сравнению с открытым грунтом, теплица имеет преимущество в том, что в ней можно выращивать растения круглый год, даже зимой. Для этого необходимо поддерживать достаточно высокую, оптимальную для данного вида растений температуру. Довольно часто в теплицах применяют схемы, подобные описанным выше, при этом точность поддерживаемой температуры может быть несколько ниже, чем в инкубаторах.

### Задание 9.

**1.** При подключении источника тока к звонку в катушках дугообразного магнита начинает течь ток. При этом магнитное поле катушек притягивает к себе якорь. В это время контактная пружина и винт разъединяются, и ток в катушках прекращает течь. Вследствие этого магнитное поле катушки исчезает, и якорь под действием кон-

тактной пружины отпадает от катушки. В это время контактная пружина снова касается винта, и в катушках электромагнита начинает течь ток. Этот процесс продолжается до тех пор, пока мы не отключим звонок от источника питания.

2. При замыкании ключа 1 электромагнит 2 притягивает якорь 3 к себе. В результате таких замыканий на ленте можно выбивать якорем точки и тире — элементы азбуки Морзе.

3. При замыкании ключа в катушке электромагнита 1 начинает течь ток, и в результате электромагнит притягивает якорь 2, который замыкает контакты 3. Вследствие этого цепь электродвигателя замыкается, и он начинает работать.

### Задание 10.

1. Доклад «Компас, история его открытия».

Как известно, вокруг Земли существует магнитное поле. Если представить нашу планету в виде магнита, то его северный магнитный полюс находится вблизи Южного географического полюса, а южный магнитный полюс вблизи Северного географического. Современные исследования показали, что магнитные полюса Земли не только не совпадают с географическими, но и незначительно меняют свое положение с течением времени.

Предполагают, что компас был изобретен в Китае за 2000 лет до нашей эры. Его тогда использовали для указания направления во время путешествий по пустыням. В Европе изобретение компаса относят к 12-13-м векам. Его устройство было очень простое. Магнитная стрелка укреплялась на пробке и опускалась в сосуд с водой. Уже в воде пробка со стрелкой ориентировалась нужным образом. В начале 14-го века итальянец Ф. Джойя усовершенствовал компас. Он магнитную стрелку надел на вертикальную шпильку, а к стрелке прикрепил легкий круг — картушку, разбитую по окружности на 16 румбов. Стрелку с картушкой он поместил в сухую легкую коробку. В 16-м веке ввели деление картушки на 32 румба и коробку со стрелкой стали помещать в карданном подвесе, чтобы устранить влияние качки корабля на компас. В 17-м веке для более точного отсчитывания направления компас снабдили пеленгатором — вращающейся диаметральной линейкой с визирами по концам, укрепленной своим центром на крышке коробки над стрелкой.

В то время магнитный компас в основном применялся в судовождении как навигационный прибор. Но у него есть ряд недостатков. Во-первых, надо вводить поправку на разность направлений магнитного и географического меридианов. Во-вторых, на Земле существуют облас-

ти огромных месторождений железной руды, называемые магнитными аномалиями и в которых направление стрелки компаса постоянно отклонено от направления магнитной линии. В-третьих, магнитный компас подвержен воздействию со стороны металла и электрооборудования корабля. Но, несмотря на все это, магнитные компасы получили широкое распространение из-за простоты в использовании, небольших размеров и потому, что он не требует источников энергии.

В настоящее время существуют более точные приборы для определения направления такие, как гирокомпас, солнечный компас и системы GPS (джи-пи-эс).

2. При помещении полосового магнита внутрь глобуса мы создаем модель магнитного поля Земли. С помощью такого глобуса и магнитной стрелки мы можем исследовать свойства магнитного поля Земли.

### **Задание 11.**

1. При подключении электроизмерительного прибора в цепь в катушке начинает течь электрический ток. В результате этого она поворачивается до тех пор, пока силы упругости, действующие со стороны пружин, не уравновесят силы, действующие на катушку со стороны магнитного поля. Если проградуировать прибор, то можно узнать силу тока в цепи по углу поворота катушки.

2. Автомат, изображенный на рисунке 118, состоит из ртутного термометра, двух источников питания — один для электромагнита, другой для звонка, якоря, электромагнита звонка. Когда температура поднимается до определенного уровня, то ртуть в термометре замыкает контакты, и в цепи электромагнита течет ток. В результате этого электромагнит притягивает к себе якорь, который при этом замыкает цепь звонка. Звонки начинают звенеть, сообщая о том, что температура достигла определенного значения. Такие автоматы нашли широкое применение в теплицах, инкубаторах.

### **Задание 12.**

1. Выполните данное задание самостоятельно.

2. Выполните данное задание самостоятельно.

3. Доклад «Солнечные и лунные затмения».

Еще с древних времен люди наблюдали солнечные и лунные затмения. Обычно они считались плохим знаменем, и люди боялись их. Со временем древние ученые обнаружили их некоторую периодичность и задумались над причиной этих явлений.

Лунное затмение может происходить только во время полнолуния, т.е. когда Солнцем освещен весь обращенный к Земле лунный диск. Оно возникает тогда, когда Луна, Земля и Солнце располагаются на одной прямой (смотрите рисунок 1). В этом случае Луна попадает в конус земной тени. Во время лунного затмения Луна проходит несколько фаз. В первой фазе в конус земной тени попадает часть лунного диска, во второй фазе лунный диск попадает в

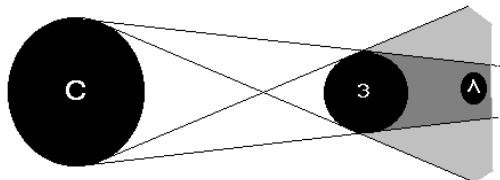


Рисунок 1.

тень Земли полностью и, наконец, в третьей фазе снова в конус земной тени попадает часть лунного диска. При лунном затмении мы наблюдаем, что тень, отбрасываемая Землей на Луну, окрашена в красный цвет. Объясняется это тем, что земная атмосфера рассеивает и поглощает в меньшей степени оранжевые и красные лучи по сравнению с другими. Скорее всего, такой красной тенью и был вызван страх у древних людей. Им казалось, что Луна залита кровью.

Солнечное затмение наблюдается тогда, когда Луна располагается между Солнцем и Землей (рисунок 2). Различают полные и частичные солнечные затмения. В первом случае диск Луны полностью закрывает диск Солнца для наблюдателя на Земле, во втором — закрывается только часть. Солнечное затмение аналогично лунному делится на фазы. Полное солнечное затмение — очень редкое явление. Полная фаза затмения длится не очень долго, но в этот момент можно увидеть солнечную корону во всей ее красе. Солнечное затмение не стоит наблюдать невооруженным глазом, лучше для этой цели использовать, например, закопченное стекло.

Лунные и солнечные затмения — очень красивые явления, и поэтому их стоит посмотреть. О том, когда их можно будет наблюдать, мы можем узнать из календаря.

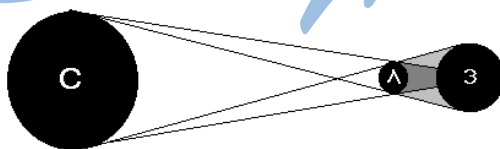


Рисунок 2.

Для науки солнечные и лунные затмения представляют огромный интерес. Например, во время

наблюдения полного лунного затмения учеными было обнаружено, что цвет и яркость земной тени на Луне изменяется, что позволяет им изучать оптические свойства верхних слоев атмосферы Земли.

## Лабораторные работы.

### Лабораторная работа №1.

*Сравнение количеств теплоты  
при смешивании воды разной температуры.*

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

Существует два способа изменения внутренней энергии тела: с совершением работы и без него. Последний способ называется теплопередачей. Для характеристики теплопередачи используется понятие количества теплоты. Количеством теплоты  $Q$  называется изменение внутренней энергии в процессе теплопередачи. Его можно определить по формуле:  $Q = mc(t_2 - t_1)$ , где  $m$  — масса тела,  $c$  — удельная теплоемкость,  $t_2$  — конечная температура,  $t_1$  — начальная температура.

Если два тела с разными температурами  $t_1$  и  $t_2$  привести в контакт на длительное время, то их температуры выровняются и станут равными  $t$ . При этом более холодное тело получит столько же теплоты, сколько отдало более теплое. Это следует из закона сохранения энергии.

*Пример выполнения работы.*

$m$ , кг	$t$ , °C	$t_2$ , °C	$Q$ , Дж	$m_1$ , кг	$t_1$ , °C	$Q_1$ , Дж
0,1	65	40	10500	0,1	20	8400

*Вычисления.*

$Q = mc(t - t_2)$ ;  $Q_1 = mc(t - t_1)$ , где  $c$  — теплоемкость воды.

$$Q = 0,1 \text{ кг} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (65^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}) = 10500 \text{ Дж};$$

$$Q_1 = 0,1 \text{ кг} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (40^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 8400 \text{ Дж}.$$

Мы видим, что  $Q \neq Q_1$ , хотя эти значения достаточно близки. Это явление связано с тем, что всегда имеет место не только теплообмен между двумя порциями воды в калориметре, но и с окружающей средой.

## Лабораторная работа 2.

*Измерение удельной теплоемкости твердого тела.*

*Цель работы:* определить удельную теплоемкость металлического цилиндра.

Удельной теплоемкостью вещества называется такое количество теплоты, которое нужно сообщить телу из этого вещества массой 1 кг для нагревания на 1°C. В работе используется алюминий и вода. Теплоемкость алюминия  $c_2 = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ , воды  $c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ . Это данные из таблицы. Расчеты будем проводить по выведенной в описании работы формуле:  $c_2 = \frac{c_1 m_1 (t - t_1)}{m_2 (t_2 - t)}$ .

*Пример выполнения работы.*

$m_1$ , кг	$t_1$ , °C	$m_2$ , кг	$t_2$ , °C	$t$ , °C
0,1	20	0,16	80	35

*Вычисления.*

$$c_2 = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot (35^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})}{0,16 \text{ кг} \cdot (80^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C})} = 875 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Экспериментально полученное значение несколько меньше известного из таблиц. Это связано с невысокой точностью школьных приборов, а так же тем, что теплообмен происходит и с окружающим воздухом.

*StudyPort.ru*

## Лабораторная работа 3.

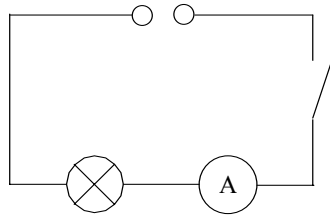
*Сборка электрической цепи и измерение силы тока в ее различных участках.*

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

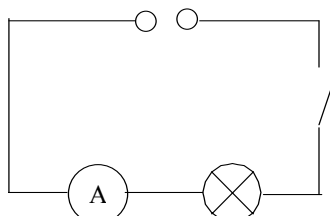
При последовательном соединении проводников сила тока в любой точке цепи одинакова. Это значит, что в случаях а), б) и в) нашей лабораторной работы сила тока  $I$  будет постоянна. Проверим это на опыте.

Пример выполнения работы.

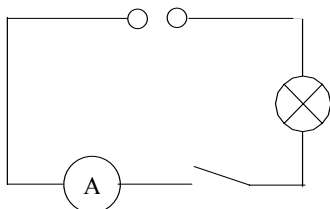
а)  $I = 0,1 \text{ A}$ .



б)  $I = 0,1 \text{ A}$ .



в)  $I = 0,1 \text{ A}$ .



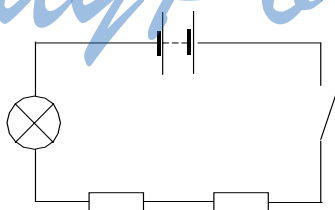
Мы действительно экспериментально убедились, что сила тока в любой точке цепи при последовательном соединении проводников одинакова.

#### 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.

Рассмотрим следующую цепь:



Измерим напряжение  $U_1$  на первой спирали (см. схема 1),  $U_2$  на второй спирали (см. схема 2) и  $U$  на двух спиралях вместе (см. схема 3). Теория предсказывает следующее соотношение:  $U = U_1 + U_2$ . Проверим его на практике.

Пример выполнения работы.

Напряжение на первом сопротивлении (см. схема 1):  $U_1 = 0,5 \text{ В}$ .

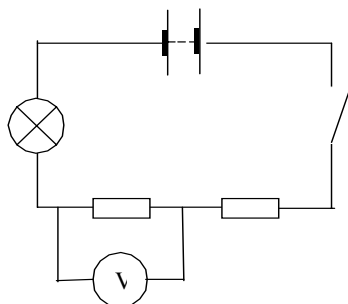


Схема 1

Напряжение на втором сопротивлении (см. схема 2):  $U_2 = 1,0 \text{ В}$ .

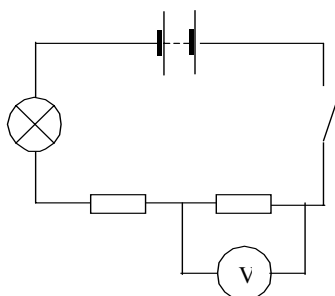


Схема 2

Напряжение на двух сопротивлениях (см. схема 3):  $U = 1,5 \text{ В}$ .

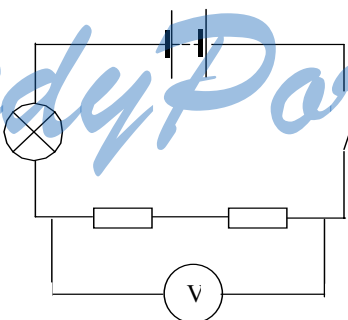


Схема 3

Из экспериментальных данных действительно следует, что

$$U = U_1 + U_2 = 0,5 \text{ В} + 1,0 \text{ В} = 1,5 \text{ В}.$$

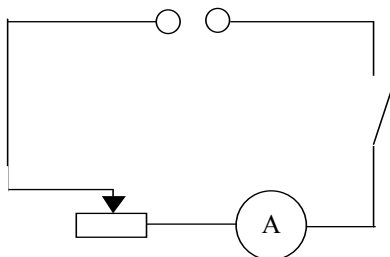


## Лабораторная работа 5.

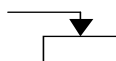
### Регулирование силы тока реостатом.

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

Рассмотрим следующую схему:



Устройством, обозначенным на схеме значком



является реостат. Он позволяет вручную регулировать сопротивление. В данной работе будет использоваться ползунковый реостат. Он устроен следующим образом. На керамический цилиндр намотана проволока, покрытая тонким слоем не проводящей ток окислы, предназначенной для изоляции витков друг от друга. Над обмоткой располагается металлический стержень, по которому может перемещаться ползунки, касающийся своими контактами витков обмотки. При движении ползунка слой окислы под его контактами стирается, и ток протекает от витков проволоки к ползунку, а через него к одному из зажимов. Таким образом, при перемещении ползунка по виткам мы увеличиваем или уменьшаем длину намотанной проволоки. При этом изменяется сопротивление цепи, а, следовательно, и сила тока в ней.

*Пример выполнения работы.*

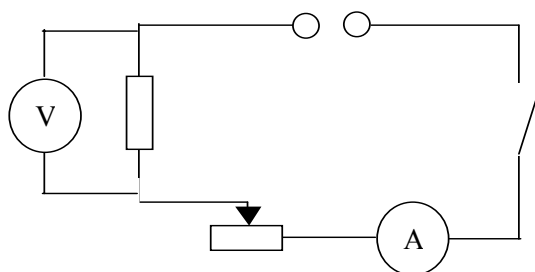
Поставим ползунки на максимальное сопротивление. При этом сила тока на амперметре будет минимальна. Начнем уменьшать сопротивление, и мы заметим, что в этом случае сила тока увеличивается. Начнем увеличивать сопротивление, и заметим, что сила тока уменьшается. Отсюда сделаем заключение, что зависимость силы тока от сопротивления — убывающая.

## 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.

Рассмотрим проводник с сопротивлением  $R$ , по которому течет ток  $I$ , а напряжение на его концах  $U$ . В нашей лабораторной работе это реализовано на следующей схеме:



Реостат на схеме позволяет изменять силу тока в цепи. Из закона Ома известно, что

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

причем  $R = \text{const}$  не зависит от силы тока и напряжения. Проверим это на опыте.

*Пример выполнения работы.*

N	$I$ , А	$U$ , В	$R$ , Ом
1	0,1	2	20
2	0,15	3	20

Итак, мы действительно убедились, что сопротивление проводника постоянно и не зависит от силы текущего по нему тока и напряжения на его концах.

## Лабораторная работа № 7.

*Измерение мощности и работы тока в электрической лампе.*

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

Для определения мощности лампы надо собрать цепь, показанную на рисунке 68 учебника. Измеряя силу тока  $I$  в лампе и напряжение на ней, мощность можно вычислить по формуле:  $P = UI$ . Для вычисления работы тока в лампе надо засечь время, в течение которого лампа горела. Работа тока вычисляется по формуле:  $A = Pt$ .

*Пример выполнения работы.*

Вычисление мощности лампы:

$$U = 3 \text{ В}; I = 0,2 \text{ А}; P = UI; P = 3 \text{ В} \cdot 0,2 \text{ А} = 0,6 \text{ Вт.}$$

Вычисление работы тока в лампе:

$$t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}; A = Pt; A = 0,6 \text{ Вт} \cdot 60 \text{ с} = 36 \text{ Дж.}$$

Экспериментально были определены мощность и работа тока в электрической лампе. При этом полученное значение мощности совпадает со значением, обозначенным на лампе.

## Лабораторная работа № 8.

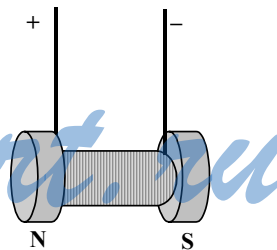
*Сборка электромагнита и испытание его действия.*

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

Для испытания электромагнита соберем цепь, схема которой изображена на рисунке 97 учебника.

*Пример выполнения работы.*

1. Для определения магнитных полюсов катушки с током поднесем к ней компас северным (южным) полюсом. Если стрелка компаса будет отталкиваться, то с этой стороны катушка имеет северный (южный) полюс, если же будет притягиваться, то с этой стороны катушка имеет южный (северный) полюс. Определенные таким образом полюса катушки показаны на рисунке.



2. При вставлении железного сердечника в катушку действие магнитного поля на стрелку компаса увеличивается.

3. При увеличении силы тока в катушке ее магнитное действие на стрелку компаса усиливается, и, наоборот, при уменьшении — уменьшается.

4. Определение полюсов дугообразного магнита происходит так же, как и в пункте 1.

## Лабораторная работа 9.

*Изучение электрического двигателя постоянного тока.*

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

Электрический двигатель состоит из ротора и статора. В роторе стоит катушка, а в статоре — постоянные магниты. Принцип работы электрического двигателя основан на действии поля постоянного магнита на проводник с током. Электромагнитные двигатели лучше двигателей внутреннего сгорания из-за большего КПД, большей чистоты и т.д.

В школьном электродвигателе можно изменить направление вращения изменением полярности.

## Лабораторная работа № 10.

*Построения изображения при помощи линзы.*

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

В данной работе получают изображения предмета, даваемые собирающей линзой. Процесс построения изображения в собирающей линзе подробно описан в § 67 учебника. Изображение предмета, расположенного за двойным фокусным расстоянием, является действительным, уменьшенным, перевернутым. Если предмет находится между фокусом и двойным фокусом, то его изображение является действительным, увеличенным, перевернутым. Если предмет находится между фокусом и линзой, то его изображение является мнимым, увеличенным, прямым.

*Пример выполнения работы.*

№ опыта	Фокусное расстояние $F$ , см	Расстояние от лампы до линзы $d$ , см	Вид изображения
1	15	10	Мнимое, увеличенное, прямое
2	15	20	Действительное, увеличенное, перевернутое
3	15	40	Действительное, уменьшенное, перевернутое