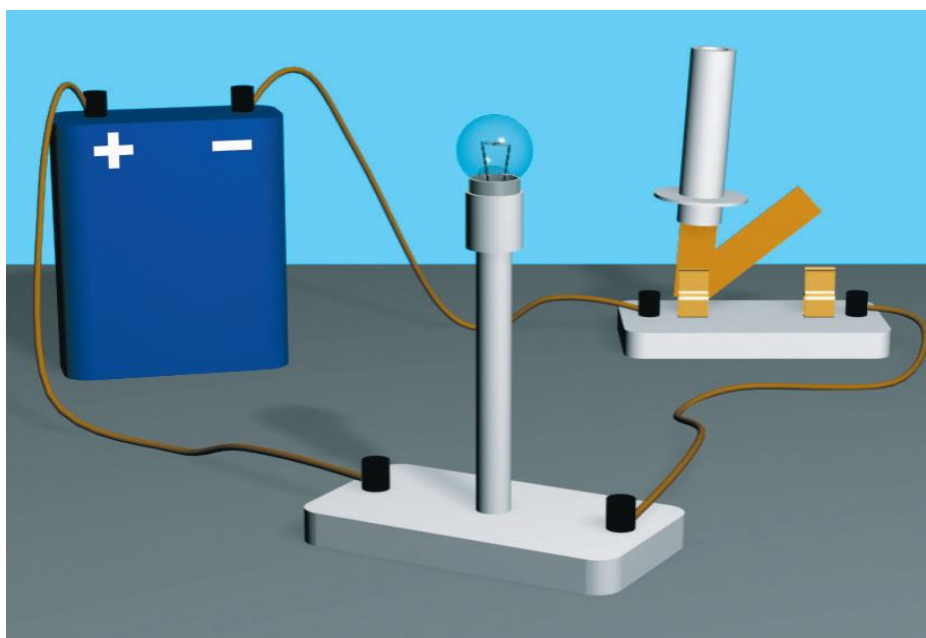


*Я еще не устала удивляться  
Чудесам, что есть на земле, -  
Телевизору, голосу раций,  
Вентилятору на столе,  
Как придумать могли такое,  
Что пластинка песню поет,  
Что на кнопку нажмешь рукою —  
И среди ночи день настает?  
Я вверяю себя трамваю,  
Я гляжу на экран кино.  
Эту технику понимая,  
Изумляюсь ей все равно.  
Ток по проволоке струится,  
Спутник ходит по небесам!..  
Человеку стоит дивиться  
Человеческим чудесам.  
В. Шефнер «Техника»*

## **ПРИМЕРНЫЕ ПЛАНЫ УРОКОВ ДЛЯ 8 КЛАССА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ**



*Вам знакомо выражение "Выше головы не прыгнешь"?  
Это заблуждение. Человек может все.  
Никола Тесла*

## Оглавление

1. Электрический заряд.....	2-6
2. Электрическое поле .....	7-9
3. Электрические явления.....	10-17
4. Электрический ток.....	17-47
5. Соединение резисторов.....	48-60
6. Тепловое действие тока.....	61-71
7. Электрические конденсаторы.....	72-78
8. Закон Ома для замкнутой цепи.....	79-82
9. Литература.....	83

*Уроки, задачи, вопросы, творческие домашние задания.*

*Анатолий Найдин*



г. Новокузнецк

2014 г

*Итак, весь опыт арка есть, и сквозь нее  
Мерцает мир, непознанный и неизвестный,  
Граница же его уходит вдаль, пока я к ней иду.*

*Теннисон, "Одиссей"*

Урок 26/1

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД

**Почему распыленный жидкий спрей из баллона с аэрозолем может воспламениться?**

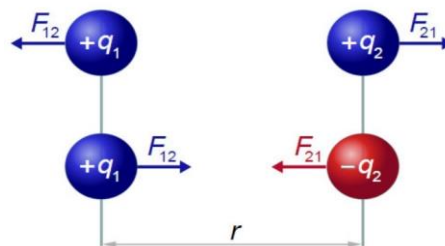
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Ввести понятие "электрический заряд" и подготовить учеников к пониманию смысла закона сохранения электрического заряда. Дать представление об электризации тел при соприкосновении и законе сохранения электрического заряда, объяснить принцип действия электрофорной машины.

**ТИП УРОКА:** лекция.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** палочки из стекла и эбонита, пластинка из плексигласа модели протонов и электронов для работы на магнитной доске, сферический кондуктор на подставке, полоски полиэтилена, хлорвиниловые трубки, резина, ножницы, напильник, сыпучие тела, капельница.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Работа над ошибками
3. Лекция
4. Закрепление
5. Задание на дом



**II.** Разбор заданий контрольной работы. Ответы на вопросы учащихся.

**III.** Первые основательные упоминания электростатических явлений зафиксированы лишь в 600 г. до нашей эры Фалесом, древнегреческим философом и математиком. Ученый заметил, что янтарь, потертый о шерсть, может притягивать маленькие объекты наподобие пылинок. Правда Фалес наряду с Аристотелем полагали, что внутри янтарного камня просто сидит душа человека, а мех ее как бы пробуждает. Начала исследованиям в области электрических явлений положил лейб-медик королевы Елизаветы Уильям Гильберт, который впервые наблюдал и описал некоторые электрические явления. Не оставил своим вниманием электрические явления и И. Ньютон.

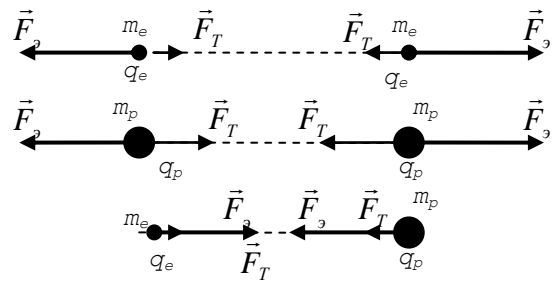
*Искра напомнила мне о молнии в малых, очень малых размерах.*

*И. Ньютон*

В середине восемнадцатого века изучением электрических явлений занялся Бенджамин Франклин – единственный из отцов-основателей, скрепивший своей подписью все три важнейших исторических документа, что лежат в основе образования США как независимого государства. Важность изучения электрических явлений. Например, электричество в медицине: ЭКГ (электрокардиография - измерение электрической активности сердца), кардиостимуляторы (регуляторы сердечного ритма), дефибрилляторы, в ортопедии для ускорения сращивания костей.

**Взаимодействие наэлектризованных палочек (демонстрация).** Как объяснить наблюдаемые явления? Строение вещества: молекулы, атомы, ядра и электроны, протоны и нейтроны. Электроны обладают массой ( $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$  кг)

и поэтому должны притягиваться друг к другу, как мы притягиваемся к Земле. Если бы мы провели опыт с двумя электронами, то обнаружили бы, что, кроме свойства притягиваться, электроны обладают свойством отталкиваться друг от друга с большими силами (способны к электромагнитным взаимодействиям):  $F_э = 4,2 \cdot 10^{42} F_T$ .



**Электромагнитное взаимодействие** позволяет открывать замки магнитными ключами, передавать информацию по каналам связи, управляет спутниками GPS и смартфонами в руке. Возникает оно благодаря наличию у частиц электрического заряда. Все наши 5 чувств, все красоты и ужасы окружающего мира, всё наше мышление и сознание – это, ни много, ни мало, взаимодействие фотонов с электронами и больше ничего. Вся химия тоже оказалась всего лишь частным случаем квантовой электродинамики!

**Электроны обладают массой и поэтому притягиваются друг к другу, но электроны обладают электрическим зарядом и поэтому отталкиваются друг от друга с большими силами.** Электрический заряд всех электронов одинаков (электроны тождественны друг другу) и равен:  $q_e = 1$  элементарный заряд  $= e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

29 апреля 1987 года английский физик Джозеф Томсон, выступая на заседании Лондонского королевского общества, объявил о своем открытии **электрона**. Движение электронов обеспечивает работу всего электрооборудования - от аппаратов в операционных до фонарика на простом телефоне. Электричество - самая универсальная энергия на земле.

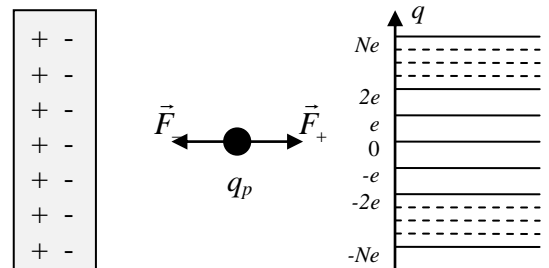
Воображаемое взаимодействие двух протонов:  $q_p = e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл. Воображаемое взаимодействие электрона с протоном. Два вида электрических зарядов:  $q_e = -1$  элементарный заряд  $= -e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл. **Одноименно заряженные частицы отталкиваются друг от друга, а разноименно заряженные – притягиваются друг к другу.**

Воображаемое взаимодействие двух нейтронов. **Нейтроны не обладают электрическим зарядом.** *Вопрос:* Частица может быть без заряда, а заряд без частицы...?

**Электрический заряд (q)** - свойство частицы, определяющее ее способность к электромагнитным взаимодействиям, измеряемое в кулонах (единицах элементарного заряда).

**Заряд тел.** Избыток или недостаток электронов в куске вещества (демонстрация). Если тело имеет избыток электронов, то оно заряжено отрицательно, а если недостаток, то положительно:  $(q = N \cdot e)$ , где  $N$  – целое число.

Совокупность значений, которые может принимать величина, называют ее спектром. Непрерывный и дискретный спектр. Спектр заряда дискретный (заряд квантуется)!

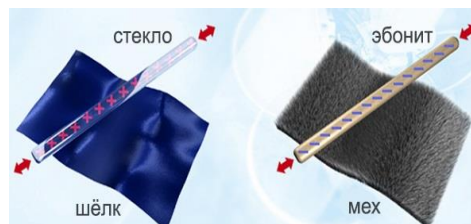


**Электрический заряд ( $q$ ) – свойство тела, определяющее его способность к электромагнитным взаимодействиям, измеряемое в кулонах.**

Качественное отличие электромагнитного взаимодействия от гравитационного взаимодействия: Наэлектризованная палочка притягивает легкие предметы, преодолевая притяжение всей Земли.

**Электризация тел.** Взаимодействие наэлектризованных палочек (демонстрация). Как происходит электризация тел? **Электризация – переход электронов от одного тела к другому при их контакте.**

Эбонитовая палочка, потертая о шерсть, заряжается отрицательно (имеет избыток электронов), а стеклянная палочка, потертая о шелк, заряжается положительно (имеет недостаток электронов). Два вида электричества (Шарль Франсуа Дюфе, 1733 г).



**Дополнительная информация.** Трибоэлектричество — возникновение электростатического заряда при взаимном трении двух материалов, обладающих диэлектрическими свойствами. Трибоэлектрический ряд веществ (предыдущее тело электризуется положительно, а последующее – отрицательно). Стекло, человеческий волос, нейлон, шерсть, шелк, хлопок, бумага, эбонит, ацетатный шелк, полиэтилен.

Почему при трении разнородные тела электризуются, а однородные не электризуются?

**Дополнительная информация.** Почти любое вещество, которое скользит или переносится мимо других объектов, захватывает или теряет электроны (демонстрация электризации жидкостей и газов). Дождевые тучи состоят из бесчисленного количества мельчайших капель воды. Поднимаясь высоко в атмосферу, они замерзают и образуют маленькие частички льда, которые различаются по размеру. Частички перемещаются под воздействием воздушных потоков, сталкиваются и в результате приобретают электрический заряд. Более мелкие - положительный, а крупные - отрицательный.

**Равенство зарядов тел при электризации.**

Таким образом, едва возникает электричество положительное, как отрицательное возникает одновременно с ним и одно не может быть получено без другого.

Франц Эпинус.



**Дополнительная информация.** Могу предложить вам такую модель этого явления электризации. Если положить кусок сухого мела на мокрую губку, то мел намочнет (демонстрация). Если положить сухую губку на мокрый мел, то губка останется сухой (демонстрация). Почему? Почему вода переходит из губки на мел при их контакте, а с мела на губку не переходит?

**Электростатическая машина** (Отто фон Герике, 1650 г).

**Закон сохранения электрического заряда:**

**Алгебраическая сумма зарядов замкнутой физической системы остается неизменной при любых взаимодействиях тел этой системы.**

**Электрический заряд не создается и не уничтожается!**

Вселенная в целом электрически нейтральна и всегда была такой?!

$$q_1 + q_2 + \dots + q_N = q'_1 + q'_2 + \dots + q'_N$$

*...Мы полагаем, что всякая частичка песка, влаги или дыма, будучи сначала притянута, а затем оттолкнута, уносит с собой дольку электрического огня, которая, однако, сохраняется в этих частичках, пока они не передадут ее куда-нибудь еще.*

*Бенджамин Франклин*

**Дополнительный материал.** Вулканические молнии образуются подобно обычным молниям во время грозы, с той лишь разницей, что основную роль в генерации электричества играют не кристаллы льда, а частицы породы. Основными механизмами, за счет которых образуется электрический заряд, служат дробление породы, трение частиц между собой, трибоэлектрический эффект в поднимающемся столбе газа, пепла и другого вулканического вещества. Помимо этого, во время извержения из магмы высвобождаются значительные объемы воды, которая из газообразного состояния конденсируется в жидкое состояние, а при замерзании на больших высотах образует частицы льда.

#### **IV. Задачи:**

1. При освещении нейтрального тела ультрафиолетовым светом его поверхность покинуло  $3 \cdot 10^{10}$  электронов. Каким стал заряд тела?
2. Эбонитовая палочка получила заряд  $-1,6 \cdot 10^{-6}$  Кл. Определите число избыточных электронов на ней.
3. Два одинаковых металлических шарика с зарядами 4 нКл и -10 нКл привели в соприкосновение и после этого раздвинули. Какие заряды будут на шариках после этого?

#### **Вопросы:**

1. Нейтральная капля воды разделилась на две. Первая из них обладает электрическим зарядом  $+q$ . Каков заряд второй капли?
2. Почему при переливании бензина из одной цистерны в другую он может воспламениться, если не принять специальных мер предосторожности?
3. Если резиновой трубкой (шлангом) ударить по столу, то она электризуется. Почему?
4. Почему кошка зимой не любит, чтобы ее гладили?
5. Может ли одно и то же тело, например, эбонитовая палочка, электризоваться то отрицательно, то положительно?
6. Можно ли на концах стеклянной палочки получить два одновременно существующих разноименных заряда?
7. Одна из опасностей при транспортировке зерна в элеватор связана с тем, что в результате разделения зарядов в атмосфере, заполненной горючей пылью, может проскочить молния. Как предотвратить это явление?
8. При бурении скважины неожиданно вырывается мощный фонтан нефти, который почти сразу воспламеняется. Можно ли предотвратить это явление?

#### **V. §§ 25-26. Задание 7.**

1. Сконструируйте устройство для измерения распределения зарядов по пластмассовой линейке после ее электризации и исследуйте это явление.
2. При отрыве ленты (скотча) от катушки она электризуется. Каков знак заряда на ленте?

*Электрическое действие на расстоянии ... происходит не иначе, как через посредство промежуточного вещества.*

*М. Фарадей*

Урок 27/2

## ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

Если вы надевали ясным зимним днем шерстяной свитер, то знаете, что такое заряд.

**ЦЕЛЬ УРОКА:** Ввести понятие "поле". Дать общее представление об одной из форм существования материи – электрическом поле. Развивать теоретическое мышление на основе формирования умений устанавливать факты, различать причины и следствия, строить модели и выдвигать гипотезы, отыскивать доказательства выдвинутых гипотез.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** два электростатических маятника, высоковольтный выпрямитель, два легких проводящих шарика на шелковых нитях, проекционный аппарат, прибор для наблюдения спектров электрических полей.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



1. **II. Опрос фундаментальный:** 1. Электрический заряд. 2. Электризация тел.

**Задачи:**

1. В результате трения с поверхности стеклянной палочки было удалено  $6,4 \cdot 10^{12}$  электронов. Определить электрический заряд на палочке. На сколько уменьшилась масса палочки?
2. Сколько элементарных зарядов содержит электрический заряд 1 Кл?
3. Два шарика, несущих на себе электрические заряды 8 нКл и -3,2 нКл, на некоторое время привели в соприкосновение друг с другом. После соприкосновения заряд одного из них оказался равен 1,6 нКл. Найти заряд другого шарика после соприкосновения.
4. Два одинаковых металлических шарика с одноименными зарядами привели в соприкосновение. В результате заряд одного из шариков увеличился на 50%. Во сколько раз изменился заряд второго шарика?

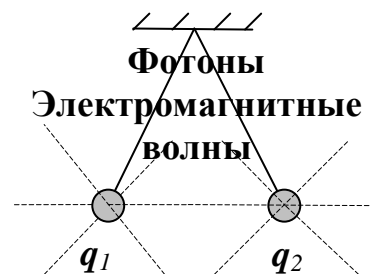
**Вопросы:**

1. Как установить, что при трении электризуются оба тела?
2. На каких опытах можно доказать, что существуют два рода электрических зарядов?
3. Почему не рекомендуется перевозить бензин в полиэтиленовых канистрах?
4. Авиационное топливо в основном электризуется при фильтрации. Почему

такой фильтр должен состоять из двух разных материалов?

5. В чем физическая сущность явления электризации?
6. Баллончики с гелием для надувания воздушных шаров нельзя использовать вблизи линий высокого напряжения и во время грозы. Почему?
7. Есть несколько одинаковых металлических шарика, один из которых имеет заряд 16 нКл. Как получить шарик с зарядом 2 нКл?
8. Можно ли объяснить электризацию тепловым движением молекул вещества?
9. Как узнать, какого знака заряд появляется на пластмассовой линейке при её электризации?
10. Назовите тела, электризацию которых вам приходилось наблюдать дома.

**III.** Демонстрация взаимодействия на расстоянии двух легких одноименно заряженных шариков. Почему шарики отталкиваются друг от друга? Откуда электрический заряд «знает», что недалеко от него находится другой электрический заряд? Как передается взаимодействие тел? Как могли бы отталкиваться в аналогичном случае два ученика? Посредством обмена промежуточными телами (гирями) или посредством изменения состояния промежуточной среды (волнового процесса)?



На расстоянии мы не можем повлиять на другого человека, для этого нужно приблизиться к нему, дотронуться, заговорить, хлопнуть по плечу, т. е. войти в прямой контакт или отправить кого-то, или что-то для выполнения этой задачи. Современные технологии не нарушают этого принципа - они просто задействуют новых посредников. Телефон преобразует звуковые волны в электрические сигналы или радиоволны, которые распространяются по проводам или в эфире и преобразуются обратно в звуковые волны на другом конце. На каждом этапе этого пути что-то должно напрямую контактировать с чем-то еще. Шарики в нашем опыте взаимодействуют посредством частиц-фотонов или электромагнитных волн?!

Пока мы не готовы понять "механизм" передачи действия от одного наэлектризованного тела к другому, поэтому будем говорить, что вокруг каждого заряженного тела существует **электрическое поле, посредством которого осуществляется взаимодействие между электрически заряженными телами** (не выясняя пока структуры поля).

Пустое пространство для Фарадея вовсе не было пустым; оно было заполнено силовыми линиями, при помощи которых можно было заставить отдаленные предметы двигаться. Это поле – реальная сущность, распределенное повсюду. Оно переносит радиоволны, наполняет пространство, колеблется, как поверхность озера, и «передает» электрическую силу. Например, электрические угри способны использовать эту силу для ориентировки в пространстве, самозащиты и охоты. **Физическая картина в науке нередко более важна, чем математический аппарат, который используется для ее описания.**



*Материя не может действовать там, где её нет.*

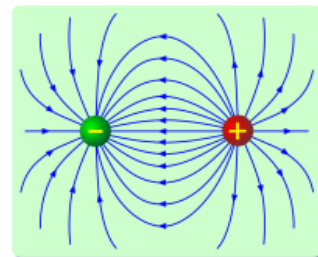
*Дж. Томсон*

### Свойства поля:

- **Создается электрическими зарядами.**

Электрон, как и любое заряженное тело, окружен оболочкой фотонов, которые образуют его электрическое поле. Чем дальше от электрона, тем меньше энергия и импульс этих фотонов, поэтому электрическое поле убывает с расстоянием.

- **Действует на электрические заряды, помещенные в него, с некоторой силой (демонстрация). Электрическая сила ( $\vec{F}_e$ ) - сила, с которой электрическое поле действует на помещенный в него заряд. Силовое поле.**
- **Поле не ограничено в пространстве, но убывает с расстоянием.**
- **Поле взаимопроницаемо (в одной и той же области пространства может находиться несколько полей).**
- **Электрическое поле материально (обладает энергией).**



### Демонстрация спектров электрических полей.

Вот представляете, касторка и манная крупа. А внутри – физика! Опыты с султанами. Почему бумажные ленты султана расходятся друг от друга?

Устройство и принцип действия **электроскопа** (электрометра).

Изобретен Уильямом Гильбертом около 1600 года. Почему электрометр приобретает электрический заряд, если коснуться его стержня наэлектризованной палочкой?

### Электроны могут легко перемещаться по металлу.

*Вопрос:* Почему стрелка электрометра отклоняется, если к нему только поднести наэлектризованную палочку?



### Демонстрация спектров электрических полей.

#### IV. Вопросы:

1. Как можно обнаружить электрическое поле?
2. Как доказать, что электрическое поле обладает энергией?
3. На каких опытах можно доказать, что электрическое поле действует с силой на другие заряженные тела?
4. Почему расходятся листочки электроскопа, если его головки коснуться заряженным телом?
5. Действует ли гравитационное поле на электрическое поле?

#### V. §§ 27-28. Задание № 8, задача для повторения № 26.

1. Из полиэтиленовой пленки вырежьте полоску шириной 1 – 2 см и длиной около 20 см. Полоску согните пополам и место сгиба возьмите в руку. Двумя пальцами другой руки сожмите висящие половинки так, чтобы они соприкоснулись, и проведите пальцами сверху вниз. У вас получится «полиэтиленовый электроскоп». Если к нему поднести зажженную спичку, то полоски сойдутся. Почему?

*Мы можем для примера представить себе нечто вроде солнечной системы, состоящей из большого положительного электрона, вокруг которого вращается множество маленьких планет - отрицательных электронов...*

*А. Пуанкаре*

Урок 28/3

## ДЕЛИМОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА.

### ОПЫТ РЕЗЕРФОРДА. ПЛАНЕТАРНАЯ МОДЕЛЬ АТОМА.

#### Как устроен атом?

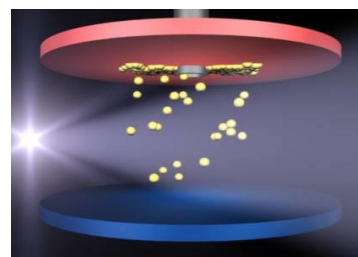
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Познакомить учеников с результатами эксперимента по измерению элементарного электрического заряда, одним из основных подтверждений развиваемой нами теории электрических явлений. Дать представление об опытах Резерфорда и планетарной модели атома.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** два электрометра, палочка стеклянная (эбонитовая), диафильм "Строение атома".

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



**II. Опрос фундаментальный:** 1. Электрическое поле. 2. Свойства электрического поля. 3. Устройство и назначение электроскопа.

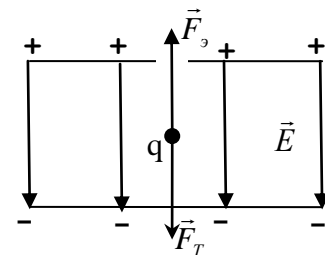
**Вопросы:**

1. Обязательно ли для электризации тереть тела друг о друга? Можно ли наэлектризовать тела иначе? Как?
2. В чем заключается различие между полем и веществом?
3. Две капли воды, обладающие электрическими зарядами  $6e$  и  $-10e$ , слились в одну большую каплю. Каков её заряд?
4. Как, пользуясь электроскопом, можно судить о величине заряда?
5. Какие основные свойства электрона вам известны?
6. Что общего и в чем различия между гравитационным и электростатическим полем?
7. Дайте рекламу школьному электроскопу.
8. Дробящаяся пресная вода и воздух вблизи водопадов получают большое количество отрицательных ионов. Почему?
9. Предложите конструкцию электроскопа, который по своему устройству принципиально отличается от школьного электроскопа.

**III. Деление электрического заряда (опыт с двумя электрометрами).** До каких пор можно делить электрический заряд? Существует ли предел делимости

электрического заряда?

**Опыты Милликена - Иоффе** (объяснение по кадрам диафильма и на модели). Демонстрация парения электростатического маятника между пластинами, подключенного к источнику высокого напряжения конденсатора или наэлектризованного воздушного шарика над наэлектризованной пластиной из пенопласта. Измерение элементарного электрического заряда и подтверждение гипотезы о дискретности электрического заряда:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл. Масса электрона  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг.

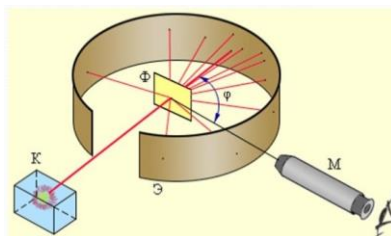


В человеке массой 68 кг наберется только 37 г (массу тела делить 1836) электронов! Если увеличить атом до диаметра Солнечной системы, то электрон будет не толще волоса с вашей головы.

Вещество, в конечном счете, состоит из нейтральных атомов и в обычных условиях нейтрально. В состав атома входят электроны и, следовательно, положительно заряженные частицы. Где

**сосредоточен положительный заряд атома?**

**Как устроен атом?** Идея опыта Резерфорда из аналогии со стогом сена, контрабандным золотом и винтовкой с патронами. **Экспериментальная установка.**



Узкий пучок  $\alpha$ -частиц направлялся из свинцового контейнера на тонкую золотую фольгу, а затем попадал в экран, покрытый слоем кристаллов цинк сульфида. В месте попадания  $\alpha$ -частицы в экран происходила слабая вспышка света. Ученые наблюдали вспышки с помощью микроскопа, регистрируя попадания. Результаты опыта:

Угол отклонения, <sup>0</sup>	5	15	30	60	75	105	120	135	150	180
Число частиц	8289900	120570	7800	477	211	70	52	43	33	12

*... рассеяние назад ... невозможно получить ... если не считать, что основная часть массы атома сконцентрирована в небольшом ядре.*

*Э. Резерфорд*



В 1911 г. Резерфорд предложил ядерную модель строения атома: атом состоит из положительно заряженного ядра, окруженного отрицательно заряженными частицами — электронами; именно в ядре сосредоточена едва ли не вся масса атома. **Ядро – область внутри атома, в которой сосредоточен весь положительный заряд и почти вся масса атома.**

Оказалось, что ядро - это более 99,9% всей массы атома, а диаметр ядра – в 10 тысяч раз меньше. Размеры атома и атомного ядра:  $d_a = 10^{-8}$  см,  $d_{я} = 10^{-13}$  см. Во сколько раз размеры атома больше размеров атомного ядра?  $10^5$ ! Все остальное пространство представляет собой разреженные облака электронной плотности, которые прошивались  $\alpha$ -частицами, как слои хлопчатобумажной ткани пулей из огнестрельного оружия.

**Дополнительная информация.** Если представить себе атомное ядро размером с теннисный мяч, то электрон будет меньше пылинки, летающей за километр от этого мяча! Если размеры атома водорода мысленно увеличить до размеров Земли, то ядро атома будет иметь диаметр всего 127 м! Если из атома убрать свободное пространство, мы бы могли уместиться в частице свинцовой пыли, а вся человеческая раса могла бы уместиться в одном сахарном кубике! **99,9% массы атома сосредоточено в невероятно плотном ядре!!!**

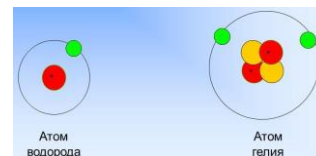
**Заряд ядра атома:**  $q_{\text{я}} = Z \cdot e$ , где  $Z$  - порядковый номер элемента в периодической таблице. **Число электронов в атоме также равно  $Z$ , а отрицательный заряд атома  $q = -Z \cdot e$ .** Полный заряд атома равен нулю. Атом нейтрален! Примеры атомов: водород  ${}^1_1\text{H}$ , гелий  ${}^4_2\text{He}$ , литий  ${}^7_3\text{Li}$ .

**Дополнительная информация.** Распределение электронов по оболочкам:  $N_e = 2 \cdot n^2$ , где  $n$  - номер электронной оболочки. Ядро обладает внушительным положительным электрическим зарядом, поэтому почти никогда не бывает в одиночестве. Химические свойства вещества определяются характеристиками последнего электрона в атоме (химическое поведение элемента, можно отнести к одной из восьми групп).

**Строение атомного ядра, протоны и нейтроны:**

$$m_p = 1,00728 \text{ а.е.м.} \approx 1 \text{ а.е.м.}, m_n = 1,00866 \text{ а.е.м.} \approx 1 \text{ а.е.м.}$$

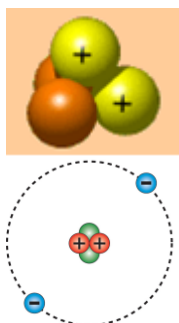
**Массовое число ( $A$ ) – округленная до целого числа масса атома в а.е.м.**



Состав ядра атома водорода  ${}^1_1\text{H}$ , гелия  ${}^4_2\text{He}$ , лития  ${}^7_3\text{Li}$ . Число нейтронов в ядре атома:  $N = A - Z$ . Нейтроны располагаются в атомном ядре между протонами, не давая им сблизиться. Строение атома:  ${}^{22}_{11}\text{Na}$ ,  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ . Планетарная модель атома.

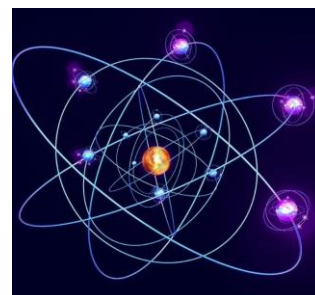
В модели атома Бора электроны в атомах вечно вращаются на своих орбитах вокруг ядра! Модель атома, что вы наблюдали уже неоднократно ранее, в любом случае далека от действительности. Ввели ее для упрощения.

Таким образом, атомы обладают внутренней структурой. Они состоят из микроскопических плотных ядер, окруженных электронным облаком, а само ядро состоит из более мелких элементов, протонов и нейтронов, которые, в свою очередь, образуются из еще более простых элементов под названием «кварки».



*Быть может эти электроны –  
Миры, где пять материков.  
Искусство, званья, войны, троны  
И память сорока веков!  
Еще, быть может, каждый атом –  
Вселенная, где сто планет.  
Там все, что здесь, в объеме сжатом,  
Но также то, чего здесь нет.*

*В.Я. Брюсов*



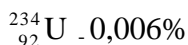
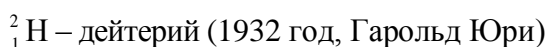
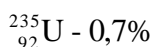
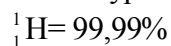
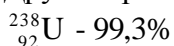
Нейтральность - это удел не только Швейцарии и атомов, но и вещества (Вселенной)!!!

**Изотопы – химические элементы, ядра атомов которых имеют одинаковый**

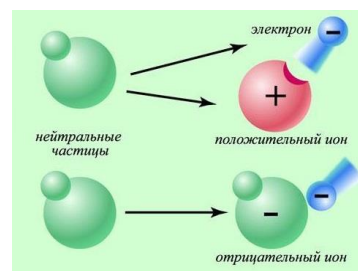
**заряд, но разную массу.** Примеры изотопов:  ${}^{35}_{17}\text{Cl}; {}^{37}_{17}\text{Cl}$ .  $A_{\text{cp}} = \frac{A_1(\%)_1 + A_2(\%)_2}{100\%}$ .

**Химический элемент** - это множество атомов с одинаковым числом протонов в ядре (а вот число нейтронов может отличаться).

Другие примеры с изотопами урана и водорода:



**Ион** – атом, имеющий недостаток или избыток электронов. В каком случае атом превращается в положительный ион?



**Ион** – атом, число электронов в котором не равно числу протонов.

**IV.** Ответьте на следующие вопросы по опытам Иоффе - Милликена:

1. Как появлялись между заряженными пластинами наэлектризованные капельки масла?
2. Почему капельки масла падали вниз?
3. Каким образом и зачем останавливали капельку масла?
4. Как изменяли в ходе опыта заряд капельки, и каким образом его вновь удавалось измерить?
5. Какие выводы сделали ученые после экспериментов?

Ответьте на следующие вопросы по опыту Резерфорда:

1. Какие частицы использовал Резерфорд в качестве "снарядов", проникающих в вещество? Какие вещества являются источниками таких частиц?
2. Как было обнаружено, что эти частицы проходят через золотую фольгу?
3. О чем свидетельствовал тот факт, что большинство  $\alpha$  - частиц пролетало через фольгу, не отклоняясь от первоначального направления движения?
4. Почему некоторые частицы отклонялись на значительные углы и даже возвращались назад?
5. Почему в опытах по рассеянию альфа-частиц атомами электроны, входящие в состав атома, не оказывали заметного влияния?
6. Как изменились бы результаты опыта Резерфорда, если: а) увеличить толщину фольги; б) использовать алюминиевую фольгу?
7. Какие выводы сделал Резерфорд из эксперимента?



**Задачи:**

1. Капелька масла находится в равновесии между двумя горизонтально расположенными заряженными пластинами. Чему равна масса капельки, если действующая на нее электрическая сила равна  $2 \cdot 10^{-11}$  Н?
2. Сколько слоев атомов пролетела  $\alpha$  - частица, если толщина фольги в экспериментах Резерфорда составляла  $10^{-5}$  см?

**V.** §§ 29-30. Упр. 13, № 1-3. Задачи для повторения №№ 27, 28.

1. Будет ли возникать электризация при катании по сухому песку на пластике?

2. Если наперсток наполнить материей из нейтронной звезды, он будет весить почти 100 миллионов тонн. Почему так много?
3. Пауки выпускают шелк и парят в небе на расстояние до 4 км, используют электрические поля в качестве силы, чтобы подниматься в воздух. Как это они делают?

*Электрическая материя состоит из частиц крайне малых, так как они могут пронизывать обычные вещества, такие плотные, как металл, с такой легкостью и свободой, что не испытывают заметного сопротивления.*

Урок 29/4

Франклин

## ОБЪЯСНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

**Может ли незаряженное тело притягиваться к заряженному телу?**

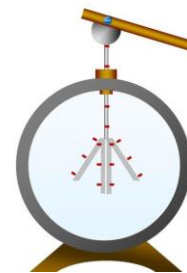
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Дать представление о проводниках и диэлектриках; объяснить явление электростатической индукции и явление поляризации диэлектрика.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** два электрометра с принадлежностями, высоковольтный выпрямитель, кондуктор конусообразный, штативы изолирующие, сферические кондукторы на изолирующих подставках (два больших и один маленький), стержни (проводники и диэлектрики).

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



**II. Опрос фундаментальный:** 1. опыты Милликена - Иоффе. 2. Строение атома. 3. Опыт Резерфорда. 4. Планетарная модель атома.

**Вопросы:**

1. Пылинка, несущая отрицательный заряд, "висит" над одноименно заряженной пластинкой. Какими способами можно изменить скорость движения пылинки?
2. Как изменилась бы масса атома при потере им всех своих электронов?
3. Как изменились бы размеры атома при потере им всех своих электронов?
4. Почему электроны не падают на ядро атома?
5. Есть несколько одинаковых металлических шариков, один из которых имеет заряд 16 нКл. Как получить шарик с зарядом 5 нКл?
6. Изобразите на рисунке модель атома бора.
7. Опишите строение атома урана.
8. Каково правильное обозначение для ядра атома, которое содержит шесть протонов и восемь нейтронов?
9. Сколько протонов и нейтронов в атоме бора, урана, кислорода, радия?
10. Почему существуют атомы?

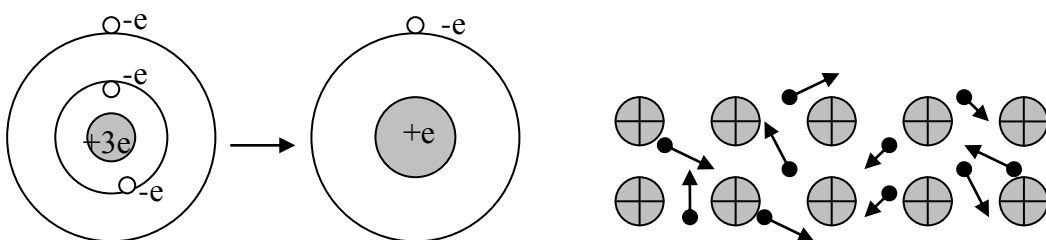
11. Чем определяются химические свойства элемента?
12. Как образуются ионы?
13. А вы знали, что мыльные пузыри отпрыгивают друг от друга?
14. Металлическая пластина, имевшая положительный заряд, по модулю равный  $10 e$ , при освещении потеряла шесть электронов. Каким стал заряд пластины?

**Задачи:**

1. Сколько протонов в молекуле воды?
2. Сколько электронов в молекуле серной кислоты?

**Ш. Проводники электричества и изоляторы** (демонстрация с двумя электрометрами). В 1729 году англичанин Стивен Грей обнаружил способность некоторых веществ, проводить электричество. Примеры проводников: металлы, электролиты.

**Строение металла (литий). Атом лития. Нейтральность атома. Атом лития -**



**положительный однозарядный ион лития и электрон.**

Объединение нейтральных атомов металла в кусок. Дополнительное взаимодействие атомов металла в куске и образование свободных электронов. Электроны внешних оболочек буквально находятся в «общей собственности» атомов кристаллической решетки! В металле концентрация свободных электронов примерно равна концентрации атомов!

**Хаотическое движение свободных электронов в металле** (аналогия с губкой, пропитанной водой или с роем комаров). Почему "электронный газ" не вырывается из металла наружу? **Объяснение свойств**

**металла - проводника на основе электронных представлений.** Почему притягивается к наэлектризованной палочке незаряженная металлическая гильза (демонстрация)?

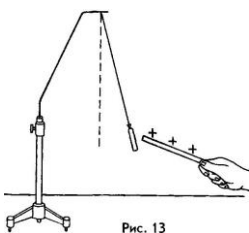
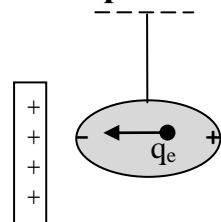


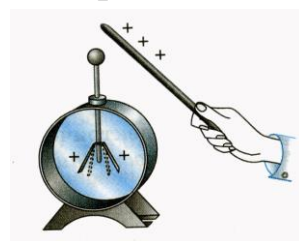
Рис. 13

Почему после соприкосновения с палочкой



она отталкивается от нее?

**Электростатическая индукция (электризация посредством влияния) - наведение электрических зарядов в проводниках, помещенных в электрическое поле (демонстрация с двумя электрометрами).**



Можно ли сообщить заряд электроскопу, не прикасаясь к нему наэлектризованной палочкой (демонстрация)? С помощью наэлектризованной палочки можно всегда выяснить, какого знака заряд находится на электроскопе (демонстрация). Передача электрического заряда от

проводника к проводнику, распределение зарядов между проводниками, нейтрализация зарядов, заземление.

**Почему электрическое поле не проникает внутрь металла** (демонстрация и объяснение по рисунку)?

**Применения:** "клетка Фарадея", провод в металлической оплетке, алюминиевые колпачки на электронных лампах, окружение пороховых складов металлической сеткой, безопасность нахождения во время грозы внутри автомобиля.

Почему притягивается к наэлектризованной палочке диэлектрик (вата или мелкая бумага)? **Изоляторы (диэлектрики)** не могут принимать в себя дополнительные электроны или отдавать их. Объяснение явления поляризации диэлектрика (демонстрация с электрометром и толстым диэлектриком). Почему некоторые листочки бумаги отскакивают от наэлектризованной палочки после соприкосновения с ней? Демонстрация парения маленького клочка ваты над наэлектризованной палочкой. **Любые тела взаимодействуют с наэлектризованными телами и сами электризуются.**

Даже пауки применяют электричество! Они просто создаёт ряды тончайшей паутины и натирает их своими лапками. Нитки электризуются и прочно притягиваются друг к другу.

**IV. Вопросы:**

1. Как надо поступить, чтобы наэлектризовать металлический стержень?
2. Один металлический шар заряжен положительно, другой - отрицательно. Как изменится масса шаров после их соприкосновения?
3. Зачем стержень электроскопа всегда делают металлическим?
4. Алюминиевой палочке сообщили положительный заряд. Что произошло с некоторым числом атомов алюминия?
5. Каким образом, имея в распоряжении два одинаковых заряженных металлических шарика, можно изменить заряд одного из них в 4 раза?
6. Почему сближаются листочки заряженного электроскопа, если к его шару поднести руку?
7. Почему заряженная металлическая гильза на шелковой нити притягивается к руке?
8. Заряжается ли антенна, когда над ней проходит грозовая туча?
9. Каким способом заряженный проводник может отдать весь свой заряд другому изолированному проводнику?
10. Почему шелковая ниточка (ленточка) прилипает к стене?
11. Может ли тело при заземлении приобрести электрический заряд?
12. Что произойдет, если нагревать один конец проволоочки и охлаждать другой?





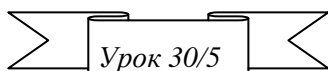
13. Когда удастся найти конец ленты (скотча) и отрезать кусок, то свободный конец ленты снова приклеивается к катушке. Почему?
14. Что произойдет после того, как ученик прикоснется к отрицательно заряженному металлическому шару?
15. Почему индикаторная отвертка светится в предгрозовую погоду при прикосновении к любому металлическому предмету?
16. Можно ли с помощью одного заряженного тела зарядить другое тело так, чтобы его заряд был больше заряда первого тела?
17. Как известно, заряженный шарик притягивает бумажку. Как изменится сила притяжения, если окружить металлической сферой заряженный шарик, бумажку?

**V. §§ 27-31. Упр. 14, №№ 2-4, задача для повторения № 29.**

1. Если приблизить в темноте полураскрытые ножницы остриями вперед к кинескопу работающего телевизора, то можно увидеть... Опишите и объясните явление.
2. Почему заряженная паутина хорошо подходит для ловли добычи?
3. Если к капельке растительного масла сверху поднести заряженную эбонитовую палочку (расческу), то к палочке устремится фонтанчик масла. Почему?

*Похитил я божественную искру,  
Сокрыл в стволе сухого тростника,  
И людям стал огонь любезным братом,  
Помощником, учителем во всем*

*Эсхил. "Прикованный Прометей".*



## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

**Какие превращения энергии происходят внутри источника тока?**

**Почему нельзя ставить коронки из разных металлов?**

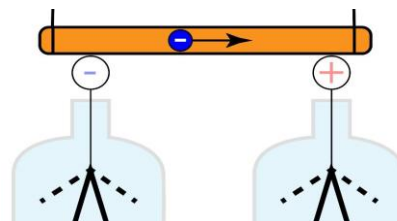
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Дать представление об электрическом токе, условиях его возникновения, электрическом токе. Развивать коммуникативные умения: докладывать о результатах своего исследования, участвовать в дискуссии, кратко и точно отвечать на вопросы, использовать справочную литературу.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** два электрометра, проводник на изолирующей ручке, электрофорная машина, газоразрядная трубка, фотоэлемент, солнечная батарея, термопара. Гальванометр М-1032, стеклянная и эбонитовая палочки, ванна электролитическая, вольтметр и милливольтметр демонстрационные, две свинцовых пластины. Коллекция «Металлы», лимон, вольтметр 1,5 В.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



**II. Опрос фундаментальный:** 1. Проводники и диэлектрики. 2. Объяснение

электрических явлений.

*Вопросы:*

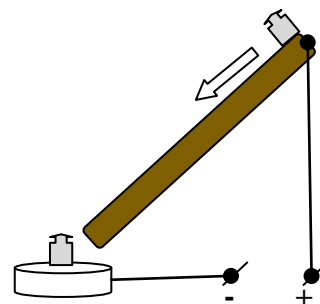
1. Объясните с точки зрения электронных представлений различие между проводниками и диэлектриками.
2. Почему при чистке одежды щеткой к ней прилипают ворсинки и пыль?
3. При соединении любого заряженного тела с землей оно практически полностью теряет свой заряд. Как объяснить этот факт?
4. Почему рекомендуется в опытах по электростатике различные наэлектризованные тела подвешивать не на простых, а на шелковых нитях?
5. Легкую гильзу из алюминиевой фольги поочередно подносят к двум шарикам, один из которых имеет заряд  $q$ , а другой  $-q$ . Каким может быть заряд гильзы, если оба раза наблюдались притяжения гильзы к шарикам?
6. Что необходимо сделать, чтобы заряд металлического шарика уменьшить вдвое?
7. Зарядится ли нейтральный проводник при внесении его во внешнее электрическое поле?
8. В электростатическое поле помещен незаряженный металлический шарик. Оказывает ли поле силовое воздействие на него?
9. Как, имея электрический заряд, получить заряд другого знака?
10. Как перемещаются свободные электроны в поверхностном слое земли, когда над ним проходит положительно или отрицательно заряженная туча?
11. На электроскопе имеется небольшой положительный заряд. Если к шарикам электроскопа приближать сильно наэлектризованную палочку, несущую большой отрицательный заряд, то листочки электроскопа будут сначала опадать, потом опять расходятся. Как это можно объяснить?
12. Как объяснить, почему предварительно наэлектризованные тела притягиваются к ненаэлектризованным?
13. Гравитация слабее электричества. Как это доказать?
14. На тонких шелковых нитях подвешены две одинаковые легкие гильзы, одна из которых заряжена. Как определить, какая гильза заряжена, не пользуясь никакими приборами?
15. Одним из основных недостатков люстры Чижевского заключается в собирании большого количества пыли (копоти) на потолке и стенах вблизи люстры. Почему это происходит?
16. Почему наэлектризованные полоски бумаги притягиваются к руке?

**III.** Что такое электрический ток? Электрический ток обеспечивает коммуникацию людей, плавку металлов, производство химических соединений,

работу станков. Так, в автомобиле он запускает коленчатый вал двигателя, поджигает рабочую смесь, освещает дорогу, контролирует работу агрегатов и электропривода, создает звуковые сигналы. Электрическую энергию вырабатывают на электрических станциях (ТЭС, ТЭЦ, ГРЭС, ГЭС, АЭС, ГеоЭС). Оттуда она по проводам передается потребителям (электродвигатели, электропечи, лампы накаливания). Например, наэлектризовав стеклянную и эбонитовую палочки (работа по разделению зарядов), зарядим шары электрометров (клеммы источника тока на схеме), соединив которые проводником, получим кратковременный ток (свечение неоновой лампочки).

*В Китае во времена культурной революции был предложен проект генератора мощностью 5 МВт!? Как должен был он действовать?*

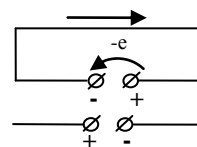
До прикосновения к шарам свободные заряды в проводнике двигались хаотически, однако после соприкосновения их хаотическое движение сменилось упорядоченным (подул ветер и рой комаров начал перемещаться). Почему?



**Электрический ток – упорядоченное или направленное движение свободных заряженных частиц в среде под действием электрического поля.**

Другой пример. Между обкладками заряженного воздушного конденсатора, напряжение на котором измеряется электрометром, помещают электростатический маятник. Маятник переносит электрический заряд от одной обкладки к другой до тех пор, пока существует электрическое поле. В рассматриваемых опытах ток быстро прекращался. Почему? Каким образом в проводнике можно получить постоянный электрический ток?

**Устройства, создающие электрическое поле, называют источниками электрического тока или генераторами (обозначение на схемах). Источник тока – это устройство, в котором происходит преобразование какого-либо вида энергии (механической, химической, световой и тепловой энергии) в электрическую энергию. Если ток в среде создается отрицательными зарядами, то наглядно этот процесс можно представить так. А если положительными? Клеммы (электроды)**



**источника тока.** Аналогия с системой парового отопления, в которой циркулирует горячая вода, приводимая в движение водяными насосами.

Энергия не может возникнуть из ничего. Значит, и сам источник тока требует какой-то энергии. Например, на гидроэлектростанции происходит превращение механической энергии течения воды в электроэнергию. В зависимости от того,

какая именно энергия превращается в электрическую энергию, выделяют такие виды источников тока:

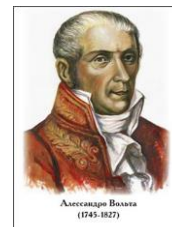
- механические – электрофорные машины, индукционные генераторы;
- тепловые – термопары, термогенераторы;
- световые (фотоэлектрические) – солнечные батареи и фотоэлементы;
- химические – гальванические элементы и аккумуляторы.

На электростанциях электрический ток получают с помощью **индукционных генераторов переменного и постоянного тока** (демонстрация).

**Опыты Гальвани** (1791 г): "...И вот, замечая иногда, что препарированные лягушки, которые были подвешены на железной решетке, окружающей балкон нашего дома, при помощи медных крючков, воткнутых в спинной мозг, впадали в обычные сокращения не только в грозу, но иногда также при спокойном и ясном небе, я решил...". Что решил Луиджи Гальвани? Этот эффект лежит в основе современных **электрокардиографов!** Воздействие электричества на мышцы приняли за всемогущее лекарство чуть ли не от смерти! 18 апреля традиционно празднуется День батареек!



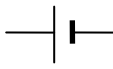
**Демонстрация элемента Вольта** (можно разобрать процессы, происходящие внутри источника тока при разомкнутом и замкнутом ключе). В 1795 году Алессандро Вольта, исследуя обнаруженный Гальвани эффект, доказал, что электрический ток возникает между парой разнородных металлов, разделенных специальной проводящей жидкостью. Вследствие химических реакций, протекающих на металлических пластинах, в проводах возникло электрическое поле. Именно оно приводит в движение электроны, заставляя их перемещаться от одной пластины к другой. Но поскольку электроны не могут перемещаться в кислоте, им ничего не остается, как двигаться длинным окольным путем: по «наружной» электрической цепи.



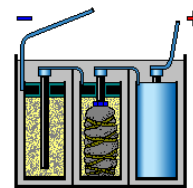
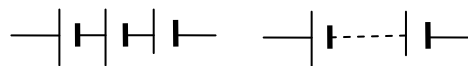
Алессандро Вольта - один из первых исследователей электричества, создатель вольтова столба, изобретатель конденсатора, электроскопа и других приборов.

**Источник тока** — контакт металлов, то есть металлы не просто проводники, а «двигатели» электричества. Заменив медный электрод угольным стержнем, наблюдаем, что в этом случае источник работает лучше.

**Дополнительная информация.** Многие думают, что батарейки хранят электрический заряд. Так ли это? Электроны отчаливают от батареи, оббегают электрическую цепь, и возвращаются в батарею — с другого ее конца. В этих гонках участвуют фиксированное количество электронов. Электроны не покидают пределов цепи, никуда не «расходятся» — просто наматывают круг за кругом. Задача заключалась лишь в том, чтобы постоянно подпитывать систему энергией, которая бы заставляла электроны совершать свое поступательное движение. Источник питания немного напоминает лифт, доставляющий детей от подножия горки, по которой они скатываются к ее началу, на самый верх. Дети могут круглосуточно кататься на таком лифте вверх и спускаться по горке — до тех пор, пока лифт будет работать и сможет служить источником достаточной энергии, чтобы каждый раз доставлять пассажиров в ту точку, с которой они начали свой путь по горке.

Демонстрация и объяснение работы сухого гальванического элемента Лекланше. Обозначение гальванического элемента на электрической схеме: 

Батарея элементов: батарея из трех элементов, батарея из  $n$  – элементов:



**Дополнительная информация.** В 1859 г. физик Гастон Планте изобрел заряжаемую батарею (аккумулятор). Заставляя ток проходить через нее в «обратном» направлении, он смог зарядить свою свинцово-кислотную батарею. В 1880-х гг. ученый изобрел также коммерчески успешную галетную сухую батарейку, в которой вместо жидкого электролита применялась паста.

**Электрический аккумулятор – обратимый источник тока для накопления электроэнергии и для питания различных устройств.**

Демонстрация принципа действия кислотного аккумулятора. Устройство и принцип действия железоникелевого аккумулятора (демонстрация).

**Исторический факт.** В 1869 году 22-летний Томас Эдисон перебирается в Нью-Йорк после своего увольнения из компании Western Union за «неаккуратность». Во время экспериментов со свинцово-кислотными батареями он случайно пролил на пол раствор кислоты — та разъела доски и попала на стол его босса.

**Работа в группах.** Изготовление самодельных гальванических элементов.

*Задание группе № 1.* От какой гальванической пары можно получить максимальное напряжение?

Оборудование: вольтметр 1,5 В, металлы: сталь (5), цинк (6), медь (11), латунь (12), алюминий (16); долька лимона; два провода; прищепка.

*Задание группе № 2.* От чего зависит максимальный ток данной гальванической пары?

Оборудование: амперметр 50 мА, цинковая и медная пластины, дольки лимона и дольки яблока, два провода.

*Вопросы группам:*

1. От какой пары металлов удалось получить наибольшее напряжение?
2. От чего зависит максимальный ток гальванического элемента?
3. Как «вернуть жизнь» гальваническому элементу (каждой группе выдается половинка от распиленной поперек батарейки)?

**IV. Вопросы:**

1. Что понимают под электрическим током?
2. Какова роль источника тока?
3. За счет, каких видов энергии может происходить разделение зарядов в источнике тока?
4. Какие источники тока называют гальваническими?
5. Какие превращения энергии происходят в элементе Вольта?
6. Что общего и в чем различие между термопарой и фотоэлементом?
7. Чем отличаются батарейки от аккумуляторов? Почему нельзя перезаряжать батарейки?
8. Электрический ток - это физическое явление или физическая величина?
9. Составьте энергетическую цепь при преобразованиях энергии в электростанции.

*Блиц – ответ: - Какие ты знаешь источники тока? – Розетки!*

## V. § 32, задача для повторения № 30, задание № 9.

Творческие домашние задания:

1. Изготовить самодельные гальванические элементы.
2. Приведите примеры существующих вокруг нас источников энергии, которые можно использовать для получения электрической энергии.
3. Можно ли "продлить жизнь" гальванического элемента? Обсудить причины выхода его из строя: окисление цинкового электрода, высыхание электролита (шприцом ввести воду с последующей зарядкой), выход из строя деполяризатора (зарядить).
4. Потечет ли по медному проводу электрический ток, если один конец его опустить в водный раствор поваренной соли, а другой - в раствор серной кислоты?
5. Во времена М. Фарадея электричество делилось на пять «видов»: статическое, термическое, химическое, магнитное, животное. Чем они отличались друг от друга и что между ними общего?
6. На изготовление батарейки затрачивается энергии в 2000 раз больше, чем эта батарейка способна отдать в процессе своей работы. Докажите это.
7. "Живые" источники тока:
  - гигантский электрический скат создает напряжение 50-60 В,
  - нильский электрический сом - 350 В,
  - электрический угорь может генерировать сильный разряд напряжением более 500 В и током один ампер, т. е. мощностью 500 Вт.
  - угорь электрофорус - 500 В.Каким образом им это удается?
8. Предложите конструкцию спасательного маяка, который начинает вырабатывать ток, когда в него попадает соленая вода.

*Порядок освобождает мысль.*

*С. П. Королёв*

*Сперва собирать факты, и только после этого связывать их мыслью.*

*Аристотель*

Урок 31/6

## ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ

**Почему троллейбус держится «руками» - штангами за провода?**

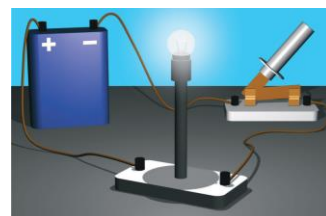
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Дать представление о преимуществах при использовании электрической энергии и об электрической цепи. Познакомить учеников с условными обозначениями элементов электрической цепи на электрических схемах и научить собирать простейшие из них.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** блок питания, лампочка на подставке, ключ, соединительные провода, электрический звонок, электродвигатель.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



**II. Опрос фундаментальный:** 1. Электрический ток. 2. Источники электрического тока. 3. Гальванические элементы.

### *Вопросы:*

1. В чем состоит отличие проводников от изоляторов?
2. Что является причиной, вызывающей упорядоченное движение свободных заряженных частиц в среде? Какую роль играет источник тока?
3. Какие вы знаете источники тока?
4. Объясните выражение: "Электрический ток вырабатывают на электрических станциях".
5. Каким образом аккумулятор запасает электрическую энергию?
6. В чем состоит главное отличие аккумулятора от гальванического элемента?
7. Опишите превращения энергии в цепи батарейки карманного фонаря?
8. Какую роль может играть лягушечья лапка в электрической цепи?
9. Существуют аккумуляторы инерционные, гидравлические, тепловые и электрические. Что между ними общего и в чем различие?
10. Вода – ГЭС, уран или плутоний -? Выберите недостающее слово из пяти предложенных слов: ГРЭС, АЭС, ТЭС, ТЭЦ, ГеоЭС.
11. Что общего в устройстве элемента Вольта и сухого гальванического элемента? В чем состоит их различие?
12. Чем отличаются кислотные аккумуляторы от щелочных аккумуляторов?

**Ш. Что мы уже знаем об электрическом токе?** В источнике тока за счет энергии неэлектрического происхождения совершается работа по разделению электрических зарядов, что приводит к возникновению электрического поля, которое обладает энергией. Это поле передает энергию свободным заряженным частицам в среде. Энергия, приобретенная частицами, может быть использована для вращения ротора электродвигателя или свечения лампочки накаливания.

### **Преимущества электрической энергии:**

- Можно передавать по проводам на большие расстояния с малыми потерями.
- Электрическая энергия удобно распределяется между потребителями.
- С помощью простых устройств легко преобразуется в другие виды энергии.
- Электрической энергией легко можно управлять.

### **Недостаток у электрической энергии только два:**

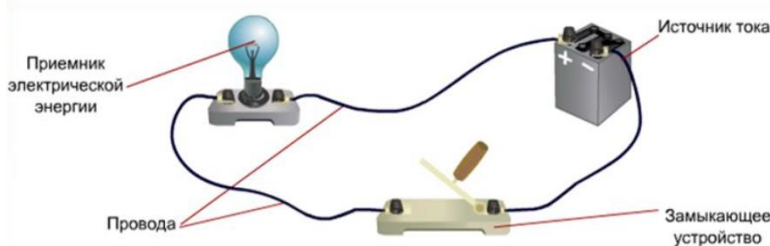
- За нее нужно много платить!
- Нельзя долго накапливать и хранить на черный день!

**Электричество - самая универсальная энергия на земле!**

**Потребители электрической энергии – устройства, преобразующие электрическую энергию в другие виды энергии. Чтобы включать и выключать в**

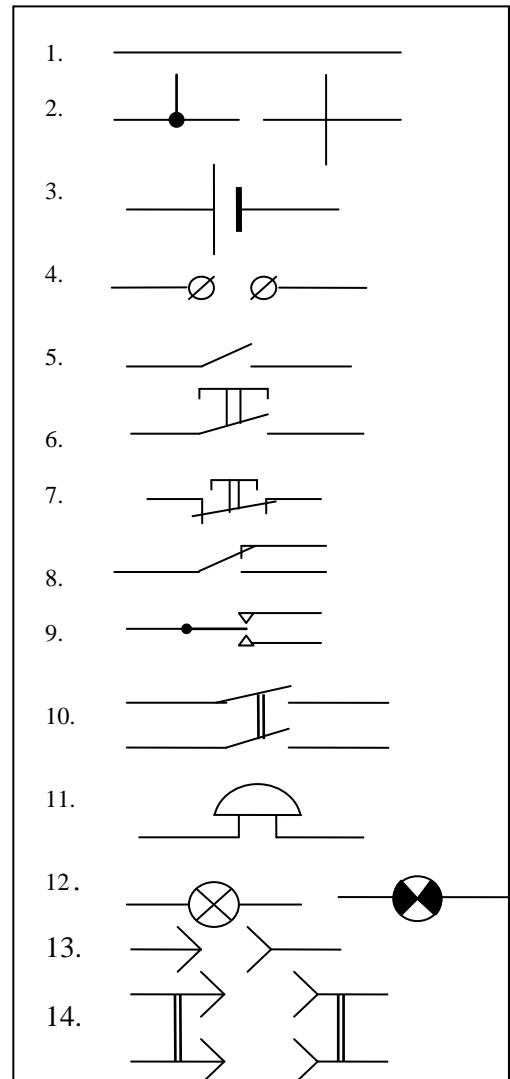
нужное время приемники электрической энергии, применяют **ключи, рубильники, кнопки, выключатели**. **Электрическая цепь – источники тока, приемники, замыкающие устройства, соединенные между собой проводами.**

Для того чтобы в электрической цепи ток мог существовать длительное время, она должна быть замкнутой, т.е. состоять из проводящих элементов (демонстрация). **Электрическая схема – "снимок" электрической цепи**. Схема простейшей электрической цепи на доске.



**Условные обозначения, применяемые в технике, зарисовать в тетрадь, ст. 71:**

1. Провод
2. Соединение и пересечение проводов
3. Гальванический элемент
4. Клеммы источника тока
5. Ключ однополюсный
6. Кнопка звонковая нормально разомкнутая
7. Кнопка звонковая нормально замкнутая
8. Переключатель однополюсный на два положения
9. Переключатель однополюсный на три положения
10. Выключатель двухполюсный
11. Электрический звонок
12. Лампочка накаливания (осветительная, сигнальная).
13. Однополюсная вилка и гнездо.
14. Двухполюсная вилка и розетка.



**Практические указания по сборке электрической цепи:** соединение начинают с положительного полюса источника тока, затем присоединяют ключ, который должен быть разомкнутым, и только потом потребитель, заканчивают соединение отрицательным полюсом источника тока. Все соединения должны быть надежными. Собранную электрическую цепь перед включением необходимо проверить, для чего необходимо изобразить на бумаге схему собранной электрической цепи и сравнить ее с той, по которой производилась сборка. Для черчения схем и пояснения их работы пользуются компьютером, точнее программой **Qucs** и демонстрационной версией программы **PSIM**,



которую можно скачать с сайта производителя.

*Вопрос.* В чем разница между понятиями «цепь» и «схема»?

**Дополнительный материал:** Доля разных источников энергии в общемировом производстве электрической энергии.

- Ископаемое топливо – 80%
- Сжигание отходов и биомассы – 10%
- Атомные электростанции – 5%
- Гидроэлектростанции – 5%
- Возобновляемые источники энергии – менее 0,5%

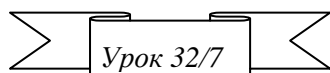
**IV.** Самостоятельная работа по сборке электрической цепи. В качестве потребителя электрической энергии использовать лампочку накаливания, электрический звонок, электродвигатель.

**V.** § 33. Упр. 15, №№ 1-5. Задачи для повторения №№ 31-33.

1. Придумайте схему включения сигнальной лампочки, которая должна гореть при проходе трамвая через опасный для пешеходов участок пути, а затем гаснуть.
2. Используя два однополюсных переключателя на два положения, придумайте схему проводки, которая бы давала возможность любому из двух пассажиров купе, лежащих на противоположных полках, включать или выключать одну общую лампочку.
3. Возникнет ли электрический ток, если один конец металлического стержня нагреть?
4. Возникнет ли электрический ток, если соединение разнородных металлов нагреть?

*Все электрическое – таинственно; поэтому  
все таинственное – электрическое.*

*Томас Пери*



## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ПРОВОДНИКАХ

**Почему электрический ток в проводе обгоняет электроны?**

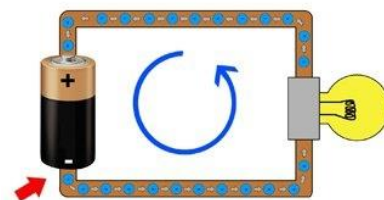
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Дать представление об электрическом токе в проводниках (металлах и электролитах). Познакомить учеников с техническими применениями явления протекания тока через металлический проводник и через электролит.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** электролитическая ванна, стакан с водой, стакан с раствором медного купороса, сухая поваренная соль, сахар.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос фундаментальный
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



**II.** *Опрос фундаментальный:* 1. Преимущества электрической энергии. 2. Электрическая цепь.

*Вопросы:*

1. Сколько электронов в атоме натрия? Как они распределены по оболочкам?

2. Каково строение металла? Каков характер движения электронов в металлах?
3. Как при помощи отрицательно заряженной палочки определить, каким зарядом заряжен электрометр?
4. При открытой дверце холодильника внутри холодильника горит лампочка. Стоит закрыть дверцу, и лампочка тухнет. Предложите схему этой электрической цепи.
5. По какой причине может не гореть лампочка в электрической цепи?
6. Какой переключатель надо использовать, чтобы собрать такую электрическую цепь с двумя лампочками, в которой при включении одной лампочки обязательно бы выключалась вторая, и наоборот? Нарисовать схему цепи.
7. В автомобилях устанавливается сигнализация поворотов с использованием однополюсного переключателя на три положения. Начертите схему цепи.
8. Придумайте схему соединения гальванического элемента, звонка и двух кнопок, расположенных так, чтобы можно было позвонить из двух разных мест.
9. Предложите систему сигнализации между двумя помещениями, используя два электрических звонка и две звонковые кнопки.
10. Предложите схему электрической цепи с использованием двухполюсного переключателя.

**III. Электрическая проводимость различных веществ. Демонстрация электропроводности металла и изолятора. Проводники – вещества, хорошо проводящие электрический ток.** Каждый электрик хотя бы раз в жизни был проводником! Самые распространенные в технике проводники — это металлы. Очень хорошо, например, проводят ток медь, серебро, золото. Хуже алюминий. Еще хуже сплавы металлов, как нихром, манганин, константан.

Применение металлических проводников: линии электропередач, обмотки электродвигателей, трансформаторов, электронагреватели. Электроны перетекают из отрицательного полюса батареи в положительный по проводнику, сохраняя его нейтральность, не позволяя ему приобретать электрический заряд.

**Движение свободных электронов в металле** (рой танцующих комаров).

**Движение электронов в металле под действием электрического поля** (перемещение роя комаров под действием слабого ветра).

**Дополнительная информация.** У металлов, уж так они устроены, валентные электроны, далеко расположенные от ядра, слабо связаны с ним и могут «бродить» по металлу от атома к атому (но не могут самопроизвольно покинуть металл). Представим себе несколько десятков кубиков или шариков, плотно сложенных по прямой линии на гладкой поверхности. Если толкнуть первый кубик, то толчок дойдет до последнего кубика почти моментально, однако скорость каждого кубика в отдельности не будет очень большой.

Таким же образом при замыкании электрической цепи электрическое поле распространяется по проводнику со скоростью 300000 км/с и почти одновременно приводит в движение как близкие, так и дальние электроны.

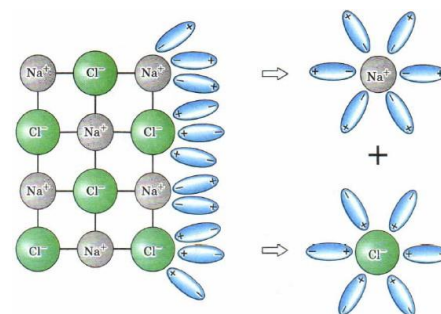
В 1746 году Жан-Антуан Nolle, желая измерить скорость тока, поставил 200 монахов в одну шеренгу, соединил их проводами и дал разряд. Увидев, что монахи дернулись почти одновременно, Nolle решил, что скорость тока очень высока.

**Тепловое действие электрического тока** в металле объясняется взаимодействием электронов с ионами решетки. **Жидкие проводники – расплавы металлов и электролиты.** Демонстрация плохой электропроводности дистиллированной воды и сухой соли. Демонстрация электропроводности раствора соли в воде. Вещество, в котором растворяется другое вещество или несколько веществ называется **растворителем!** Почему сухая соль не проводит электрический ток, а ее водный раствор проводит? Поваренная соль - ионный кристалл. **Электролитическая диссоциация - распад молекул электролита на ионы под действием молекул растворителя (обратный ему – рекомбинация).**

**Носители свободного заряда в электролитах – положительно и отрицательно заряженные ионы.**

**Химическое действие электрического тока.**

**Движение ионов в электрическом поле. Электролиз – процесс выделения на электродах в свободном виде веществ, входящих в состав электролита.**



В обычной водопроводной воде растворено столько всевозможных солей, что вода (даже пресная) является весьма хорошим проводником.

**Техническое применение электролиза:**

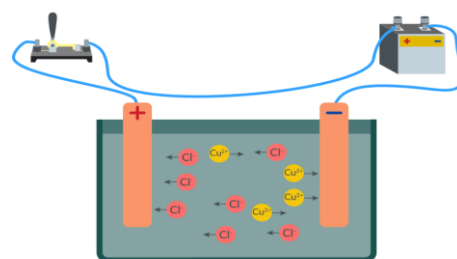
рафинирование, гальванопластика, гальваностегия.

*Вопросы:* Почему водный раствор сахара не проводит электрический ток? Почему зимой электризация тел значительнее, чем летом?

*Задача:* Морская вода содержит 5% соли. Сколько килограммов пресной воды надо добавить к 40 килограммам морской воды, чтобы содержание соли составило 2%?

*Вопросы:*

1. Как объяснить, что в обычных условиях металл электрически нейтрален?
2. Что представляет собой электрический ток в металлах?
3. Что представляет собой электрический ток в электролитах?
4. Как возникают ионы в растворе медного купороса?
5. Почему светильники уличного освещения в городе загораются почти одновременно?
6. Почему нельзя купаться в грозу и мокрыми руками работать с



электроприборами?

7. Почему провода электрической сети прикрепляют к столбам при помощи фарфоровых держателей, а не прямо к металлическим крюкам?
8. Почему пожар, вызванный замыканием электропроводки, нельзя гасить водой, а только сухим песком?

#### V. §§ 34-36.

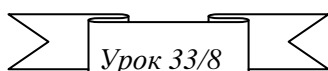
1. Бумага протягивается между двумя металлическими валиками, включенными в цепь, которая питается от источника тока и содержит гальванометр. Нарисуйте схему цепи и объясните, на каких законах основано действие влагомера.
2. Возможно ли прямое преобразование химической энергии в механическую энергию?
3. Почему не удастся слишком долго сохранять дистиллированную воду настолько чистой, чтобы она не проводила ток.
4. Почему не удается наэлектризовать металлический стержень, держа его в руках? Как надо поступить?
5. К электродам, погруженным в слабый раствор поваренной соли, подвели постоянное напряжение. Как будет меняться сила тока, проходящего через раствор, если в него постепенно подсыпать соль?
6. Как из обыкновенной конторской скрепки сделать выключатель?
7. Предложите проекты наногенераторов (термопары, индукционные генераторы).
8. Вы знали, что грифель обычного карандаша проводит электрический ток? Почему?
9. Как изменится температура воды, если в ней растворить соль?
10. Какие процессы происходят при разрядке и зарядке аккумулятора?
11. Положите монету на чистое стекло и залейте воском, предварительно положив на нее по окружности виток медной проволоки с отходящим концом. Когда воск застынет, отделите его от монеты и «закрасьте» слепок монеты графитом. Вы получите матрицу, которую можно поместить в гальваническую ванну и нарастить слой меди. Сделайте это.

*При всеобщем распространении электричества допустимо воспринять, что с каждым атомом вещества связан электрический атом.*

*Х. Лоренц*

*Кто хочет работать — ищет средства,  
кто не хочет — причины.*

*С. П. Королёв*



## СИЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

**Электрический ток – это физическое явление или физическая величина?**

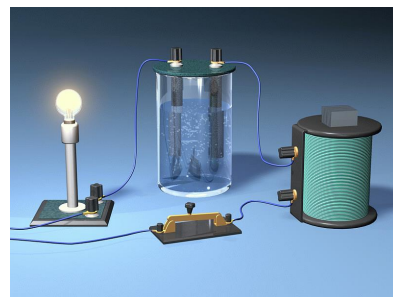
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Развить представления учащихся об электрическом токе, его свойстве переносить электрический заряд, его направлении и его действиях. Ввести основную характеристику постоянного электрического тока - силу тока и дать ее определение. Работая в группах, наблюдать действия электрического тока и качественно установить их связь с силой тока.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** магнитная стрелка на подставке, прибор для демонстрации взаимодействия параллельных токов, блок питания, ванна электролитическая с раствором медного купороса, два угольных электрода.

## ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



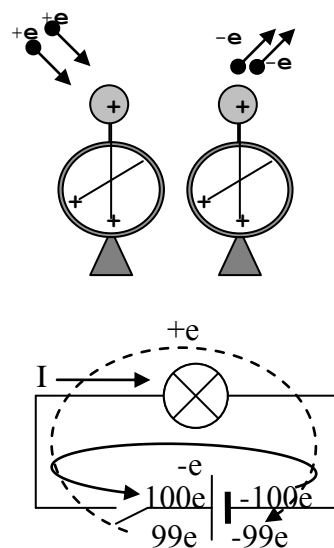
**II. Опрос фундаментальный:** 1. Электрический ток в металлах. 2. Электрический ток в электролитах.

### Вопросы:

1. Что такое электрический ток?
2. Почему разряжается электроскоп, если коснуться его шарика пальцем?
3. Для освещения фары от генератора тока, установленного на велосипеде, к электрической лампочке подведен только один провод. Почему нет второго провода?
4. Почему капли дождя или тумана образуются на ионах или электронах в воздухе?
5. В чем сходство и в чем различие между электрическим током в металлах и электрическим током в электролитах?
6. Какие действия электрического тока наблюдаются при его прохождении по металлическому проводнику; по электролиту?
7. Почему фарфоровые изоляторы для наружной электропроводки делают в форме колокольчиков?
8. Почему приборы в опытах по электростатике не имеют заостренных концов?
9. Почему корпус самолета во время полета электризуется? Каким образом "снимают" заряды с корпуса самолета во время полета?

**III. Простейшая электрическая цепь (рисунок на доске).**

Направление электрического тока в цепи (пример с электрометрами). За направление электрического тока принято направление движения положительно заряженных частиц (направление переноса положительного заряда), или направление, обратное движению отрицательно заряженных частиц. Переход электрона с клеммы "-" на клемму "+" источника тока эквивалентен переносу элементарного заряда  $+e$  с клеммы "+" на клемму "-". Если за время  $t$  через спираль лампочки прошло  $N$  электронов, то  $q = Ne$  и  $I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t}$ .



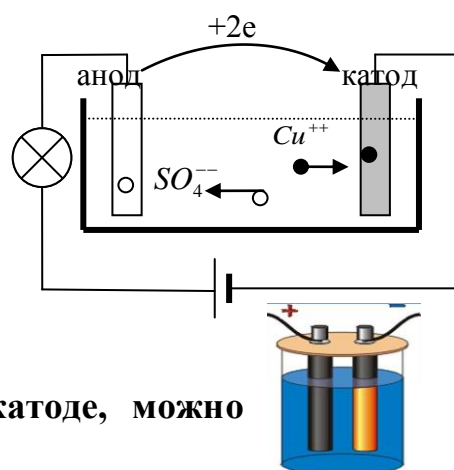
**Единица силы тока в Си:**  $1 \text{ A} = 1 \text{ Кл/1 с}$ . Чтобы

измерить силу тока  $I$ , необходимо измерить  $N$  и  $t$ . Можно ли это сделать? Нет!  
**Демонстрация теплового действия** электрического тока. Зависит ли тепловое действие от направления тока в проводнике? От силы тока? Можно ли измерить силу тока по его тепловому действию? Нет! Почему? **Метод неоперативный и неточный.** Где в технике и быту применяют тепловое действие электрического тока?

**Демонстрация химического действия** электрического тока. Зависит ли химическое действие электрического тока от его направления? Да! Катод и анод. Греческое «катодос» (kathodos) означает схождение, спуск. Соответственно «анодос» (anodos) — путь вверх.

**Металл всегда выделяется на катоде!** Можно ли установить направление тока по его химическому действию? Зависит ли химическое действие тока от силы тока? Да! Масса выделившегося на катоде металла за время  $t$ :  $m = Nm_0$ , перенесенный заряд:

$$q = N \cdot q_0. \text{ Объединяя, получим: } m = \frac{m_{Cu}}{q_{Cu}} q = k \cdot q.$$



**Измеряя массу металла, выделившегося на катоде, можно измерить перенесенный заряд и силу тока.**

Движение заряженных частиц в растворе носит название электрофореза.

**Сила электрического тока (I)** – свойство тока переносить электрический заряд, измеряемое отношением перенесенного за данный промежуток времени заряда, к этому промежутку времени:  $I = \frac{q}{t}$ .

Можно ли установить единицу силы тока по его химическому действию? Да! Почему этот метод не точен и неоперативный?

**Демонстрация магнитного действия** электрического тока. Зависит ли магнитное действие от направления тока в проводнике? Да! А от силы тока? Да! Единица силы тока, устанавливаемая по его магнитному действию. **Единица силы тока (ампер) равна силе не изменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным, длинным и тонким проводам, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м друг от друга, вызывал бы на участке проводника длиной 1 м силу  $2 \cdot 10^{-7}$  Н.**

Измерять силу взаимодействия двух длинных проводов неудобно, поэтому один провод заменяют магнитом, а другой катушкой. На взаимодействии катушки с током и магнита построены приборы, измеряющие силу тока – **амперметры** (демонстрация).

**Сила электрического тока (I) – свойство тока переносить электрический заряд, измеряемое по его магнитному действию (действиям) в амперах.**

Кратные и дольные единицы силы тока (ампера):  $1 \text{ мкА} = 10^{-6} \text{ А}$ ,  $1 \text{ мА} = 10^{-3} \text{ А}$ ,  $1 \text{ кА} = 1000 \text{ А}$ .

$q = I \cdot t$  Единица электрического заряда в СИ:  $1 \text{ Кл} = 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ с}$ .

**- В чем сила, брат?**

- Обычная сила в **ньютонах**, а сила тока – в **амперах**.

**IV. Задача:**

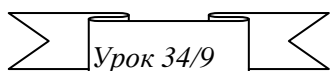
1. Вычислить силу тока в проводнике, через поперечное сечение которого за 1 мин проходит электрический заряд 48 Кл. Сколько электронов переносят этот заряд?
2. Сколько электронов в секунду должно проходить через спираль лампочки накаливания карманного фонарика, чтобы она горела нормальным накалом?

**V. § 37, Упр. 16, №№ 1-3.**

1. Где в технике и в быту используют тепловое (химическое) действие тока?
2. Где в технике и быту применяют магнитное действие электрического тока?
3. Подготовиться к выполнению лабораторной работы № 3.

*Эксперимент остается навсегда.*

*П.Л. Капица*



## **АМПЕРМЕТР**

**Что такое электрический ток?**

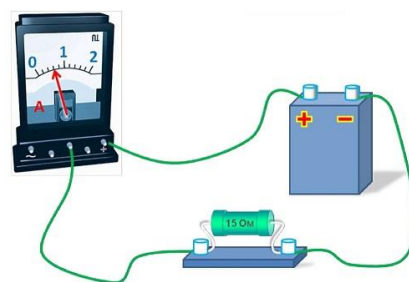
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Дать представление об амперметре. Научить учащихся измерять силу тока в цепи с помощью амперметра.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** амперметр демонстрационный, источник тока, ключ, лампочка накаливания, амперметр лабораторный, соединительные провода.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Лабораторная работа
5. Задание на дом



**II. Опрос фундаментальный:** 1. Сила электрического тока. 2. Единица силы тока – ампер.

**Задачи:**

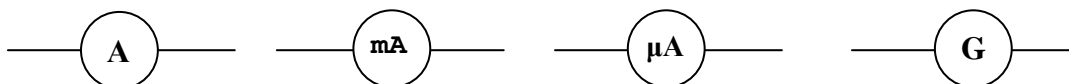
1. Сила тока, текущего через прибор, равна 6 мкА. Какой заряд проходит через прибор за 1 ч? Какое количество электронов перенесло его?
2. Какое время существовал ток в проводнике, если через поперечное сечение проводника прошел электрический заряд 100 Кл при силе тока 25 мА?
3. По проводу течет ток силой 10 А. Найти массу электронов, проходящих через поперечное сечение проводника за 1 ч.

4. В ЭВМ импульс тока от одного устройства к другому необходимо передать за время 1 нс. Можно ли это устройство соединить проводником длиной 40 см?
5. Согласно модели, предложенной Нильсом Бором, в основном состоянии атома водорода электрон движется вокруг покоящегося протона по круговой орбите радиуса  $0,53 \cdot 10^{-10}$  м со скоростью  $2,2 \cdot 10^6$  м/с. Какой кольцевой ток создается таким движением?

*Вопросы:*

1. На основании, каких явлений можно заключить, что электрический ток имеет определенное направление?
2. Как доказать, что действия тока зависят от силы тока?
3. Какое действие тока используют для проверки годности батарейки «на вкус»?
4. Почему единицу силы тока устанавливают по его магнитному действию?
5. Какое действие электрического тока наблюдается всегда?
6. Начертите схему электрической цепи, включающую источник тока, лампочку, ключ.
7. Можно ли считать электрическим током молнию, возникающую между облаком и Землей?
8. Телефон с аккумулятором емкостью 3600 мА·ч полностью зарядился за 2 часа. Какой заряд получил аккумулятор за первые 50 секунд? 90 Кл

**III.** Ознакомительный принцип действия амперметра магнитоэлектрической системы (демонстрация). Обозначение амперметра на электрических схемах:



Установка стрелки на нулевое деление шкалы осуществляется плавным поворотом головки корректора. Цена деления измерительного прибора (шкалы демонстрационного амперметра). **Класс точности прибора – это максимально возможная погрешность, выраженная в процентах от наибольшего значения величины, измеряемой в данном диапазоне работы прибора.**

Инструментальная погрешность и погрешность отсчета:  $\Delta I = \Delta_{\text{и}} I + \Delta_{\text{с}} I$ . Абсолютная погрешность при измерении силы тока лабораторным амперметром:  $\Delta I = 0,05 \text{ А} + 0,025 \text{ А} = 0,075 \text{ А}$  (выдается учащимся). **В школьных измерениях абсолютная погрешность равна цене деления  $\Delta I = 0,05 \text{ А}$ .**

Обратить внимание учащихся на значки, стоящие на приборах:

- Горизонтальная стрелка в правом углу - прибор должен находиться в горизонтальном положении;
- А - амперметр;
- Знаки "+" и "-" у зажимов - клемму со знаком "+" соединять с проводом, идущим от положительного полюса источника тока.

**ВНИМАНИЕ! Во избежание порчи прибора категорически запрещается включать амперметр в цепь без потребителя тока. Амперметр включается последовательно с тем прибором, силу тока в котором нужно измерить!**

**IV.** Лабораторная работа № 3: «Сборка электрической цепи и измерение силы тока в ее



различных участках».

Начертить в тетрадах схему, состоящую из источника тока, ключа, лампочки накаливания и амперметра. Что измеряет амперметр в этой цепи? Можно ли по-другому расположить амперметр? Что он будет измерять в каждом случае?

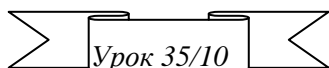
Величина	$I_1, A$	$I_2, A$	$I_3, A$
Измерение			
Относительная погрешность			

**Дополнительное задание:** Пронаблюдать и описать тепловое, магнитное и химическое действие электрического тока.

V. § 38. Упр. 17, № 1-4. Задачи для повторения №№ 34-37.

*... напряжение - ...усилие, производимое каждой точкой наэлектризованного тела, чтобы избавиться от имеющегося в ней электричества и передать его другим телам...*

*Алессандро Вольта*



## ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

**Вас нужно подключить к источнику тока высокого напряжения!**

**ЦЕЛЬ УРОКА:** Ввести основную характеристику электрического поля – электрическое напряжение. Дать представление о вольтметре.

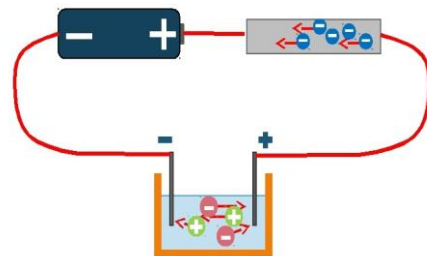
Научить учащихся измерять напряжение с помощью вольтметра и оценивать границы погрешности его измерения.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** низковольтная лампочка на подставке, три гальванических элемента (аккумулятора), амперметр демонстрационный – 2 шт., выпрямитель ВС-24, электролампа (60 - 100 Вт).

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Лекция
4. Закрепление
5. Задание на дом



**II.** Дайте рекламу школьному лабораторному амперметру.

**Задача:**

1. Двигатель автомобиля заводят стартером. Для включения стартера сила тока в его цепи должна быть равна 300 А, поэтому во избежание порчи аккумулятора его включают лишь на 15 с. Какое количество электронов проходит через стартер за это время?
2. Автомобильный электродвигатель-стартер в течение 3 с работал от батареи аккумуляторов при силе тока 150 А. Когда автомобиль двинулся в путь, генератор стал подзаряжать аккумуляторы при силе тока 4,5 А. За какое время восстановится прежнее состояние батареи?

**III.** В ходе повторения ранее изученного материала подчеркнуть, что о силе

тока в цепи можно судить как по показаниям амперметра, так и по действиям тока. Например, чем больший ток проходит по цепи, тем сильнее накалена нить лампы.

**От каких факторов зависит сила тока в цепи?** Демонстрация увеличения силы тока в цепи низковольтной лампы накаливания при последовательном увеличении числа элементов в батарее. Почему сила тока возрастает, хотя количество электронов в цепи остается неизменным? Может быть, возрастает кинетическая энергия электронов?!

**Электрическое поле обладает свойством передавать энергию электронам проводимости проводника.**

Если заряду 1 Кл батарея (электрическое поле) сообщает энергию 1 Дж, то напряжение на ее клеммах 1 В. А если заряду 1 Кл сообщается энергия 4 Дж? А если заряду 2 Кл на некотором участке электрической цепи сообщается энергия 9 Дж, то напряжение на этом участке...?

$$U = \frac{A'}{q} \qquad 1 \text{ В} = 1 \text{ Дж}/1 \text{ Кл}$$

Какую энергию сообщает источник тока напряжением 1 В каждому электрону?

$$E_1 = \frac{1 \text{ Дж}}{N} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ Кл} / 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 1 \text{ эВ}$$

**Электрическое напряжение (U) - свойство поля совершать работу (передавать энергию) над электрическими зарядами при их перемещении из одной точки поля в другую точку, измеряемое отношением произведенной работы к перенесенному заряду.**


Какую работу совершают электрические силы, перемещая заряд 1 Кл между двумя точками поля с напряжением 1 В; 4,5 В; 9 В; 220 В?

А если между двумя точками поля с напряжением U перемещается заряд q?

$$A' = qU$$

По этой формуле можно рассчитать работу, которую совершает электрическое поле батареи с напряжением U, перемещая заряд q с клеммы "+" на клемму "-".

**Чем больше электрическое напряжение, тем большую энергию передает электрическое поле свободным зарядам, тем с большей скоростью они движутся и, следовательно, тем больше сила тока.**

Перенесенный электрический заряд легко измерить:  $q=I \cdot t$ , напряжение измеряют вольтметром, поэтому работа электрического тока  $A'=qU=U \cdot I \cdot t$ . **Если электрический ток протекает через резистор, то  $A'=Q$ , а если через мотор, то  $A'=A+Q$ .** Обозначение мотора на электрических схемах: 

$$\text{КПД мотора: } \eta = \frac{A}{A'} \cdot 100\%$$

Демонстрация двух электрических цепей: в одной низковольтная лампочка, а в

другой лампочка на 220 В. Одинакова ли сила тока в этих электрических цепях? Да! На спирали, какой из ламп выделяется большее количество теплоты? Почему? Через спирали ламп в единицу времени проходит одинаковое количество электронов, однако их средние скорости упорядоченного движения существенно различаются. Почему? **Тепловое действие электрического тока зависит не только от силы тока, но и от электрического напряжения.**

**Электрические явления сопровождаются превращениями одного вида энергии в другой, при этом электрическим полем совершается работа!**

**IV. Задача:**

1. Определить напряжение на участке цепи, если при перемещении заряда 10 Кл на этом участке силами электрического поля была совершена работа 1270 Дж.

*Вопросы:*

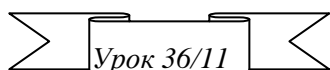
1. Нарисуйте схему электрической цепи, в которой с включением электродвигателя загорелась бы сигнальная лампочка. Приборы рассчитаны на одинаковое напряжение.
2. Начертите схему цепи с электродвигателем, в которой можно было бы измерять силу тока, поступающего в обмотки электродвигателя и напряжение на них.
3. Предложите схему электрической цепи, в которой одновременно с включением электродвигателя загорелась бы одна сигнальная лампочка и загорелась бы другая сигнальная лампочка.
4. За счет чего нагревается резистор при протекании по нему электрического тока?
5. Дайте рекламу школьному лабораторному вольтметру.

**V. § 39-40. Упр. 18, № 1-3.**

*- Расскажите, а кто такой инженер?*

*- Он постигнет свое ремесло, он с правом скажет: "Я инженер!"*

*Н.Г. Гарин-Михайловский. Инженеры*



## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4:**

**«ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКАХ ЦЕПИ».**

**Бесконечно можно смотреть на три вещи: как горит огонь, как течет вода, и как выполняют лабораторную работу ученики физмат класса!**

**ЦЕЛЬ УРОКА:** Дать представление о вольтметре. Научить учащихся измерять электрическое напряжение и оценивать границы погрешности его измерения.

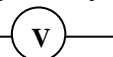
**ТИП УРОКА:** лабораторная работа.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** источник тока, лампочка, два резистора, ключ, вольтметр, провода.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Краткий инструктаж
3. Выполнение работы
4. Подведение итогов
5. Задание на дом



**II.** Инструктаж по выполняемой лабораторной работе проводит ученик с дополнениями учащихся класса. Записать в тетради: название работы, цель, оборудование, краткую теорию, зарисовать электрическую схему экспериментальной установки. Принцип действия вольтметра и его обозначение на электрических схемах: 

Цена деления вольтметра (упражнение с разными шкалами). Абсолютная погрешность при измерении напряжения лабораторным вольтметром:  $\Delta U = 0,1 \text{ В}$ .

**Вольтметр подключают последним параллельно к тому элементу собранной электрической цепи, напряжение на котором хотят измерить!**

**III.** Начертить в тетради схему, состоящую из источника тока, ключа, низковольтной лампы накаливания, двух последовательно включенных резисторов. Как измерить напряжение на проводнике ( $U_1, U_2, U_3$ ); на двух последовательно соединенных проводниках ( $U_{12}, U_{23}$ ); на трех ( $U_{123}$ )? Выполнение лабораторной работы № 4.

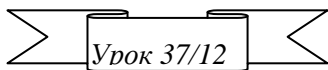
Величина	$U_1, \text{В}$	$U_2, \text{В}$	$U_3, \text{В}$	$U_{12}, \text{В}$	$U_{23}, \text{В}$	$U_{123}, \text{В}$
Измерение						
Относительная погрешность						

**IV.** Подведение итогов.

**V.** § 41.

*Наука – полководец, и практика – солдаты.*

*Леонардо да Винчи*



**ЗАКОН ОМА ДЛЯ УЧАСТКА ЦЕПИ.**

**Опасно ли для человека напряжение порядка 10 кВ?**

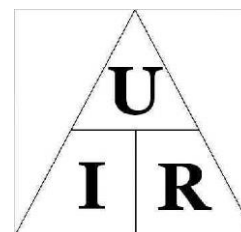
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Установить зависимость силы тока в проводнике от напряжения и сопротивления проводника, построить графики этих зависимостей, сформулировать закон Ома для участка электрической цепи. Научить учеников применять полученные знания для обеспечения безопасности своей жизни

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** панель для сборки электрических схем на подставке, два проводника, амперметр и вольтметр демонстрационные, магазин сопротивлений, блок питания, ключ, соединительные провода.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



**II. Опрос фундаментальный:** 1. Электрическое напряжение. 2. Единицы напряжения. 3. Вольтметр.

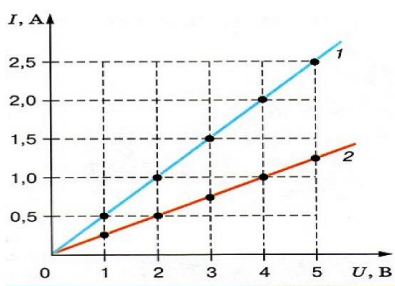
*Задачи:*

1. При подключении электроплитки к источнику тока с напряжением 120 В, через ее спираль протекает ток 10 А. Какое количество теплоты отдаст плитка окружающей среде за 1 ч? Нарисуйте схему электрической цепи.
2. Электродвигатель, включенный в электрическую цепь с постоянным напряжением 24 В, за время работы 30 мин совершил механическую работу 840 кДж. Найти работу электрического тока и КПД двигателя, если через обмотку двигателя протекал ток силой 20 А. Нарисуйте схему электрической цепи.

*Вопросы:*

1. Какие вы знаете, действия тока и от чего они зависят?
2. Напряжение на участке цепи 2 В. Объясните, что это означает.
3. Какая энергия запасена в аккумуляторе, на котором написано 1,5 В и 200 мА·ч?
4. Почему лампа, включенная в городскую сеть, излучает значительно больше света и тепла, чем лампа от карманного фонаря, при прохождении по ним тока одинаковой силы?
5. Как включается в электрическую цепь амперметр, вольтметр?
6. Вольтметр на зажимах источника тока показал 225 В. Что он покажет на зажимах одной из 3-х одинаковых ламп, включенных последовательно?
7. Определите заряд, который прошел через поперечное сечение проводника в течение 10 с при равномерном нарастании тока в проводнике от нуля до 3 А?
8. Придумайте схему проводки, которая бы давала возможность любому из двух пассажиров купе, лежащих на противоположных полках, включать или выключать одну общую лампочку.

**III.** На прошлых уроках мы установили, что различные действия тока зависят от силы тока. Изменяя силу тока, можно регулировать эти действия. А от каких факторов зависит **сила тока**? Демонстрация зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах и построение графика этой зависимости.



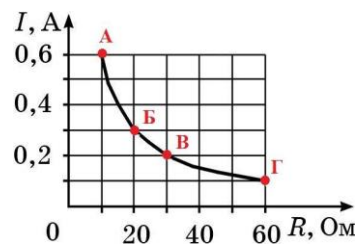
зависимости. **Сила тока в проводнике прямо пропорциональна напряжению на его концах ( $I \sim U$ ). Проводник, в котором сила тока прямо пропорциональна напряжению, называется резистором.**



Резистор:

Объяснение зависимости силы тока в резисторе от напряжения на основе электронных представлений. Построение графика зависимости силы тока от

напряжения для резистора с большим сопротивлением. Почему при тех же значениях напряжения сила тока в резисторе меньше? Какой из резисторов “сильнее” противодействует протекающему по нему току?



**Электрическое сопротивление (R) – свойство вещества противодействовать протекающему по нему току, измеряемое в Омах.** Основным параметром резистора является сопротивление, характеризующее его способность препятствовать протеканию электрического тока. Сопротивление резистора в Ом, кОм и МОм. Природа сопротивления на основе электронных представлений о строении вещества: “потеря” упорядоченного движения свободными заряженными частицами в проводнике при их взаимодействии с ионами кристаллической решетки. Демонстрация зависимости силы тока от сопротивления резистора при неизменном напряжении на его концах ( $U_1 = 2 \text{ В}$ ) и построение графика.

**Сила тока в резисторе при неизменном напряжении обратно пропорциональна его сопротивлению.** ( $I \sim 1/R$ ) Обратно пропорциональная зависимость между добром и злом. Демонстрация зависимости силы тока от сопротивления резистора при неизменном напряжении на его концах ( $U_2 = 3 \text{ В}$ ). **Закон Ома: Сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению:**  $I = \frac{U}{R}$ .



Самая простая функция резистора - преобразование тока в напряжение или напряжения в ток, согласно закону Ома.

**Дополнительная информация.** Георг Ом (1787-1854) - немецкий физик-экспериментатор. Он родился 16 марта 1787 года в семье слесаря. Отец придавал большое значение образованию детей. Хотя семья постоянно нуждалась, Георг учился сначала в гимназии, а потом в университете. Сначала он преподавал математику в одной из частных школ Швейцарии. Физикой Георг Ом стал интересоваться позже. Свою научную деятельность начал с ремонта приборов и изучения научной литературы. Создание первого гальванического элемента открыло перед физиками новую область исследований, и Ом сделал важнейший шаг на пути создания теории электрических цепей. В 1825 году он представил научному миру плоды своего труда в виде статьи, которую озаглавил «Предварительное сообщение о законе, по которому металлы проводят электричество». Сейчас это сообщение мы называем законом его имени. В честь этого ученого также названа единица сопротивления.

Измерение сопротивление резистора:  $R = \frac{U}{I} \Rightarrow 1 \text{ Ом} = \frac{1 \text{ В}}{1 \text{ А}}$ .  $1 \text{ кОм} = 10^3 \text{ Ом}$ ,  $1$

$\text{МОм} = 10^6 \text{ Ом}$ . Прибор для измерения сопротивления – омметр (демонстрация).

**Электрическое сопротивление (R) – свойство электрической цепи (вещества) противодействовать протекающему по ней электрическому**

**току, измеряемое при постоянном напряжении на ее концах отношением этого напряжения к силе тока.**

Измерить сопротивление резистора и, после этого, измерить сопротивление тела ученицы. Ощущает ли она ток силой 1 мА?

Самая простая функция резистора - преобразование тока в напряжение или напряжения в ток, согласно закону Ома.

#### IV. Вопросы:

1. Как вдвое уменьшить силу тока в проводнике?
2. Как доказать, что сила тока в проводнике прямо пропорциональна напряжению на концах проводника?
3. Как доказать, что сила тока в проводнике обратно пропорциональна его сопротивлению?
4. Что изменилось на участке цепи, если включенный параллельно этому участку вольтметр показывает увеличение напряжения?

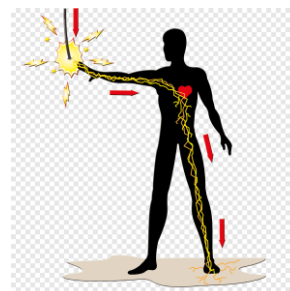
U	R	I
20 В	10 Ом	?
?	5 Ом	10 А
15 В	?	5 А
350 В	2 МОм	?
?	10 кОм	10 А
30 кВ	?	15 мА

5. Решите устно задачи в таблице:

*Задача:* Во сколько раз отличаются сопротивления нити накала лампы карманного фонарика в “горячем” (рабочем) состоянии от ее сопротивления в “холодном” состоянии, когда при напряжении 9,6 мВ через лампочку течет ток 8 мА? В рабочем состоянии лампочка потребляет ток 250 мА при напряжении 3 В.

#### V. §§ 42-44. Упр. 19, № 1-2. Упр. 21, № 1-4.

1. Научитесь измерять электрическое сопротивление своего тела и выясните, как оно изменяется в течение суток.
2. Найдите сопротивление лампочки для карманного фонаря, используя ее паспортные данные.



*Дьявол таится в деталях.*

*Французская пословица*

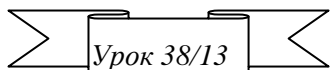
**Дополнительная информация:** Напряжение можно уподобить лучнику, а ток – стреле. Да, лучник создает движение, но убивает все равно стрела. **«Напряжение бьет, а ток убивает»!** Удар электрическим током может быть опасен для здоровья и даже для жизни. Тяжесть поражения зависит от силы тока, продолжительности его действия и от того, по какому пути ток протекает в теле человека (особенно чувствительны сердце и мозг). Определим, например, силу тока в теле ученицы при напряжении при её возможном подключении к осветительной сети. Какой ток протекал бы по телу ученицы? Протекая через тело человека, электрический ток оказывает на него термическое (нагревание тканей, вплоть до ожога), химическое (диссоциация жидкостей, в том числе крови) и биологическое (сокращение мышц) действие. Большинство людей ощущают электроток при силе тока 1 мА. Сила тока в несколько миллиампер вызывает болевые ощущения. Однако сила тока выше 10 мА вызывает резкое сокращение мышц, и человек может оказаться не в силах освободиться от источника тока. В этом случае может произойти остановка дыхания. Если ток свыше 70 мА проходит в области сердца, сердечная мышца начинает беспорядочно сокращаться (фибрилляции сердца), что часто приводит к смерти. Как ни странно, при значительно большей силе тока (порядка 1 А) смертельный исход менее вероятен (остановка сердца). При

сухой коже сопротивление тела человека  $10^4 - 10^6$  Ом, влажная кожа может уменьшить сопротивление до  $10^3$  Ом. При хорошем контакте с землей  $I = 220 \text{ В} / 1000 \text{ Ом} = 220 \text{ мА}$ .

Лучше сразу выработать привычку, даже работая с батарейками от карманного фонаря, никогда не касаться двух полюсов одновременно, если есть возможность, то не проводить измерений под напряжением. Нужно измерить напряжение в схеме, выключите питание, подключите прибор и включите питание. *Вопрос:* Можно ли оценить напряжение в сети по крепости выражения, которым сопровождается прикосновение к клеммам источника тока?

*Сведение множества к единому – в этом первооснова красоты.*

*Пифагор*



## РАСЧЕТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА ПОСТОЯННОГО СЕЧЕНИЯ

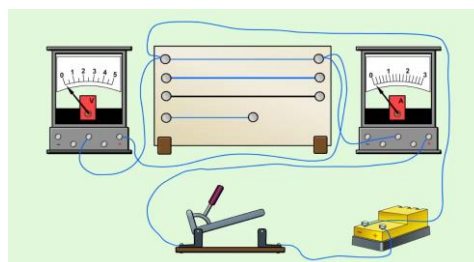
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Экспериментально установить зависимость сопротивления проводника постоянного сечения от его материала, длины и площади поперечного сечения; применить полученную формулу для определения сопротивления провода (резистора).

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** выпрямитель ВС–24, демонстрационные амперметр и вольтметр, ключ, проводники на панели, ванна электролитическая с раствором электролита, лампа накаливания, прибор для демонстрации зависимости сопротивления проводника от температуры.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



**II. Опрос фундаментальный:** 1. Зависимость силы тока от напряжения. 2. Закон Ома. 3. Электрическое сопротивление.

**Вопросы:**

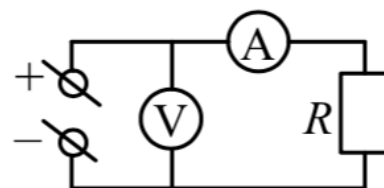
1. Как объяснить с помощью аналогии, почему проводник оказывает сопротивление току?
2. Дайте определение понятия «электрическое сопротивление».
3. Какими способами можно измерить напряжение в городской сети, имея в своем распоряжении любые приборы, кроме вольтметра?
4. Мальчик поочередно подключал к источнику тока лампы от карманного фонаря, на цоколе которых написано 3,5 В. Показания амперметра при этом были для одной лампы – 0,28 А, а для другой – 0,18 А. В чем причина?
5. Сопротивление человеческого тела в среднем составляет 50 кОм. Какое напряжение опасно для человека, если известно, что ток силой более 10 мА может оказаться смертельным?



6. Почему зарядка электромобиля от источника тока напряжением 220 В происходит в два раза быстрее, чем от источника тока напряжением 110 В?

*Задачи:*

1. В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке,  $R = 3 \text{ кОм}$ , показание амперметра  $I = 1 \text{ мА}$ . Чему равна цена деления идеального вольтметра, если его стрелка отклонилась на 30 делений?

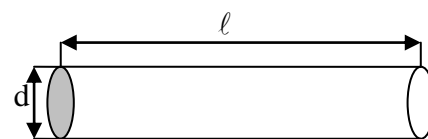


2. Электродвигатель трамвая работает при силе тока 80 А и напряжении 400 В. Двигаясь равномерно при силе тяги двигателя 4 кН, трамвай за время 10 с проезжает 60 м. Найдите сопротивление обмотки электродвигателя.

**III.** Почему проводник оказывает сопротивление протекающему по нему электрическому току? Аналогия с рядами солдат, вдоль которых бегут дети – электроны. Основываясь на этой аналогии, попытаемся дать ответ на вопрос: «От чего зависит сопротивление проводника?». В экспериментах мы будем использовать металлический проводник постоянного сечения (провод) и электролит в ванне. Площадь поперечного сечения проводника:  $S = \pi \cdot r^2 = \pi \frac{d^2}{4}$ .

**Демонстрация зависимости сопротивления проводника от его длины.**

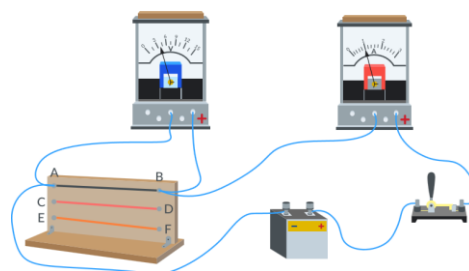
Почему сопротивление проводника зависит от его длины (электрическое поле распределяется по большей длине, и его величина (ветер) уменьшается)?



**Сопротивление проводника постоянного сечения прямо пропорционально его длине: ( $R \sim l$ ).**

**Демонстрация зависимости сопротивления проводника от площади его поперечного сечения: ( $R \sim 1/S$ ).** Почему сопротивление проводника зависит от площади его поперечного сечения (поле неизменно, но увеличивается число электронов)?

**Демонстрация зависимости сопротивления проводника от его материала** (расположение ионов в кристаллической решетке, наличие примесей). Формула для определения сопротивления проводника постоянного сечения:



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

**Удельное сопротивление материала проводника ( $\rho$ ) равно сопротивлению проводника из данного материала длиной 1 м и площадью поперечного**

сечения  $1 \text{ мм}^2$ :  $\rho = \frac{RS}{l}$  (Табл. 8 на странице 130).  $1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

Зависимость сопротивления металлического проводника от температуры (демонстрация). При нагревании сопротивление металлического проводника увеличивается, потому что электроны в проводнике движутся быстрее и их труднее заставить двигаться направленно.

Свойства электрического сопротивления в наши дни также используются для контроля коррозии и износа металла в трубопроводах - эти процессы влияют на сопротивление металлических стенок.

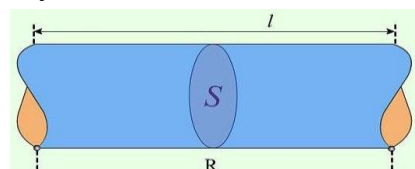
**Дополнительная информация.** Датчик деформации состоит по существу из очень тонкого провода, плотно прикреплённого к той части объекта, где требуется измерить деформацию. Когда в результате натяжения длина провода меняется, возникает изменение его электрического сопротивления, и это изменение сопротивления пропорционально изменению длины провода.

#### IV. Вопросы:

1. Проводник, из какого материала при прочих равных условиях имеет наименьшее сопротивление; наибольшее сопротивление?
2. Что означает запись:  $\rho_{\text{ж}} = 0,12 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ ?
3. Кусок проволоки разрезали пополам и половины свили между собой. Как изменилось сопротивление проводника?
4. Какой проводник представляет большее сопротивление для постоянного тока: сплошной медный стержень или медная трубка, имеющая внешний диаметр, равный диаметру стержня? Длины проводников одинаковы.
5. Железная и алюминиевая проволоки имеют равные массы и одинаковые длины. Какая из них обладает большим сопротивлением?
6. Жила медного провода, используемого для электропроводки, имеет площадь поперечного сечения  $4 \text{ мм}^2$ . Какую площадь поперечного сечения должен иметь алюминиевый провод, чтобы длина и сопротивление линии не изменились?
7. Почему в таблице удельное сопротивление дано при  $20^\circ\text{C}$ ?
8.  $1 \text{ Ом}$  – это электрическое сопротивление столбика ртути длиной  $106,3 \text{ см}$  и сечением  $1 \text{ мм}^2$ . Так ли это?
9. Почему с повышением температуры сопротивление металлов увеличивается?

#### Задачи:

1. При устройстве молниеотвода (в быту его часто называют громоотводом) был использован стальной провод площадью поперечного сечения  $20 \text{ см}^2$  и длиной  $30 \text{ м}$ . Определите сопротивление этого провода, если удельное сопротивление стали  $0,13 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ .
2. Какого сечения надо взять медную проволоку длиной  $13 \text{ м}$ , чтобы изготовить катушку электрического звонка сопротивлением  $0,65 \text{ Ом}$ ?



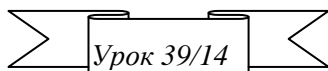
3. Сколько метров алюминиевой проволоки сечением  $10 \text{ мм}^2$  надо взять, чтобы ее сопротивление оказалось равным  $0,032 \text{ Ом}$ ?
4. В аккумуляторе площадь поверхности свинцовых пластин  $300 \text{ см}^2$ , расстояние между ними  $2 \text{ см}$ . Пластины погружены в водный раствор серной кислоты с удельным сопротивлением  $0,015 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ . Определите сопротивление слоя кислоты между пластинами.
5. Два куска медной проволоки имеют одинаковую массу. Площадь поперечного сечения одного из них в 4 раза больше площади поперечного сечения другого. Какой кусок проволоки имеет большее сопротивление и во сколько раз?

**V. §§ 45-46.** Упр. 22, задачи для повторения №№ 39-41.

1. Подготовиться к выполнению лабораторной работы № 5.
2. Алюминиевая и медная проволоки имеют равные массы и одинаковые площади поперечного сечения. Какая из них обладает большим сопротивлением и во сколько раз?
3. Удельное сопротивление графитового стержня карандаша  $4 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}\cdot\text{м}$ . Определите его сопротивление.

*Быть хорошо знакомым с достижениями науки еще не значит ее понимать.*

*Джеймс Конант*



## РЕОСТАТЫ

**А как насчет графитового реостата?**

**ЦЕЛЬ УРОКА:** Дать представление об устройстве и принципе действия реостата, способах его подключения и регулирования силы тока в цепи.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** выпрямитель ВС-24, лампочка накаливания, ключ, реостат ползунковый, реостат рычажный.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Лабораторная работа
5. Задание на дом



**II. Опрос фундаментальный:** 1. Расчет сопротивления проводника. 2.

Зависимость сопротивления проводника от температуры.

**Задачи:**

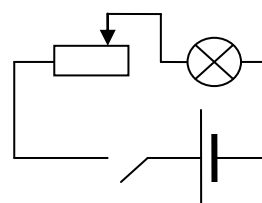
1. При устройстве громоотвода использовали стальной провод сечением  $35 \text{ мм}^2$  и длиной  $25 \text{ м}$ . Определите его сопротивление.
2. Какой ток пойдет по графитовому стержню, если на его концы подать напряжение  $6 \text{ В}$ ? Длина стержня  $20 \text{ см}$ , его диаметр  $2 \text{ мм}$ , удельное сопротивление графита  $4 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}\cdot\text{м}$ .

3. Определите длину никелиновой проволоки сечением  $0,1 \text{ мм}^2$  для нагревательного элемента электрической печи, рассчитанной на напряжение 120 В и силу тока 6 А.
4. Определите массу неизолированного медного провода, имеющего сопротивление 2,9 Ом и длину 1 км.
5. Определить сопротивление мотка стальной проволоки диаметром 1 мм. Масса проволоки 300 г.

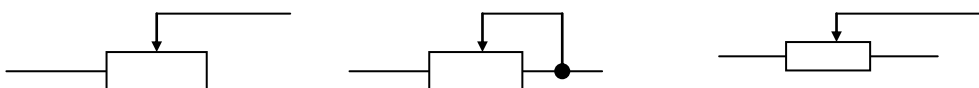
*Вопросы:*

1. Почему резистор оказывает сопротивление электрическому току?
  2. От каких свойств проводника зависит его сопротивление?
  3. Проводник разрезали вдоль, а образовавшиеся части соединили последовательно. Как изменилось его сопротивление?
  4. По оси медного цилиндра просверлили отверстие, после чего масса цилиндра уменьшилась на 20 %. Как и во сколько раз изменилось его сопротивление?
  5. Как измерить сопротивление резистора?
  6. Как отрезать кусок провода сопротивлением 5 Ом?
  7. Длину медной проволоки вытягиванием увеличили вдвое. Как изменилось ее сопротивление?
  8. Удельное сопротивление никелина  $0,45 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$ . Что это значит?
  9. Почему на розетках указывают не силу тока, а напряжение?
  10. Свинцовый провод в 4 раза короче алюминиевого. Сравните их сопротивления, если их сечения одинаковы.
  11. Если лампа накаливания работает при низком напряжении, ее жизнь длится очень долго. Почему?
  12. Сопротивления двух проводников круглого сечения, имеющих одинаковую длину и изготовленных из одного материала, относятся как 1:2. Какой из них тяжелее и во сколько раз?
1. Как объяснить зависимость сопротивления металлического проводника (электролита) от температуры?
  2. В каком из приведенных ниже случаев нельзя сравнивать результаты измерения двух величин? 1)  $3 \frac{\text{Ом}\cdot\text{см}^2}{\text{м}}$  и  $4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ; 2)  $2 \text{ В/А}$  и  $7 \text{ Ом}$ ; 3)  $4 \text{ Кл}$  и  $3 \text{ А}\cdot\text{с}$ ; 4)  $3 \text{ Ом}$  и  $2 \text{ В}\cdot\text{А}$ .

**III.** Каким образом можно регулировать силу тока в цепи? Запишите формулу закона Ома. Два способа изменения силы тока в цепи: изменение сопротивления участка цепи или напряжения на участке цепи. Оба способа можно осуществить с помощью реостата (изобретен Иоганном Христианом Поггендорфом). **Устройство**



**реостата: обмотка, ползунок, контакты, корпус. Первый способ изменения силы тока в цепи (реостат).**

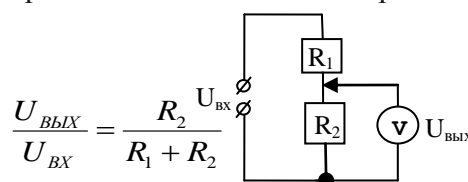


Какому бытовому прибору аналогичен реостат (водопроводный кран)? Ученикам выдаются лабораторные реостаты. Каким образом один виток обмотки изолирован от другого? Как обеспечивается хороший контакт ползунка с обмоткой реостата? Что означает надпись на табличке: «6 Ом, 2 А»? Типы реостатов: ползунковые, рычажные, штепсельные.

**Реостаты используются в тех цепях, где необходимо плавное изменение сопротивления от нуля до какой-нибудь определенной величины.**

**Дополнительная информация.** Демонстрация изменения выходного напряжения при перемещении движка реостата (потенциометр). Основным свойством любого делителя напряжения является то, что при соответствующем подборе  $R_1$  и  $R_2$  выходное напряжение может представлять собой какую-то часть входного.

Демонстрация реостатного датчика перемещения (на ползунке стрелка-указатель, выше – демонстрационная линейка). Перемещение движка реостата приводит к изменению силы тока, и поэтому о величине перемещения можно судить по току. Если ползунок реостата закрепить к поплавку, то таким образом можно судить о количестве топлива в баке или воды в емкости (датчик уровня).



$$\frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

**IV.** Начертить схему электрической цепи, состоящей из источника тока, ключа, реостата, амперметра, предназначенную для регулирования силы тока в цепи. Выполнение лабораторной работы №5.

**Дополнительное задание:** изготовьте самодельный реостат (проволока с двумя клеммами) и продемонстрируйте его действие.

**V.** § 47. Упр. 23, № 1, 2. Задачи для повторения № 42, 43.

Подготовиться к лабораторной работе № 6.

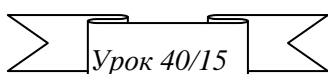
1. Как с помощью реостатного датчика преобразовать изменение угла поворота в изменение электрического тока?
2. Придумайте конструкцию реостатного датчика для преобразования изменения давления в изменение силы электрического тока.
3. Как определить сопротивление медной проволоки, имея в распоряжении карандаш и масштабную линейку?
4. Будет ли светиться лампочка карманного фонаря, если ее подключить к нескольким виткам включенной в сеть электроплитки (спирали)?

— Ну, у тебя совесть есть?

— Осталось совсем мало. Уже экономлю!

*Я слушаю и забываю,  
Я вижу и забываю,  
Я делаю и понимаю.*

*Мори Ван Мейте*



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6: «ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЗИСТОРА»

**ЦЕЛЬ УРОКА:** Научить учащихся измерять сопротивление резистора с помощью

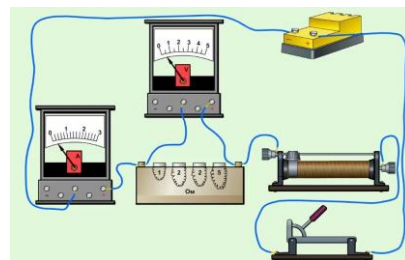
амперметра и вольтметра, оценивать погрешность результата измерения

**ТИП УРОКА:** лабораторная работа.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** блок питания, исследуемый резистор, амперметр и вольтметр лабораторные, реостат, ключ, соединительные провода.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Краткий инструктаж
3. Выполнение работы
4. Подведение итогов
5. Задание на дом



**II.** Инструктаж по выполняемой лабораторной работе проводит ученик с дополнениями учащихся класса.

Записать в тетради: название работы, цель, оборудование, краткую теорию, зарисовать электрическую схему экспериментальной установки.

Измерение силы тока и напряжения, определение сопротивления резистора при трех положениях движка реостата. Определение погрешности результата измерения.

**Отчетная таблица:**

**Дополнительное задание:**  
Определите длину проволоки в мотке, определите материал проводника, исследуйте зависимость сопротивления нити накала лампочки от яркости ее свечения (качественно).

Величина	I, A	U, В	R, Ом
Измерение			
Относительная погрешность			

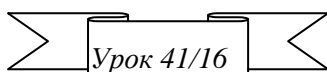
**IV.** Подведение итогов.

**V.** Упр. 23, № 3-4. Задача для повторения № 44.

1. Измерьте удельное сопротивление древесины живых, мертвых и заболевших деревьев, после чего сравните их.
2. Чему равно сопротивление резистора? 

*Математика – область физики, в которой эксперименты стоят не миллионы, а копейки.*

*В.И. Арнольд*



## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

- Если вы не понимаете, что говорить, лучше промолчать.

**ЦЕЛЬ УРОКА:** Научить учащихся рассчитывать параметры простейших электрических цепей с применением закона Ома для участка электрической цепи и формулы для расчета сопротивления проводника постоянного сечения.

**ТИП УРОКА:** решение задач.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** микрокалькулятор.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Решение задач
4. Самостоятельная работа
5. Задание на дом

**II.** Опрос фундаментальный: 1. Реостаты. 2.

Измерение сопротивления резистора.



*Вопросы:*

1. Как изменяется сопротивление проволоки при ее растяжении?
2. Объясните, почему сопротивление проводника зависит от его материала, длины, площади поперечного сечения?
3. Имеется моток медной проволоки (без изоляции). Как, имея весы и омметр, найти длину и площадь поперечного сечения проволоки?
4. На резисторе сопротивление обычно указывается следующим образом:  $R = 27 \text{ кОм} \pm 10\%$ . Что означает эта запись?
5. Как будут изменяться показания вольтметра, если сопротивление реостата увеличивать?
6. Начертите схему цепи с электродвигателем, в которой бы можно было изменять и измерять силу тока, поступающего в обмотку электродвигателя.
7. Можно ли включать в сеть напряжением 220 В реостат, на котором написано 30 Ом, 5 А?
8. Как с помощью линейки измерить удельное сопротивление материала обмотки реостата?
9. В цепь включены: источник тока, ключ, электрическая лампа и ползунковый реостат. Нарисуйте в тетради схему этой цепи. Куда надо передвинуть ползунок реостата, чтобы лампа светила ярче?
10. Почему обмотку реостата не делают из медной проволоки?
11. Проведите аналогию между реостатом и водопроводным краном.
12. В каких случаях следует использовать рычажный реостат, а в каких – со скользящим контактом?
13. Как изолируют друг от друга витки обмотки реостата?
14. Объясните последствия перемещения движка реостата вправо (рис. 1).
15. Объясните последствия перемещения движка потенциометра вверх (рис. 2).

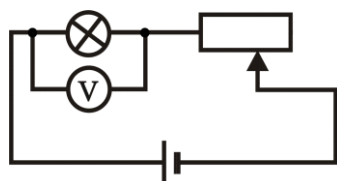
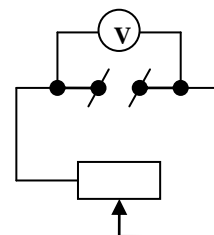


Рис. 1

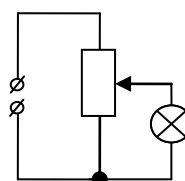


Рис. 2

16. Дайте рекламу школьному лабораторному реостату.

**III. Задачи:**

1. Какова масса никелинового провода сечением  $0,5 \text{ мм}^2$ , если его сопротивление 8 Ом.
2. Между пунктами N и M протянута двухпроводная линия связи

сопротивлением  $0,75 \text{ кОм}$ . Расстояние между М и N равно  $40 \text{ км}$ . На каком расстоянии от М произошло замыкание линии, если вольтметр показывает  $10 \text{ В}$ , а амперметр  $0,04 \text{ А}$ ?

3. Определить площадь поперечного сечения и длину проволоки из алюминия, если её сопротивление  $0,1 \text{ Ом}$ , а масса  $54 \text{ г}$ .
4. При напряжении  $1,2 \text{ В}$  на концах куска медной проволоки постоянного круглого сечения по ней течет ток силой  $100 \text{ мА}$ . Если отрезать от куска  $4 \text{ м}$  и подать на оставшуюся проволоку тоже напряжение, то сила тока возрастет на  $20 \text{ мА}$ . Определите диаметр проволоки.

**IV.** Самостоятельная работа по карточкам.

**V.** Задача для повторения № 45.

Подготовка к выполнению контрольной работы № 3.

1. Проволоку длиной  $1 \text{ м}$  растянули так, что ее длина стала  $110 \text{ см}$ . На сколько процентов увеличилось при этом ее сопротивление?
2. Определите электрическое сопротивление между концами полой медной трубки массой  $2,7 \text{ кг}$  и площадью поперечного сечения проводящей части  $1 \text{ мм}^2$ .
3. Отрезок провода круглого сечения имел длину  $L_1$ . С помощью молотка и наковальни провод расплющили в тонкую пластинку длины  $L_2$ . Во сколько раз возросло сопротивление провода, если плотность материала и удельное сопротивление не изменились?

*В янтаре содержится огненная и бестелесная сила, которая выходит из него скрытыми путями, если потереть поверхность янтара...*

*Плутарх*

### **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3**

*Мысленные рассуждения произведены бывают из надежных и много раз проверенных опытов.*

*М.В. Ломоносов*

### **СОЕДИНЕНИЕ РЕЗИСТОРОВ**

**Почему птицы не погибают, сидя на проводах?**

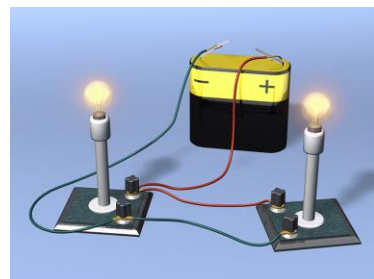
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Развить представление о способах соединения резисторов.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** два проводника на панели, амперметр и вольтметр демонстрационные, ключ, соединительные провода.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Работа над ошибками
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



**II.** Работа над ошибками, допущенными при выполнении контрольной работы.

**III.** Каков антоним слову «параллельно»? Математик: «перпендикулярно». Физик: «последовательно».

В практической деятельности часто приходится включать в электрическую цепь несколько



потребителей электрической энергии. Пример с включением электроламп в классе. Существует три способа соединения потребителей электрической энергии друг с другом: **последовательное, параллельное, смешанное**. Как соединить два резистора **последовательно**? Схема и таблица на доске.

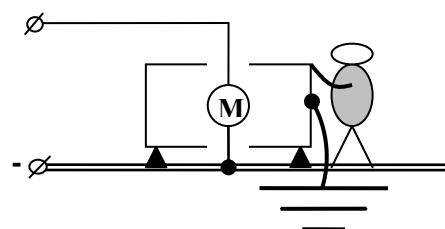
Соединение проводников	$U_1, В$	$U_2, В$	$U, В$	$I_1, А$	$I_2, А$	$I, А$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R, Ом$	Выводы
Последовательное										
Параллельное										

**На каком из резисторов напряжение больше при их последовательном соединении (вывод)?**

Собрать на панели электрическую цепь из двух последовательно соединенных лампочек, рассчитанных на напряжение 6 В, и подключить их к источнику тока того же напряжения. Почему лампочки горят тускло? Как можно увеличить накал лампочек? А если использовать тот же источник тока?

**Параллельное соединение.** Измерение токов, напряжений, общего сопротивления, заполнение таблицы, выводы. **В каком из резисторов сила тока больше при их параллельном соединении (вывод)?** Правда ли, что при параллельном соединении резисторов их общее сопротивление меньше меньшего?

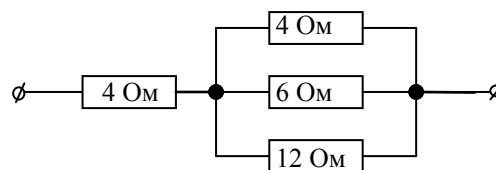
*Вопрос:* Почему птицы, сидящие на проводах линии высокого напряжения, остаются невредимыми (объяснение по рисунку)?



**Заземление электрооборудования.** Почему молния чаще всего бьет в громоотвод? Как лианы тропический лес от грозы спасают? В лианах содержится много влаги, а их кора очень тонкая, что делает из лиан отличные проводники электрического тока. Если молния попадает в дерево, на котором закрепились лианы, то заряд уходит по «живым» проводам в землю.

**Смешанное соединение.**

*Задача:* Четыре резистора соединены по схеме, приведенной на рисунке. Напряжение между точками А и В равно 18 В. Определить общее сопротивление и токи в отдельных проводниках.



По какому из параллельно соединенных резисторов течет больший ток? Какой бы ток тек через него, если бы его сопротивление было равно нулю?

**IV. Задачи:**

1. Электрическая схема состоит из источника тока и двух последовательно соединенных резисторов. Сопротивление одного из резисторов 5 Ом, другого – неизвестно. Вольтметр, подключенный параллельно к первому резистору, показал 10 В, а при подключении ко второму – 6 В. Каково сопротивление второго резистора?

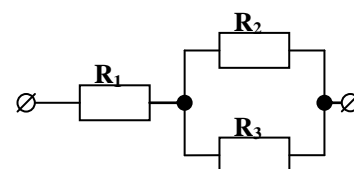
Два последовательно включенных резистора образуют делитель напряжения. Как с помощью резистора уменьшить напряжение?

2. Два резистора соединены параллельно. Сопротивление первого резистора 2 Ом, второго – неизвестно. Амперметр, включенный последовательно с первым резистором, показал 3 А, а при включении последовательно со вторым – 0,5 А. Каково сопротивление второго резистора?

*Если вы не делаете ошибок, вы решаете слишком простые задачи, и это большая ошибка.*

*Фрэнк Вильчек*

3. В цепи сопротивление резисторов  $R_1 = 1$  Ом,  $R_2 = 2$  Ом, напряжение на них  $U_1 = 2$  В,  $U_2 = 3$  В. Найдите сопротивление третьего резистора.



V. §§ 48-49. Упр. 24, № 1, 2. Упр. 25, № 1, 2.

1. Как изменится освещенность в комнате, если вместо одной лампочки будут включены в сеть последовательно две такие же, как эта одна?

*Никаким количеством экспериментов нельзя доказать теорию, но достаточно одного эксперимента, чтобы её опровергнуть.*

*Альберт Эйнштейн*

**Дополнительный урок. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ: «ИЗУЧЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ РЕЗИСТОРОВ»**

**Как с помощью резистора уменьшить напряжение?**

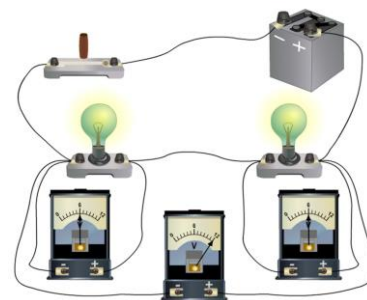
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Экспериментально проверить выводы, полученные на прошлом уроке при изучении последовательного соединения резисторов.

**ТИП УРОКА:** лабораторная работа.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** источник тока “Практикум”, амперметр и вольтметр лабораторные, ключ, реостат, два резистора на колодке, соединительные провода.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Краткий инструктаж
3. Выполнение работы
4. Задание на дом



**II. Инструктаж учителя:** Какое соединение резисторов называют последовательным? Зарисуйте схему электрической цепи, содержащую два последовательно соединенных резистора, источник тока, реостат, ключ. Соберите электрическую схему на демонстрационном столе. Необходимо измерить токи в каждом резисторе и во всей цепи, напряжение на резисторах. Как измерить токи с помощью одного амперметра? Как определить сопротивление резистора, общее сопротивление двух последовательно соединенных резисторов?

**III. Отчетная таблица:**

№ п/п	$U_1, В$	$U_2, В$	$U, В$	$I_1, А$	$I_2, А$	$I, А$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R, Ом$	Выводы
1.										
2.										
3.										

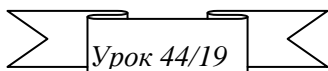
Выводы о распределении токов и напряжений в электрической цепи. Проверка справедливости формулы для определения общего сопротивления двух последовательно соединенных резисторов. Три измерения. **Выводы.**

**Дополнительное задание:** Определите неизвестное сопротивление резистора с известным сопротивлением и вольтметра (амперметра). Рассчитайте силу тока в цепи из последовательно включенного резистора и реостата, после чего определите силу тока экспериментально.

#### IV.

*Ты разумом вникни, поглубже пойми,  
Что значит для нас называться людьми...  
Земное с небесным в тебе сплетено,  
Два мира связать не тебе ли дано?*

*А. Фирдоуси*



### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

**- Надо пытаться, напрягайте свои извилины!**

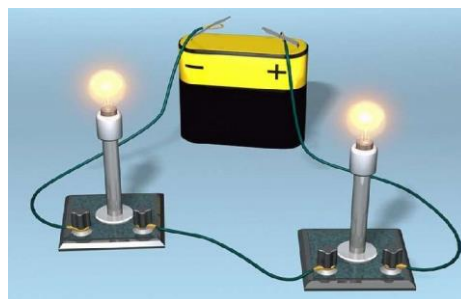
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Развить представление учеников о распределении токов и напряжений в электрических цепях и научить их рассчитывать эти цепи.

**ТИП УРОКА:** решение задач.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** микрокалькулятор.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Решение задач
4. Самостоятельная работа
5. Задание на дом



**II. Опрос фундаментальный:** 1. Последовательное соединение резисторов. 2. Параллельное соединение резисторов. 3. Смешанное соединение резисторов.

**Задачи:**

1. Дуговой фонарь, требующий для своего питания напряжение 40 В и силу тока 10 А, включили в сеть с напряжением 120 В через реостат. Чему равно сопротивление реостата? Какой реостат подойдет для этого?

При последовательном соединении реостат «съедает» часть напряжения и уменьшает силу тока в цепи.

2. Какие сопротивления можно получить, имея три резистора по 6 Ом?

3. Два параллельно соединенных резистора, сопротивление одного из которых в два раза больше сопротивления другого, включены в сеть напряжением 90 В. Найти сопротивления этих резисторов и токи в них, если ток в цепи 1,5 А.

4. К электрической цепи из двух последовательно соединенных резисторов 1 Ом и 2 Ом подключен источник постоянного напряжения 12 В. Если параллельно первому резистору подключить идеальный амперметр, то каковы будут его показания?

**Вопросы:**

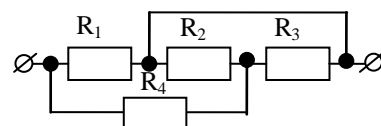
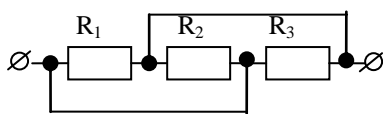
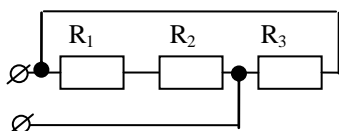
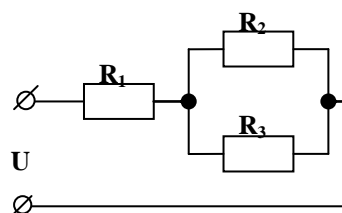
1. При последовательном соединении резисторов, их общее сопротивление

больше, чем сопротивление каждого из них. Как это можно объяснить?

2. При параллельном соединении резисторов, их общее сопротивление меньше, чем сопротивление каждого из них. Как это можно объяснить?
3. Что необходимо сделать, чтобы уменьшить вдвое силу тока в резисторе?
4. Электрическая цепь состоит из двух последовательно соединенных проволок разного сечения. С одинаковой ли скоростью перемещаются в них электроны при протекании тока?
5. Имеется точный амперметр. Как, пользуясь им, нанести шкалу на другой, еще не проградуированный амперметр?
6. Кондуктор автобуса имеет возможность подать сигнал водителю с двух разных точек в салоне. Какой должна быть схема электрической цепи со звонком для этого?
7. Ползунковый реостат рассчитан на определенную силу тока. Как поступить, если необходимо им регулировать вдвое больший ток?
8. Показания амперметра, включенного последовательно на некотором участке цепи, увеличились. Какими изменениями в цепи это может быть вызвано?
9. Как, последовательно или параллельно соединены между собой одновременно работающие конфорки электрической плиты?
10. К источнику постоянного напряжения подключен последовательно резистор и реостат. Как изменяется напряжение на резисторе в зависимости от сопротивления реостата?

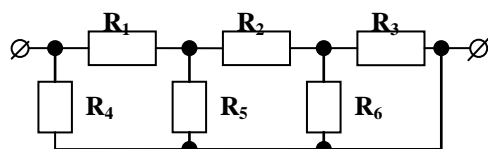
### III. Задачи:

1. Электрическая цепь состоит из трех последовательно соединенных резисторов, подключенных к источнику тока с напряжением 24 В. Сопротивление первого резистора 4 Ом, второго - 6 Ом, и напряжение на концах третьего резистора 4 В. Найти силу тока в цепи, сопротивление третьего резистора и напряжение на концах первого и второго резисторов.
2. Определите полное сопротивление цепи и токи в каждом резисторе, если резисторы соединены так, как показано на рисунке, а  $R_1 = 1 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 3 \text{ Ом}$ ,  $U = 11 \text{ В}$ .
3. Внешняя цепь гальванического элемента составлена из трех резисторов с сопротивлением  $R_1 = R_2 = R_3 = 1 \text{ Ом}$ . Найти общее сопротивление.



**Точки на одном проводе, можно соединять друг с другом, укорачивая провод!**

4. В цепи  $R_1=3 \text{ Ом}$ ,  $R_2=9 \text{ Ом}$ ,  $R_3=R_4=R_6= 6 \text{ Ом}$ ,  $R_5=4 \text{ Ом}$ . Найти сопротивление этой цепи.



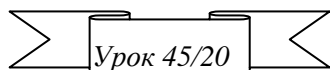
V. Задачи для повторения на ст. 104, № 3-5.

Задачи для повторения № 49-51.

1. В комнате есть две электрические лампы. Составьте схему включения в цепь такого переключателя, при помощи которого можно было бы зажигать ту или другую лампу, или обе вместе, или, наконец, обе выключать.
2. Почему нельзя вытирать мокрой тряпкой пыль с приборов, включенных в электрическую сеть?
3. При съемке с двумя фотолампами, срок службы которых невелик, рекомендуется во время наводки аппарата на объект съемки включать лампы в сеть последовательно, а затем, при съемке, переключать их на параллельное соединение. Как можно осуществить такое переключение, используя двухполюсный переключатель?

*Тот, кто изучает природу не через идею любви, никогда не познает ее законов.*

*Ф. Гегель*



### ЗАДАНИЕ: «ИЗУЧЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ РЕЗИСТОРОВ»

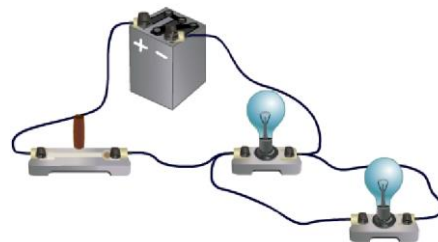
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Экспериментально проверить выводы, полученные на прошлом уроке при изучении параллельного соединения резисторов.

**ТИП УРОКА:** лабораторная работа.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** источник тока «Практикум», амперметр и вольтметр лабораторные, ключ, реостат, два резистора на колодке, соединительные провода.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Краткий инструктаж
3. Выполнение работы
4. Задание на дом



**II. Инструктаж учителя.** Какое соединение резисторов называют параллельным? Зарисуйте схему электрической цепи, содержащую два параллельно соединенных резистора, источника тока, реостата и ключа. Соберите электрическую схему на демонстрационном столе. Необходимо измерить токи в каждом резисторе и во всей цепи, напряжение на резисторах. Как измерить токи с помощью одного амперметра? Как определить сопротивление резисторов, общее сопротивление двух параллельно соединенных резисторов?

**III. Отчетная таблица:**

№ п/п	$U_1, \text{ В}$	$U_2, \text{ В}$	$U, \text{ В}$	$I_1, \text{ А}$	$I_2, \text{ А}$	$I, \text{ А}$	$R_1, \text{ Ом}$	$R_2, \text{ Ом}$	$R, \text{ Ом}$	Выводы
1.										
2.										
3.										

**Выводы** о распределении токов и напряжений в электрической цепи. **Проверка** справедливости формулы для определения общего сопротивления двух параллельно соединенных резисторов. **Сопротивление в электрической цепи может быть вредно в силовых цепях, но может быть полезно при манипуляциях с электричеством.**

**Дополнительное задание:** Рассчитать общее сопротивление двух параллельно включенных резисторов по формуле, затем определить экспериментально с помощью амперметра и вольтметра.

**IV.** Упр. 24, № 3, 4, Упр. 25 № 3, 4. Задачи для повторения № 46, 47.

1. В распоряжении школьника четыре резистора, сопротивление которых: 2 Ом, 3 Ом, 4 Ом и 5 Ом. Как следует соединить имеющиеся резисторы для получения эквивалентного сопротивления  $22/7$  Ом? Это почти число  $\pi$ !
2. Исследовать зависимость силы тока в ветви параллельного соединения от ее сопротивления.

*Понять – это привыкнуть и научиться пользоваться.*

*Р. Фейнман*

Урок

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

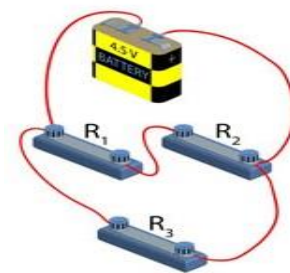
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Развить представление учеников о распределении токов и напряжений в электрических цепях и научить их рассчитывать эти цепи в сложных случаях, в том числе с применением принципов симметрии и эквивалентных электрических схем.

**ТИП УРОКА:** решение задач.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** микрокалькулятор.

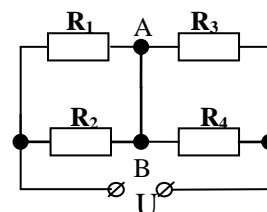
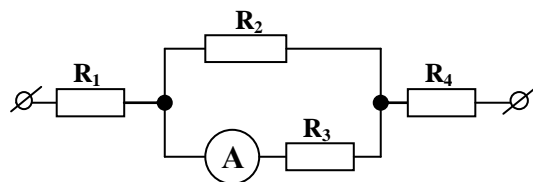
**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Примеры задач
4. Задание на дом



### II. Задачи:

1. Найти силу токов и напряжение в цепи, если амперметр показывает 2 А, а сопротивление резисторов  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = 10$  Ом,  $R_3 = 15$  Ом,  $R_4 = 4$  Ом.
2. Рассчитайте ток через перемычку АВ в схеме, приведенной на рисунке. Величины сопротивлений таковы:  $R_1 = 3$  Ом,  $R_2 = 6$  Ом,  $R_3 = R_4 = 4$  Ом. Напряжение на клеммах 12 В. Точки на одном проводе можно соединять друг с другом.
3. Сопротивление двух последовательно соединённых одинаковых резисторов на 45 Ом больше, чем сопротивление при их параллельном соединении. Найти сопротивление одного резистора.
4. Если участок цепи из двух параллельно соединенных резисторов сопротивлениями 3 и 6 Ом замкнуть на источник тока, то сила тока в неразветвленной части цепи 30 А. Найдите силу тока в каждом резисторе и напряжение на них.



### Вопросы:

3. Чтобы рука рабочего не попала под пресс, для его включения используют две кнопки (для правой и левой руки). Нарисуйте возможную электрическую схему цепи.
4. К источнику тока присоединены параллельно три одинаковые электрические

лампы. Начертите схему включения в эту цепь двух выключателей, один из которых управляет бы включением двух ламп одновременно, а другой – одной третьей лампой.

5. Нарисуйте схему соединения батарейки, лампочки и двух ключей, при которой для включения лампочки необходимо замкнуть оба ключа (хотя бы один ключ).
6. В замкнутую цепь последовательно включен резистор и электрическая лампочка. Изменится ли напряжение на лампочке, если резистор подключить с другой стороны лампочки?
7. Объясните последствия замыкания ключа в схеме (рис. 1).
8. Параллельно участку цепи с сопротивлением  $R_1$  подключен резистор с сопротивлением  $R_2$ . Как изменяется на этом участке цепи сила электрического тока и напряжение?
9. К источнику постоянного напряжения подключен параллельно резистор и реостат. Как изменяется сила тока в резисторе в зависимости от сопротивления реостата?
10. Электрическая цепь состоит из пяти одинаковых резисторов, соединенных последовательно. Параллельно одному из резисторов присоединили еще один такой же резистор. Как изменилось электрическое сопротивление цепи?
11. На каждый километр телеграфного провода, укрепленного на опорах, приходится  $N = 20$  изоляторов. Сопротивление каждого из них по отношению к Земле  $R_1 = 10^3$  МОм. Найти сопротивление  $R$  изоляции по отношению к Земле линии длиной  $L = 10$  км.
12. Вычислите показания идеальных амперметра и вольтметра в электрических цепях, схемы которых изображены на рисунках 2,3,4. Напряжение источника

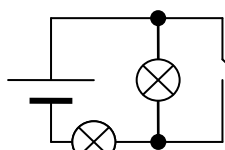


Рис. 1

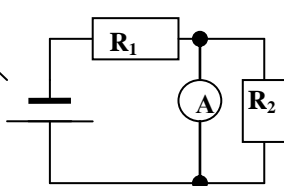


Рис. 2

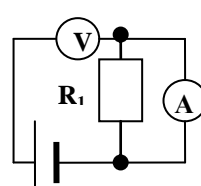


Рис. 3

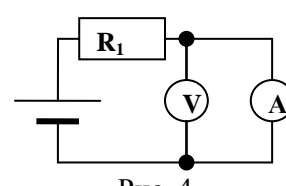


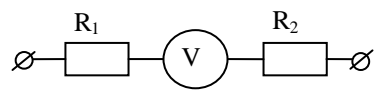
Рис. 4

тока 6 В, сопротивления резисторов  $R_1 = 1$  Ом,  $R_2 = 2$  Ом. **Идеальный амперметр в цепи можно временно заменить проводом, а идеальный вольтметр временно удалить из неё!**

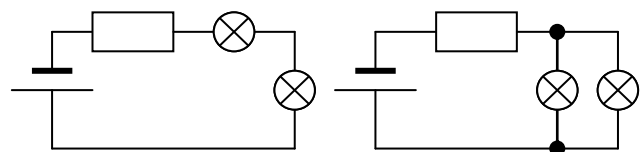
13. По участку цепи, состоящему из четырех одинаковых параллельно соединенных резисторов, течет ток 4,8 А. Найдите силу тока, который будет течь по участку, если эти резисторы соединить последовательно при том же напряжении.

14. Покажите, что два последовательно соединенных резистора образуют делитель напряжения.
15. Объясните, как осветить новогоднюю елку лампочками, рассчитанными на напряжение 6 В, если напряжение в сети 220 В?
16. Начертите схему электрической цепи, состоящей из батареи аккумуляторов, двух одинаковых лампочек, соединенных параллельно, и трех выключателей, одним из которых можно было включать и выключать сразу обе лампочки, а каждым из двух других – каждую лампочку в отдельности.
17. Какое соединение потребителей электрической энергии применяется в жилых помещениях?
18. Почему молния чаще бьет в громоотвод?

*Задачи:*

1. К сети напряжением 120 В присоединяются два резистора. При последовательном их соединении ток в цепи равен 3 А, при параллельном – 16 А. Чему равны сопротивления резисторов?
2. При подключении амперметра к сети постоянного напряжения через резистор сопротивлением 100 Ом сила тока, проходящего через амперметр, равна 40 мА. Если в цепь включить последовательно с амперметром не один, а два таких резистора, то сила тока станет равной 24 мА. Определите напряжение сети.
3. На участке цепи напряжение 24 В, сопротивления резисторов 4 Ом и 46 Ом, сопротивление вольтметра  110 Ом. Определите показания вольтметра.
4. Две одинаковых лампочки и один резистор сопротивлением 10 Ом подсоединены к источнику напряжения 6 В двумя способами, как показано на рисунке. В обоих случаях накал лампочки один и тот же. Какой ток протекает через одну лампочку?

**III. Принципы симметрии** при определении сопротивления электрической цепи.

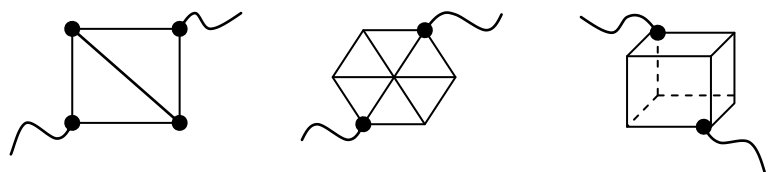


**Симметрия электрической схемы – свойство некоторых схем совмещаться с собой при поворотах вокруг некоторой оси. Если схема симметрична, то никакими приборами нельзя установить, сделан поворот или не сделан!**

**Резисторы или провода, по которым не течет ток, нужно просто удалять из схемы!**

*Задачи:*

1. Определите сопротивление проволочной сетки, если





сопротивление каждого звена  $r$ .

2. На рисунке 1 изображена бесконечная цепь, образованная повторением одного и того же элемента, состоящего из сопротивления  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 4 \text{ Ом}$ . Найти сопротивление этой цепи.

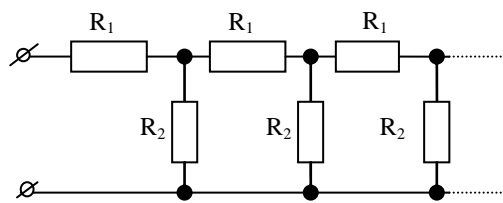
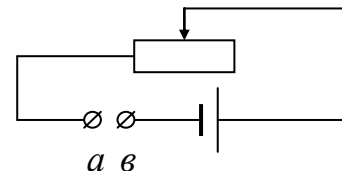


Рис. 1

- IV. Экспериментальное задание:** Изготовить модель омметра, отградуировать его шкалу и измерить им сопротивление резистора. Оборудование: источник тока, амперметр, реостат, набор резисторов с известными сопротивлениями, резистор с неизвестным сопротивлением, ключ, соединительные провода. Замкнув накоротко  $a$  и  $b$ , устанавливаем на шкале амперметра «0», а разомкнув – устанавливаем на шкале «∞». Дальнейшая градуировка с помощью резисторов с известным сопротивлением.



*Если в задаче меньше трех переменных, это не задача, если больше восьми – она неразрешима.*

*"Физики шутят"*

*Доп. урок.*

## РАСШИРЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕРЕНИЯ АМПЕРМЕТРА И ВОЛЬТМЕТРА

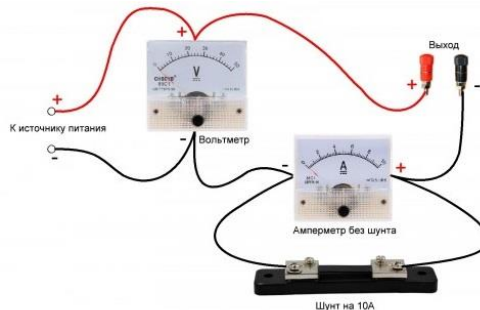
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Продемонстрировать применение последовательного и параллельного соединения резисторов для расширения пределов измерения электроизмерительных приборов – амперметра и вольтметра.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** амперметр и вольтметр.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Работа над ошибками
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



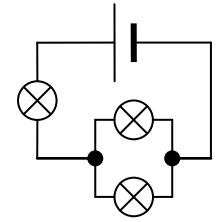
**II. Вопросы:**

1. В каких случаях необходимо использовать последовательное (параллельное) соединение потребителей электрической энергии?
2. Назовите достоинства и недостатки последовательного (параллельного) соединения потребителей электрической энергии.
3. В осветительную сеть с напряжением 220 В надо включить четыре одинаковые лампы, дающие полный накал при напряжении 110 В. Как следует соединить лампы, чтобы они не перегорали при включении их в ту же сеть?
4. Начертите схему включения в осветительную сеть с напряжением 220 В трех ламп, из которых одна требует для нормальной работы напряжения 220

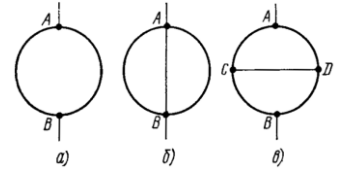
В, а две другие – по 110 В каждая.

5. Как изменится сила тока в цепи, если к участку электрической цепи, состоящему из нескольких параллельно соединенных резисторов, добавить еще один?

6. На рисунке все лампочки одинаковые. Какие из них светятся одинаково ярко? Какую лампу нужно выключить, чтобы другие лампы погасли? Какая лампа светит ярче других?



7. Из куска проволоки сопротивлением 4 Ом сделано кольцо. Чему равно сопротивление кольца, если его включить в цепь диаметрально противоположными точками А и В? Чему будет равно его сопротивление, если эти точки соединить куском проволоки сопротивлением 1 Ом? Каким станет сопротивление кольца, если сделать эту перемычку поперечной?



8. Что вы теперь знаете о способах соединения резисторов?

9. Почему, выкрутив лампочку из елочной гирлянды, нельзя засовывать в патрон палец?

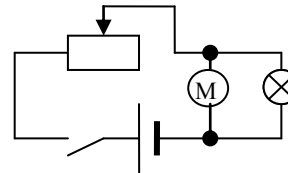


Рис. 1

10. Объясните последствия перемещения движка реостата вправо (рис. 1).

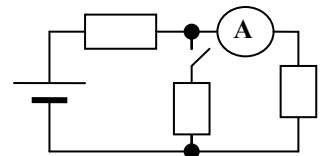
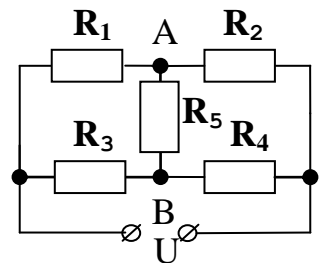


Рис. 2

11. Как будет реагировать идеальный амперметр на замыкание ключа (рис. 2). Все резисторы одинаковые.

*Задачи:*

1. Даны сопротивления резисторов:  $R_1 = 60$  Ом,  $R_2 = 20$  Ом,  $R_3 = 90$  Ом. При каком значении сопротивления резистора  $R_4$  ток, текущий по резистору  $R_5$  будет равен нулю?



2. Электрическая цепь на рисунке 3 состоит из источника постоянного напряжения 3 В, идеального миллиамперметра, четырех резисторов и реостата. При изменении сопротивления реостата от нуля до очень большого значения, сила тока в цепи изменяется от 1 до 0,75 мА. Определите сопротивления резисторов.

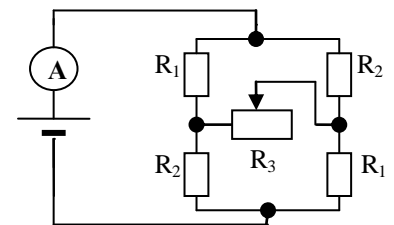
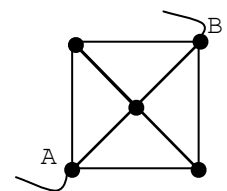
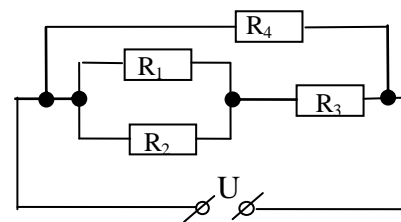


Рис. 3

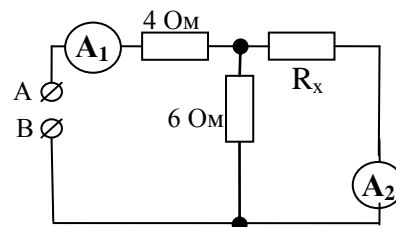
3. Определите сопротивление проволочного каркаса в виде квадрата с диагоналями, спаянными в центре. Каркас включен в цепь точками А и В. Сопротивление стороны квадрата  $r$ .



4. Рассчитайте полное сопротивление цепи и токи в проводниках, если:  $R_1 = 6 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 12 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 6 \text{ Ом}$ ,  $U = 4,8 \text{ В}$ .



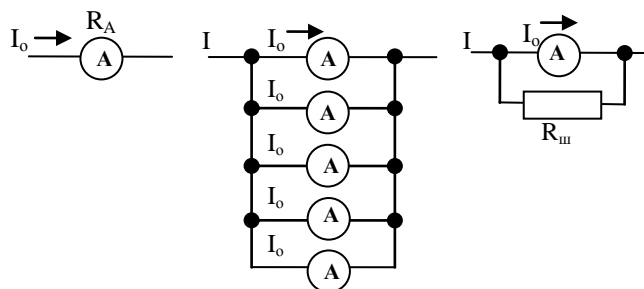
5. Определите сопротивление  $R_x$  и цепи между точками А и В, если первый амперметр показывает 3 А, а показания второго амперметра равны 1,5 А.



6. Из проволоки постоянного поперечного сечения изготовлен квадрат ABCD. При подключении источника постоянного напряжения при помощи проводов с малым сопротивлением к соседним вершинам квадрата А и В полная сила тока в цепи равна 64 мА. Какой силы ток будет протекать по стороне AD, если тот же источник напряжения подключить к вершинам А и С?

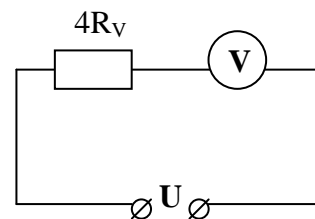
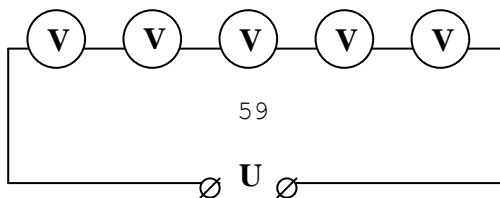
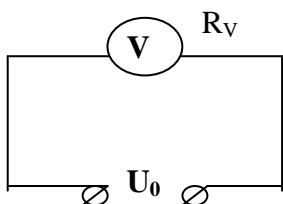
7. Из куска проволоки сопротивлением 10 Ом сделали кольцо. Где к кольцу следует присоединить провода, подводящие ток, чтобы сопротивление кольца оказалось равным 1 Ом?

**III.** Амперметр служит для измерения силы тока, вольтметр – для измерения электрического напряжения. Основной частью этих приборов является гальванометр, отклонение стрелки которого пропорционально силе протекающего через него тока. Сила тока, вызывающая отклонение стрелки гальванометра на всю шкалу ( $I_0$ ), равна 0,25 мА, поэтому этот прибор способен измерять непосредственно только слабые токи. Можно ли расширить пределы измерения гальванометра



(амперметра)? Пусть по проводу течет ток силой  $I = nI_0$ . Тогда:  $R_{ш} = \frac{R_A}{n-1}$ .

**Шунт** - устройство, которое позволяет электрическому току протекать в обход какого-либо участка схемы, обычно представляет собой низкоомный резистор, катушку или проводник. При подключении идеального амперметра сила тока в резисторе не изменяется. Можно ли гальванометр использовать в качестве вольтметра? Да! Но этот вольтметр способен измерять непосредственно очень малые напряжения:  $U_0 = I_0 R_V$ , где  $R_V$  – внутреннее сопротивление вольтметра. Можно ли расширить пределы измерения вольтметра? Пусть предел измерения вольтметра  $U_0$ , а необходимо измерить  $U = nU_0$ . Тогда  $R_{дон} = R_V(n-1)$ .

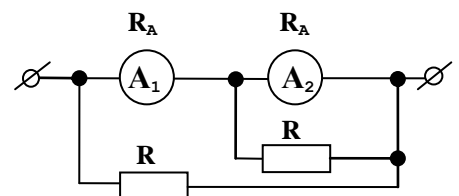
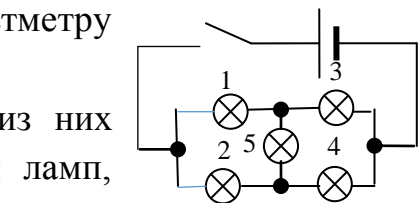


#### IV. Вопросы:

1. Как измерить напряжение городской сети, превышающей 200 В, если имеются вольтметры со шкалами только до 150 В?
2. На участке электрической цепи включили поочередно два исправных амперметра, причем первый показал меньшую величину тока, чем второй. Объясните явление.
3. Как измерить напряжение в сети прибором, измеряющим силу тока?
4. Как применить закон сохранения электрического заряда к объяснению законов последовательного и параллельного соединения проводников?
5. Ученик по ошибке включил вместо вольтметра при измерении напряжения на горящей лампочке амперметр. Объясните, что произошло с величиной тока в цепи.
6. Как измерить сопротивление данного амперметра, если имеется другой амперметр, сопротивление которого известно?
7. Приведите примеры цепи, которая не сводится к комбинациям последовательных и параллельных соединений.
8. Три резистора соединены последовательно. Как, не разъединяя цепь, с помощью двух дополнительных проводов соединить эти резисторы параллельно?
9. Как определить сопротивление данного вольтметра, если имеется другой вольтметр, сопротивление которого известно?
10. Какой амперметр и, какой вольтметр называют идеальными? Почему?
11. В каком случае последовательно к вольтметру присоединяют добавочное сопротивление?
12. На рисунке все лампочки одинаковые. Какие из них светятся одинаково ярко? Как изменится накал ламп, если выкрутить лампочку 5, лампочку 1?
13. Можно ли подключить непосредственно к зажимам источника тока амперметр, вольтметр?
14. Какие симметрии есть у квадрата?
15. Почему шунт к амперметру, измеряющему большие токи, будет иметь большую массу?

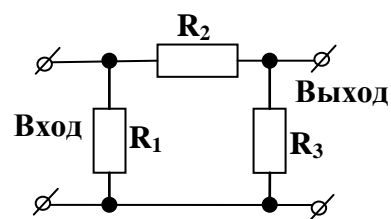
#### Задачи:

1. В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, первый амперметр показывает ток 15 мА. Сопротивление каждого резистора 1 Ом, внутреннее сопротивление каждого амперметра – 0,5 Ом. Найдите ток, текущий через перемычку АВ.

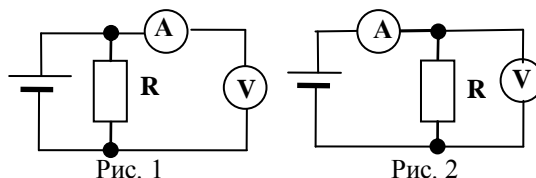


2. Если на вход электрической цепи подать напряжение 100 В, то напряжение на

выходе 40 В. При этом через сопротивление  $R_2$  сила тока 1 А. Если на выход подать напряжение 60 В, то напряжение на входе окажется 15 В. Определите сопротивления резисторов  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ .



3. Для измерения величины неизвестного сопротивления  $R$  была собрана схема, изображенная на рисунке 1. При этом амперметр показал  $I_1 = 1$  мА, а вольтметр  $U_1 = 4,8$  В. После этого собрали другую схему (Рис. 2) из тех же элементов, при этом приборы показали ток  $I_2 = 2,5$  мА и напряжение  $U_2 = 4,4$  В. Какова же истинная величина  $R$ ?

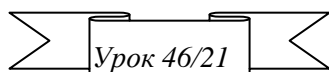


**V.**

1. Определите сопротивление вольтметра и амперметра. Оборудование: источник тока, амперметр, вольтметр, реостат, ключ, соединительные провода.
2. При подключении в сеть трехламповой люстры с двумя выключателями была допущена ошибка. В результате этого при замыкании одного из выключателей все три лампы горели неполным накалом. При замыкании другого выключателя горела нормальным накалом только одна из ламп (две другие не горели), и тот же эффект давало замыкание обоих выключателей одновременно. При разомкнутых выключателях все три лампы не горели. Нарисуйте схему включения и объясните наблюдаемые эффекты?

*Нет предмета более захватывающего, более достойного изучения, чем природа. Понять этот великий механизм, обнаружить силы, которые в нем работают, и законы, ими управляющие, - вот величайшая цель человеческого разума.*

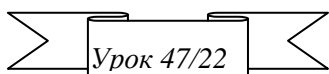
*Никола Тесла*



## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4

*Но вам молюсь, безвестные!  
Еще в ночной тени  
Сокрытые, не жившие,  
Грядущие огни!*

*В. Брюсов*



## РАБОТА И МОЩНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

**Какую энергию передает электрическое поле свободным зарядам в проводнике?**

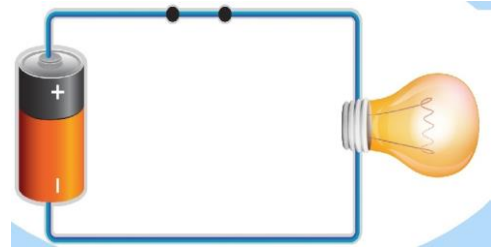
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Дать представление об энергетических превращениях, происходящих в электрических цепях, добиться понимания явления нагревания проводников электрическим током, вывести формулы для определения работы и мощности электрического тока, сформулировать закон Джоуля - Ленца, познакомить учащихся с приборами для измерения работы и мощности электрического тока.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** электродвигатель лабораторный, штатив, блок, груз, выпрямитель ВС-24.

**ПЛАН УРОКА:**

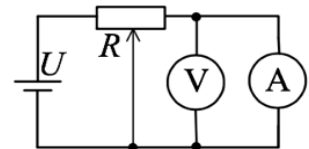
1. Вступительная часть
2. Работа над ошибками
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



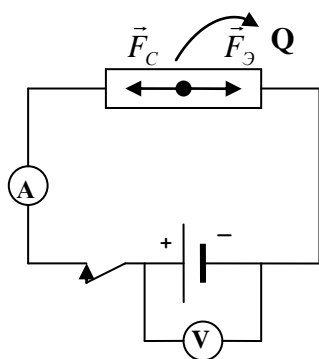
**II. Работа над ошибками, допущенными при выполнении контрольной работы.**

**Вопросы:**

1. Почему нельзя амперметр подключать параллельно потребителю?
2. В каком случае параллельно амперметру подключают шунт?
3. Что общего и в чем различие между школьным амперметром и вольтметром?
4. Как изменится показание вольтметра, если к нему последовательно подключить добавочное сопротивление, равное внутреннему сопротивлению вольтметра?
5. Что необходимо сделать, чтобы расширить вдвое пределы измерения амперметра (вольтметра)?
6. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, батарейка и измерительные приборы идеальные. Ползунок реостата перемещают вправо (по рисунку). Как изменяются показания амперметра?
7. Почему сопротивление амперметра должно быть мало, а сопротивление вольтметра наоборот велико, по сравнению с сопротивлением резистора?
8. Какое действие тока лежит в основе работы гальванометра?



**III. Схема простейшей электрической цепи (рисунок на доске). Если напряжение на клеммах источника тока 4,5 В, то какую энергию получает заряд 1 Кл от источника тока? Какой энергией теперь обладает этот заряд на клемме “+” источника тока? 4,5 Дж! Механическая аналогия замкнутой электрической**



цепи. На какой высоте шарик массой 1 кг будет обладать запасом энергии 4,5 Дж? Какую энергию сообщает источник тока с напряжением U заряду q?

$$A_{ст} = A' = qU!$$

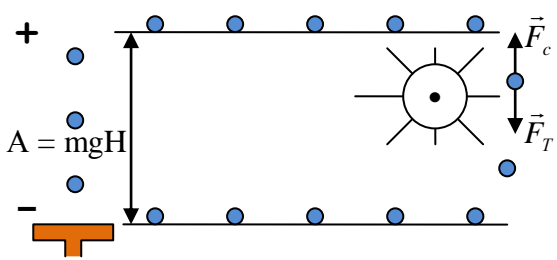
Если замкнуть ключ, то происходит «падение» электрических зарядов с клеммы «+» на клемму «-», их потенциальная энергия уменьшается, а кинетическая...? При падении скорость шариков увеличивается, поэтому должна возрасти сила тока? На самом деле сила тока не изменяется. Почему? Аналогия: падение шариков в вязкой среде (парашютист). Электрическая цепь оказывает противодействие (сопротивление) протекающему по ней току!

Превращения энергии:  $A = A' = qU = IUt = I^2Rt = \frac{U^2}{R}t$

$\swarrow$  *Всегда*     $\downarrow$  *Последовательное.*     $\searrow$  *Параллельное.*

При последовательном соединении резисторов ток совершает большую работу на том резисторе, сопротивление которого больше, а при параллельном – наоборот. Электрическая энергия удобна тем, что легко превращается в другие виды энергии. Если в цепи резистор:  $A' = Q = I^2Rt$  – закон Джоуля - Ленца.

**Историческая справка:** Джоуль в своих опытах хотел показать, что теплота, выделяемая током, вызывается ударами частиц электрического флюида (электронов) о частицы проводника. Поэтому, если увеличивается сила тока, увеличивается скорость частиц электрического флюида, и удары получаются более сильными и более частыми. Закон Джоуля и тепловыделение играют большую роль в современных электрохирургических методах с применением зондов. В таких устройствах ток течет от «активного электрода» через биологическую ткань к заземленному электроду. Сопротивление ткани зависит от площади контакта с активным электродом и от полного сопротивления между активным и заземленным электродом. В электрохирургии продолжительность воздействия часто контролируется при помощи ручного выключателя или ножной педали. Разные варианты концентрирования выделяемого тепла на объекте достигаются применением активных электродов разной формы. Так, если тепло нужно для разрезания ткани, применяют заостренный электрод, а свертывание крови достигается при помощи диффузии тепла, выделяемого на электроде с большой поверхностью.



В электродвигателе часть электрической энергии превращается в механическую («падающие» электрические заряды могут совершать работу, например, вращать вертушку):  $A' = Q + A$ ,  $\eta = \frac{A}{A'} 100\%$ .

Работа, совершаемая электродвигателем при подъеме груза (демонстрация), ее зависимость от напряжения и силы тока. Но работа может быть произведена за любое время! *Пример:* подъем бетонной плиты массой 3 т на пятый этаж подъемным краном и учеником. Так и различные двигатели, подключенные к одной и той же электрической цепи, за одно и то же время произведут разную работу (электродвигатель от бритвы и от стиральной машины).

**Электрическая мощность (P) – свойство электрического тока совершать работу за данный промежуток времени, измеряемое отношением произведенной работы к этому промежутку времени.**

$$P = \frac{A'}{t} = U_3 \cdot I = I^2R = \frac{U^2}{R}$$

Единица мощности в СИ:  $1 \text{ Вт} = 1 \text{ В} \cdot 1 \text{ А}$ .  $1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт}$ .  $1 \text{ МВт} = 10^6 \text{ Вт}$ .

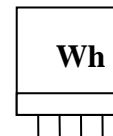
Электрический же эквивалент 1 лошадиной силы равняется 746 Вт.

*Вопрос:* Как изготовить спираль для лабораторной электроплитки мощностью 300 Вт?

Зная мощность, можно рассчитать работу электрического тока:  $A' = Pt$ .

Единица работы в СИ:  $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Вт} \cdot 1 \text{ с}$ . Употребляемые единицы работы:  $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 3600000 \text{ Дж} = 3,6 \text{ МДж}$ . Тариф:  $\text{В} = 2 \text{ руб.}/(\text{кВт} \cdot \text{ч})$ .

**Счетчик электрической энергии.** Демонстрация. Обозначение на схемах:



**Полезная информация:** 1 кВт·ч электроэнергии достаточно для того, чтобы:

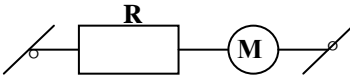
- 500 часов слушать радио;
- 110 часов бриться электробритвой;
- 12 часов смотреть цветной телевизор;
- 2 часа пылесосить;
- Вскипятить два чайника воды.



1. Для цепи с резистором:  $\frac{A'}{t} = \frac{Q}{t} = P$  – мощность

**рассеяния.** Как понимать слова: «Лампа мощностью 100 Вт»? Важнейшие параметры резисторов: номинальное сопротивление, класс точности и **мощность рассеяния**.

2. Для цепи с мотором:  $P = \frac{A'}{t} = \frac{Q}{t} + \frac{A}{t}$ , где  $N = \frac{A}{t}$  – **механическая мощность**.

КПД цепи с мотором:   $\eta = \frac{A}{A'} 100\% = \frac{Nt}{IUt} 100\% = \frac{N}{P} 100\%$ .

#### IV. Задачи:

1. Какой ток течет в лампе мощностью 6 Вт, подключенной к источнику напряжением 60 В, на которое она рассчитана? Какая мощность будет выделяться на лампе, если ее подключить к источнику тока с напряжением 70 В?

**Номинальные параметры** – значения (включая их допуски) напряжения, тока, мощности, устанавливаемые изготовителем оборудования для его нормальной работы.

2. Робот-квадрокоптер используется для фотосъемки местности. Определите, сможет ли такой робот подняться на высоту 1 км, если его масса равна 4 кг, а емкость его электрической батареи составляет 10 Вт·ч.

3. Требуется изготовить нагревательную спираль мощностью 440 Вт для включения в сеть с напряжением 220 В. Сколько нужно взять для этого нихромовой проволоки диаметром 0,4 мм? Удельное сопротивление нихрома в нагретом состоянии 1,05 мкОм·м.

4. Вы пришли в магазин купить лампочку для фонарика (внутри – две батарейки по 1,5 В каждая) и видите, что в продаже имеются следующие лампочки: (2 В; 100 мА), (6 В; 0,15 А), (3,6 В; 0,15 А), (3,5 В; 0,25 А). Какая из лампочек будет гореть ярче?

*Вопросы:*

1. Почему протекающий по резистору электрический ток нагревает его?
2. Что необходимо сделать, чтобы вдвое увеличить мощность, рассеиваемую



на резисторе?

3. Назовите основные потребители электрической энергии в быту.
4. Произведенная работа показывает, какая энергия передается от одного физического объекта (какого?) к другому (какому?) при их взаимодействии. Приведите примеры.
5. Вода нагревается на электрической плитке постоянной мощности. Что требует большего времени: нагревание от 10 до 20<sup>0</sup>С или от 80 до 90<sup>0</sup>С?
6. Через лампочку карманного фонаря и через лампу, включенную в электросеть для освещения, проходит ток приблизительно одной и той же величины. Почему же эти лампочки выделяют разное количество теплоты при прохождении через них тока в течение одного и того же времени?
7. Какими приборами и как можно проверить исправность счетчика электроэнергии?
8. Если бы сопротивление отсутствовало, такие устройства, как электрические одеяла, некоторые разновидности чайников и лампы накаливания, были бы невозможны. Почему?
9. Почему провода, подводящие электрический ток к электрокамину, почти не нагреваются? Например, сопротивление шнура электрокамина около 0,01 Ом, а сопротивление спирали в нагретом состоянии около 100 Ом, поэтому именно на ней выделяется почти все тепло. То же самое наблюдаем в плавких предохранителях.
10. Мощность электрического утюга равна 0,6 кВт. Вычислите работу тока в нём за 1,5 ч. Сколько при этом расходуется энергии?
11. Последовательно соединены медная и никелиновая проволочки одинакового диаметра. Что произойдёт, если на концы цепочки подать напряжение?
12. Около 60% всей потребляемой электрической энергии в быту приходится на электрическую плиту. Предложите способы экономии этой энергии.
13. Почему электродвигатель, работающий вхолостую, нагревается меньше, чем когда он нагружен?

V. §§ 50-52. Упр. 26, № 1, 2. Упр. 27, № 1, 2. Задачи для повторения № 52 и 53.

Подготовиться к лабораторной работе № 7.

1. Запишите номинальные мощности домашних потребителей электрической энергии (лампочки, утюга, холодильника, вентилятора и т. д.). Подсчитайте их общую мощность.
2. Используя паспортные данные батареек, гальванических элементов, лампочки карманного фонарика, определите работу электрического тока, совершаемую в течение получаса (время работы фонарика).
3. По паспортным данным определите мощность электроплитки (электрочайника, электрокипятильника). Налейте в сосуд определенный, измеренный мерной кружкой или стаканом объем воды. Измерьте (прикиньте) начальную температуру воды. Включите

электроприбор, доведите воду до кипения и зафиксируйте время нагревания. Рассчитайте количество теплоты, полученное водой, и работу электрического тока. Определите КПД электрического нагревателя.

4. Разработайте прибор для измерения тока, использующий тепловой закон Джоуля - Ленца.

*Нравственное воздействие природы на любого человека измеряется правдой, которую она ему открыла.*

*Р. Эмерсон*

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7: «ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ И РАБОТЫ ТОКА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ КПД ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ»

**Не можешь найти работу, умножь мощность на время!**

**ЦЕЛЬ УРОКА:** Научить учащихся определять работу тока и потребляемую лампой мощность, используя амперметр, вольтметр и часы.

**ТИП УРОКА:** лабораторная работа.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** источник тока, лампочка на подставке, амперметр и вольтметр, реостат, ключ, часы, электродвигатель, соединительные провода.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Краткий инструктаж
4. Выполнение работы
5. Задание на дом

**II. Опрос фундаментальный:** 1. Работа электрического тока. 2. Мощность электрического тока.

**Задачи:**

1. Электродвигатель, сопротивление обмоток которого 0,4 Ом, работает от сети с напряжением 300 В при токе 50 А. Определите количество израсходованной энергии за 5 мин, механическую работу и потери на нагревание обмотки, КПД двигателя.
2. Уходя спать, вы забыли выключить в кухне лампу мощностью 200 Вт, которая горела 8 ч. Во что это вам обойдется?
3. Какое напряжение нужно приложить к концам спирали, имеющей в нагретом состоянии сопротивление 10 Ом, чтобы получить нагреватель мощностью 1 кВт?

**III.** Инструктаж по выполняемой лабораторной работе проводит ученик с дополнениями учащихся класса. Записать в тетради: название работы, цель, оборудование, краткую теорию, зарисовать электрическую схему экспериментальной установки.

Основные формулы:  $P = UI$ ,  $A' = Pt$ ,  $A' = IUt = Q$ ,  $A' = A + Q$ ,  $\eta = \frac{A}{A'} 100\%$ .

- Измерение силы тока и напряжения на лампе, времени протекания тока, определение мощности и работы тока.
- Вычислите номинальное значение мощности лампы по значениям силы тока и напряжения, указанным на цоколе лампы. Сделайте вывод; объясните, почему значение мощности, полученное экспериментально, не совпадает с номинальным значением.
- Измерьте сопротивление обмоток двигателя, выделившееся на них тепло, определите

Величина	I, А	U, В	P, Вт	t, с	A', Дж	Q, Дж
Измерение						
Относительная погрешность						

КПД электродвигателя.

Отчетная таблица:

*Дополнительное задание:* Исследовать зависимость мощности, выделяемой на лампочке накаливания, от сопротивления, последовательно включенного с ней реостата (параллельно включенного с ней реостата). Исследуйте, как изменится мощность тока в резисторе, если с ним последовательно включить такой же резистор (или параллельно).

**V.** Упр. 27, № 3, 4. Упр. 28. Задачи для повторения № 54.

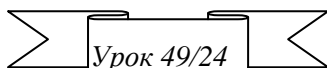
1. Предложите схему электрической цепи, которая могла бы служить для проверки показаний ваттметра.

*Как же найдут они свою дорогу в небесах?*

*Часть будет плескаться в Млечном Пути*

*иль натолкнутся на Луну, кошмар!*

*Элеонора Фарджон, «Зажигай фонари, фонарщик».*



## **НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ЛАМПЫ**

### **НАКАЛИВАНИЯ**

**Почему разбитая лампочка не перегорает в жидком азоте!**

**ЦЕЛЬ УРОКА:** Развить представления учащихся о тепловом действии тока и приборах: нагревателях, лампочках накаливания, предохранителях.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** блок питания, амперметр и вольтметр демонстрационные, спираль, соединительные провода, две лампы на 220 В разной мощности, диафильм «Из истории электрического освещения».

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Работа над ошибками
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



**II. Опрос фундаментальный:** Как измерить работу и мощность тока?

**Вопросы:**

1. Почему при одной и той же силе тока тонкая проволока нагревается сильнее, чем толстая?
2. Почему молния расщепляет деревья?
3. Объясните поговорку электриков: «Горячая пайка всегда холодная, а холодная пайка всегда горячая».
4. Имеются две лампочки мощностью 100 и 200 Вт, рассчитанные на одинаковое напряжение. У какой из лампочек сопротивление нити накала меньше?
5. Две лампочки накаливания соединены последовательно, но одна из них горит ярче. Почему?
6. Почему не делают люстры с лампочками от карманного фонаря?

7. Через спираль лампочки карманного фонаря каждую минуту переносится такой же заряд, как и при ударе молнии. Почему же столь несопоставимы производимые ими эффекты?
8. Из люстры с пятью лампочками выкрутили две лампочки. Как изменилась сила тока в магистрали и потребляемая люстрой мощность?
9. Полный электрический чайник в сети 220 В закипает за 8 мин. За какое время закипят два таких чайника, включенных параллельно в сеть 110 В? 32
10. Остается ли постоянной мощность, потребляемая лампочкой при различных накалах?
11. Действительно ли загорается и горит электрическая лампочка после включения?
12. Иногда перегоревшую лампочку удается заставить снова светиться, встряхивая ее. Почему «ожившая» лампочка светит ярче?
13. Какое напряжение нужно приложить к концам спирали, имеющей в нагретом состоянии сопротивление 10 Ом, чтобы получить нагреватель мощностью 1 кВт?
14. Можно ли включить в сеть последовательно 25-ваттную и 100-ваттную лампочки накаливания, номинальное напряжение которых равно напряжению сети?
15. Дайте рекламу счетчику электрической энергии.

*Задачи:*

1. Какое максимальное напряжение и максимальную силу тока можно приложить к резистору сопротивлением 200 Ом, если его паспортная мощность рассеяния составляет 0,25 Вт?
2. Электромотор с сопротивлением обмотки 2 Ом приводится в движение от сети с напряжением 110 В. Мотор потребляет ток силой 10 А. Какую мощность потребляет мотор? Каков КПД мотора?
3. Электромотор подключен к источнику тока напряжением 12 В. Какую механическую мощность развивает мотор при протекании по его обмоткам тока 2 А, если при полном затормаживании якоря мотора сила тока в цепи 8 А? В каком случае в обмотке двигателя выделяется наибольшее количество теплоты?
4. Электродвигатель подъемного крана работает под напряжением 380 В при силе тока 20 А. Найдите сопротивление обмотки электродвигателя, если груз массой 1 т кран поднимает с постоянной скоростью на высоту 19 м за 50 с.

**III.** Количество теплоты, выделяемое электрическим током в резисторе, определяется формулой:  $A' = Q = qU = UI \cdot t = \frac{U^2}{R} t = I^2 R \cdot t$ . Формулу  $Q = \frac{U^2}{R} t$  лучше применять при

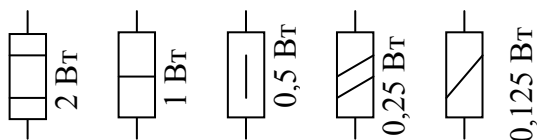
параллельном соединении резисторов (почему?), а формулу  $Q = I^2 R t$  – при последовательном соединении (почему?). Наличие сопротивления всегда приводит к потерям энергии!

**При последовательном соединении выделяется большее количество теплоты в том резисторе, у которого сопротивление больше, а при параллельном соединении – в том, у которого сопротивление меньше.**

За счёт сознательного увеличения сопротивления участка цепи можно добиться локализованного выделения тепла в этом участке. По этому принципу работают электронагревательные приборы. **Электронагревательный элемент - проводник с высоким сопротивлением.** Повышение сопротивления достигается (совместно или по отдельности) выбором сплава с высоким удельным сопротивлением (например, нихром, константан), увеличением длины проводника и уменьшением его поперечного сечения. Подводящие провода имеют обычное низкое сопротивление и поэтому их нагрев, как правило, незаметен.

Качественное объяснение закона Джоуля – Ленца на основе электронных представлений о строении вещества. Почему в резисторе вся работа тока идет на выделение тепла? Почему нагревается электролит при пропускании по нему тока?

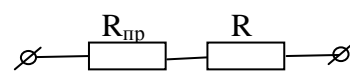
Одной из основных характеристик является **рассеиваемая мощность.**



**Рассеиваемая мощность - это мощность, которую резистор может рассеять без повреждения.** Измеряется в ваттах, находится по формуле  $P = I^2 R$ .

Чем ближе допустимая мощность рассеивания резистора к мощности, выделяемой на нем, тем сильнее он будет разогреваться. Обозначение на электрических схемах резисторов с разной мощностью рассеяния. На резисторе указывается его сопротивление и мощность рассеяния. Какой номинальный ток является допустимым для резистора с сопротивлением 200 кОм и мощностью рассеяния 0,5 Вт?

Соединительные провода также рассчитаны на определенную силу тока. Например, для медного провода сечением в 1 мм<sup>2</sup> нормальное значение силы тока составляет 10 А. Если мы будем подавать больше, то провод либо начнет греться, либо плавиться.

КПД электрической цепи:  $\eta = \frac{P_{пол}}{P} 100\% = \frac{R}{R + R_{np}} 100\%$  . 

В обогревателе, где используется сопротивление, изготовленное из нихрома, такой резистор нагревается до красноты, а в электрической лампочке резистор (спираль лампочки накаливания) раскаляется до белого каления. Оба раза

сопротивление используется для превращения электрического тока в полезное тепло или свет.

## Лампы накаливания и нагревательные приборы.

... Мне не надо керосина,  
Мне со станции машина  
Шлет по проволоке ток.  
Не простой я пузырек!»  
С. Маршак



Типы ламп	Светоотдача, лм/Вт
Лампы накаливания	12
Галогенные	20 - 30
Люминесцентные	40 - 80
Светодиодные	

### Дополнительная информация: ГЛАВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ:

Светоотдача (световая эффективность)  $\left[ \frac{\text{лм}}{\text{Вт}} \right]$ ; Мощность  $[\text{Вт}]$ ; Напряжение  $[V]$ ; Индекс

цветопередачи  $[Ra]$  (за идеал принимается 100%, при этом цветопередача полная и соответствует солнечному освещению).

Томас Эдисон сказал: «Молодой человек, вы не понимаете, как устроен мир. У меня не было никаких неудач. Я с успехом определил пять тысяч способов, которые никуда не годятся. В результате я на пять тысяч способов ближе к тому способу, который работает». Для изобретения лампы накаливания Эдисону понадобилось поставить больше 11 тысяч опытов. В 1879 году вкуче с лампой накаливания с винтовым цоколем и патроном для нее, выключателем, счетчиком электроэнергии и предохранителем, он изобрел розетку, электрическую вилку (получилась система «розетка – вилка») и еще многое в области электричества. Будучи одним из изобретателей электрической лампочки, ученый впервые задумался о возможности электрического освещения, когда разозлился на газовую кампанию, отключившую газ в его мастерской за неуплату. *И пусть тогда эти скряги получают сполна*, - воскликнул Томас Эдисон.



**Дополнительная информация:** Пять лет упорного труда понадобились доктору У.Д. Кулиджу, чтобы только с помощью разумной температурной и механической обработки получить ковкий вольфрам и тем самым кардинально решить вопрос об усовершенствовании лампы накаливания. Основная проблема заключалась в быстром окислении металла при

высоких температурах и его хрупкости. Разработанный процесс заключался в следующем: металлический порошок вольфрама прессовался в прутки, которые затем нагревались до высокой температуры (спекались), после чего ковались и в горячем состоянии протягивались в проволоку. Предложенный способ изготовления гибкой вольфрамовой проволоки (в шесть раз тоньше человеческого волоса!) открыл путь к её массовому производству (из одного килограмма вольфрама вытягивается проволока длиной 3,5 км; и этого килограмма достаточно для изготовления нитей накаливания 23 тысяч 60-ваттных лампочек). В 1910 г. компания GE приступила к серийному производству ламп с вольфрамовой нитью (они назывались «экономическими», световая отдача – 10 лм/Вт). После того, как Ирвинг Ленгмюр доказал (1912), что заполненная азотом лампочка светит сильнее и ярче (свыше 12 лм/Вт), процесс создания электролампы практически завершился. В лампочках вольфрамовые нити накаливания подвешивают на молибденовых крючках, впаянных в стекло, потому что жаропрочное стекло расширяется так же, как молибден.

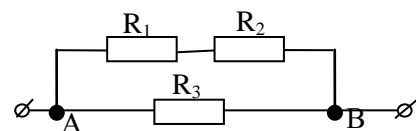
Обозначение **нагревательного прибора** на электрических схемах:

Обозначение **предохранителя** на электрической схеме:

#### IV. Задачи:

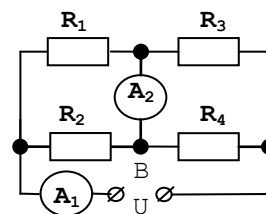
1. Маленьким электрокипятильником можно вскипятить в автомобиле стакан воды. Какую силу тока потребляет кипятильник от аккумулятора напряжением 12 В, если за 5 мин он нагревает 200 г воды от 5 до 95 °С? Потерями тепла пренебречь.
2. Дуговая печь потребляет ток 200 А от сети с напряжением 120 В через ограничивающее сопротивление 0,2 Ом. Найти мощность, потребляемую печью.
3. При работе электромотора мощностью 400 Вт он нагревается на 10 К за 50 с непрерывной работы. Чему равен КПД (в процентах) мотора? Теплоемкость мотора 500 Дж/К.

4. При работе утюга вилка электрического шнура из-за плохого контакта с розеткой немного нагревается. Определите сопротивление контакта, считая, что на нем выделяется мощность 2 Вт. Напряжение на спирали утюга 220 В, мощность спирали 660 Вт.



5. Участок АВ электрической цепи состоит из трех резисторов, соединенных между собой так, как показано на рисунке. Найти полное сопротивление этого участка, если сопротивление резисторов  $R_1 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 30 \text{ Ом}$ . Какая тепловая мощность выделяется на резисторах  $R_2$  и  $R_3$ , если на резисторе  $R_1$  выделяется мощность 1 Вт?

6. Во время лабораторной работы Костя собрал схему из четырех резисторов и двух амперметров. При напряжении 2 В он снял показания амперметров ( $A_1 = 1 \text{ мА}$ ,  $A_2 = 0 \text{ мА}$ ), после чего начал понемногу увеличивать напряжение в цепи до тех пор, пока не обнаружил, что его резисторы достаточно легко плавятся. Спалив третий резистор ( $R_3$ ), Константин не растерялся и снова снял показания ( $U = 14 \text{ В}$ ,  $A_1 = 3 \text{ мА}$ ,  $A_2 = 2 \text{ мА}$ ). Определите сопротивление всех резисторов. Амперметры идеальные, резистор после плавления не проводит ток.



#### Вопросы:

1. На что указывает сильное нагревание штепсельных розеток и вилок при работе электрических приборов?
2. Что общего и в чем различия между резистором и предохранителем (лампочкой накаливания)?
3. Плавкий предохранитель рассчитан на силу тока 6 А. Можно ли при наличии такого предохранителя включать в сеть напряжением 220 В прибор мощностью 2400 Вт?
4. Почему плавкий предохранитель выходит из строя раньше, чем какой-либо другой участок электрической цепи?
5. Правильно ли поступил электромонтер, вставив на место предохранителя

толстую проволоку (жучок)?

6. Лампочку, рассчитанную на напряжение 110 В, включили в сеть с напряжением 220 В через реостат. Чему равно КПД цепи?
7. Почему может перегореть лампочка накаливания, включенная в электрическую цепь?
8. Как переделать электроплитку, рассчитанную на напряжение 220 В, на 110 В, при этом не меняя и не укорачивая ее спираль?
9. Почему маленький паяльник не годится для лужения кастрюль?

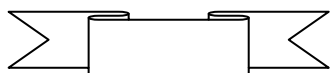
V. §§ 53-55. Ст. 117, №№ 1-4. Задачи для повторения № 54, 55.

Подготовиться к лабораторной работе № 8.

1. Изготовьте действующую модель лампочки Лодыгина (свечи Яблочкова) и продемонстрируйте ее действие.
2. Подумайте, как опытным путем установить зависимость количества теплоты, выделяющейся при нагревании резистора электрическим током, от силы тока и сопротивления резистора?
3. Переведите взгляд с лампы накаливания на лампу дневного света. Как изменились ваши ощущения? Почему?
4. Какие факторы и как влияют на срок службы лампы накаливания?
  - Колебания напряжения в сети.
  - Влажность воздуха.
  - Частые включения и выключения лампы.
  - Температура воздуха в помещении.
5. Составьте схему включения двух розеток и двух предохранителей так, чтобы при коротком замыкании в одной из розеток вторая не выбывала из строя.
6. Предложите план эксперимента по измерению теплоемкости твердого тела (жидкости) электрическим методом.

*Если хочешь быть умным, научись разумно спрашивать, внимательно слушать, спокойно отвечать и перестань говорить, когда нечего больше сказать.*

*Конфуций*



## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ

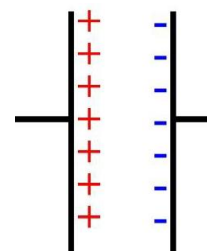
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Дать первоначальное представление об электрическом конденсаторе, способах его зарядки и разрядки, соединении конденсаторов.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** блок питания, амперметр и вольтметр демонстрационные, спираль, соединительные провода, набор конденсаторов.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



**II. Опрос фундаментальный:** 1. Нагревательные приборы. 2. Лампы



накаливания.

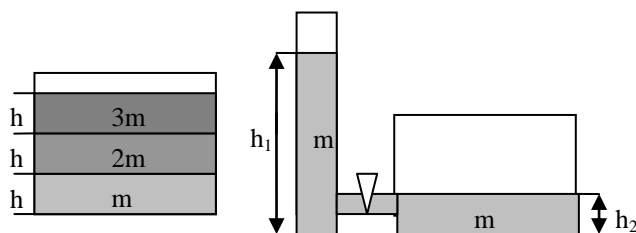
*Задачи:*

1. Какую мощность будет потреблять 25-ваттная лампочка, рассчитанная на напряжение 127 В, если ее включить в сеть с напряжением 220 В?
2. Две лампочки сопротивлением 180 и 360 Ом подключены параллельно к сети с напряжением 120 В. Какая мощность выделяется в каждой лампочке и во всей цепи. Какая будет выделяться мощность, если лампочки подключить последовательно?
3. Какое максимальное количество лампочек мощностью 40 Вт можно подсоединить параллельно к источнику тока напряжением 120 В, если общий ток в цепи не может превышать 5 А?
4. Электрическая плитка мощностью  $N = 1$  кВт нагревает до кипения  $m = 1$  кг воды комнатной температуры  $t = 20^{\circ}\text{C}$  за время  $\tau = 5$  мин. Оцените, спустя какое время после этого вода полностью выкипит? Для оценки тепловых потерь при нагревании можно использовать эффективную температуру воды, равную среднему арифметическому ее максимальной и минимальной температуры ( $60^{\circ}\text{C}$ ).

*Вопросы:*

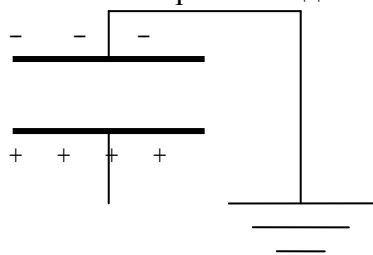
1. Какой газ находится в лампе накаливания?
2. Почему мощность лампочки накаливания уменьшается со временем?
3. Почему в момент включения, когда температура нити лампы еще не достигла рабочего состояния, возрастает вероятность перегорания нити?
4. Два одинаковых резистора подключены последовательно к электрической цепи. Как изменится мощность, потребляемая электрической цепью, если эти резисторы подключить параллельно к той же сети?
5. Комната освещается пятью одинаковыми лампами, включенными последовательно. Уменьшится ли расход электроэнергии, если уменьшить число ламп до четырех?
6. Почему после длительной эксплуатации разрушается небольшой участок нити лампы накаливания, тогда как остальная часть нити еще работоспособна?

**III. Конденсатор. Электрическая емкость.** Демонстрация проводника (шар на электрометре). Потенциал заряженного проводника. Емкость уединенного проводника (демонстрация с шарами разного диаметра). У какого из проводников емкость больше? Термин "емкость" на основе аналогии с двумя сосудами разного сечения, заполненными жидкостью.



Сравнение емкости уединенного проводника с емкостью системы из двух проводников (демонстрация). В каком случае емкость больше? **Конденсатор.**

**Исторический факт.** В 1745 году голландский физик и математик Питер ван Мушенбрук изготовил первый конденсатор. Лейденская банка была оклеена внутри и снаружи листовым оловом примерно до 2/3 её высоты и прикрыта деревянной крышкой с железным стержнем. Банка может не иметь внутренней обкладки, но тогда в ней должна быть жидкость, например вода. Банка может не иметь и внешней обкладки, но в таком случае при зарядке надо её обхватить ладонями.



**Заряд конденсатора.** Два способа зарядки конденсатора: сообщение обкладкам равных по модулю, но противоположных по знаку зарядов; заземление одной из обкладок и сообщение заряда другой. Напряжение между обкладками конденсатора:

**Емкость конденсатора:**  $C = \frac{q}{U}$ .

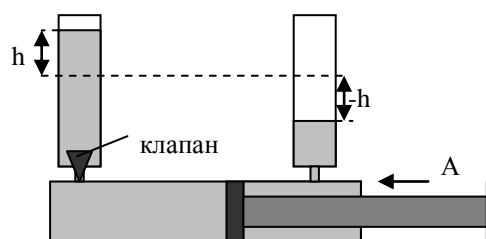
**Электрическая емкость (С) - свойство конденсатора накапливать электрический заряд, измеряемое отношением заряда конденсатора к напряжению между его обкладками.**

**Различные типы конденсаторов:** а) бумажные (демонстрация); б) керамические (титанит бария увеличивает емкость в 10000 раз, а ДНК в 130000 раз); в) электролитические (демонстрация); г) конденсаторы постоянной и переменной емкости; их обозначение на электрических схемах.



**Энергия заряженного конденсатора** (демонстрация разрядки конденсатора емкостью 22000 мкФ). Модель конденсатора.

$E_3 = \frac{CU^2}{2}$ . **Конденсатор может запасать**



**энергию!** Применение конденсаторов (самостоятельное чтение учебника).

**IV. Задачи:**

1. Конденсатор емкостью 100 мкФ, заряженный до напряжения 300 В, разряжается через резистор в течение 0,1 с. Определите среднее значение силы тока при разряде конденсатора.
2. Электrolампа 220 В, 60 Вт включена параллельно лампе 220 В, 40 Вт. Чему равно их общее сопротивление?
3. Какой мощности электропечь можно установить в конце двухпроводной линии, имеющей сопротивление 10 Ом, если источник тока, к которому

подключена линия, развивает мощность не более 6 кВт при напряжении на источнике 1000 В?

4. Оценить, какого размера должны быть пластины плоского конденсатора в форме квадратов, расстояние между которыми 10 мкм, с диэлектрической прослойкой на основе титаната бария, чтобы его ёмкость равнялась:
- 1 Ф,
  - 1 мФ,
  - 1 мкФ?
- Диэлектрическая прослойка на основе титаната бария ( $\text{TiBaO}_3$ ) имеет  $\varepsilon = 20\,000$ .

*Вопросы:*

1. Можно ли зарядить конденсатор, не заземляя одну из обкладок?
2. Перечислите процедуры, увеличивающие ёмкость конденсатора.
3. Можно ли увеличить энергию заряженного школьного раздвижного конденсатора, не изменяя его заряда? Какими вообще способами можно изменить энергию этого конденсатора?
4. Предложите способы измерения ёмкости конденсатора.
5. В чем главное отличие аккумуляторов от конденсаторов?
6. За какое время две одинаковые параллельно соединенные спирали дадут такое же количество теплоты, которое выделяется при их последовательном соединении за 20 минут?

**V.**

*То, что казалось несбыточным на протяжении веков, что вчера было лишь дерзновенной мечтой, сегодня становится реальной задачей, а завтра — свершением.*

*С. П. Королёв*

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8:

### «ИЗМЕРЕНИЕ КПД УСТАНОВКИ С НАГРЕВАТЕЛЕМ»

**Энергия никуда не девается и не берется из ничего, она только меняет свой вид.**

**ЦЕЛЬ УРОКА:** Измерить КПД установки с электрическим нагревателем.

**ТИП УРОКА:** лабораторная работа.

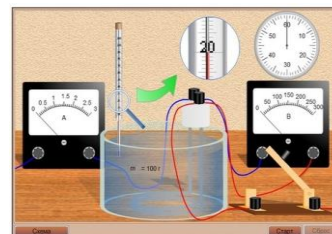
**ОБОРУДОВАНИЕ:** сосуд с водой, внутренний сосуд от калориметра, ключ, спираль-резистор, мензурка. Термометр, часы, источник тока, амперметр и вольтметр лабораторные, реостат, соединительные провода.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Краткий инструктаж
3. Выполнение работы
4. Задание на дом

**II.** Инструктаж по выполняемой лабораторной работе проводит ученик с дополнениями учащихся класса.

Записать в тетради: название работы, цель, оборудование, краткую теорию, зарисовать электрическую схему экспериментальной установки.



Основные формулы:  $Q = mc(t-t_0)$ ,  $P = UI$ ,  $A' = Pt$ ,  $\eta = \frac{Q}{A'} 100\%$ .

**III.** Измерение массы воды в сосуде, начальной и конечной температуры, силы тока и напряжения на спирали, измерение мощности и работы электрического тока, расчет количества теплоты и КПД нагревательной установки.

**Отчетная таблица:**

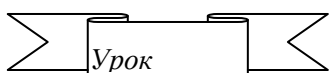
Величина	m, кг	$t_0, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{c}$	I, А	U, В	P, Вт	A', Дж	Q, Дж	КПД
Измерение										

Выводы учащихся.

**IV.** Задачи для повторения № 56.

*Тайна – это всего лишь задача, которую нужно решить.*

*Вильям Крукс*



## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

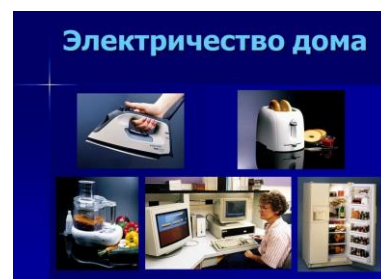
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Научить учащихся применять законы постоянного тока при решении конкретных задач.

**ТИП УРОКА:** решение задач.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** микрокалькулятор.

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Примеры задач
4. Задание на дом



**II. Опрос фундаментальный:** 1. Нагревание проводников электрическим током. 2. Электрические нагревательные приборы. 3. Измерение КПД установки с электрическим нагревателем.

**Задачи:**

1. Придумайте способ включения лампочки мощностью 3,6 Вт, рассчитанной на напряжение 6 В, если напряжение источника 24 В. Каков КПД цепи?
2. Три электрические лампы мощностью 50, 50 и 100 Вт, рассчитанные на напряжение 110 В, нужно включить в сеть с напряжением 220 В так, чтобы они горели нормальным накалом. Как это сделать? (ученик предлагает свою схему соединения и рассчитывает ее, даже если она неправильная).
3. В осветительном приборе, работающем от сети с напряжением 220 В, используются три одинаковых параллельно соединенных лампочки накаливания, потребляющих мощность 75 Вт каждая. Одна из ламп перегорела, и её поменяли на энергосберегающую лампу, потребляющую при том же напряжении на 80% меньше электроэнергии, чем лампочка накаливания. Как изменилась сила тока, потребляемая осветительным прибором?
4. Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к

источнику тока. Напряжение на зажимах лампочки 40 В, сопротивление реостата 10 Ом. Внешняя цепь потребляет мощность 120 Вт. Найти силу тока в цепи. 2 А

*Вопросы:*

1. Почему может перегореть спираль электрической плитки, если часть ее будет соприкасаться с дном алюминиевой кастрюли?
2. Когда величина тока в цепи будет больше: когда вся никелиновая спираль, включенная в электрическую цепь, находится в воде или, когда часть ее вынута из воды?
3. На входе в электрическую цепь квартиры стоит предохранитель, размыкающий цепь при силе тока 10 А. Напряжение сети 200 В. Какое количество чайников мощностью 400 Вт каждый можно включить одновременно?
4. Прибор имеет три нагревательные спирали по 120 Ом каждая. Какие мощности можно получить, используя различные соединения проводников? Напряжение в сети 120 В.
5. Как устроить автоматический сигнализатор, который осветит бы панель с тепловым реле при срабатывании реле в случае короткого замыкания?

**III. Задачи:**

1. Имеется резистор сопротивлением 100 Ом, рассчитанный на мощность не более 4 Вт, и резистор сопротивлением 200 Ом, рассчитанный на мощность не более 2 Вт. Какое максимальное напряжение можно подать на систему этих резисторов, соединенных последовательно, без риска выведения их из строя? А если параллельно?
2. В помещении горит электрическая лампочка мощностью 100 Вт и включается электронагревательный прибор мощностью 440 Вт (потребители рассчитаны на напряжение сети). Напряжению сети 220 В. Сопротивление подводящих проводов 6 Ом. Насколько изменяется напряжение, подводимое к лампочке, при включении электронагревательного прибора?
3. Лифт массой 2,4 т поднимается на высоту 45 м в течение 40 с. Какова мощность электродвигателя, приводящего в движение лифт, если КПД устройства 60 %? Определите силу тока в обмотке электродвигателя, если напряжение 380 В. Сколько стоит подъем лифта?
4. Потребитель мощностью 1 МВт подключен через линию электропередачи сопротивлением 0,1 Ом к шинам подстанции. Какое напряжение должно быть на шинах подстанции, чтобы потери мощности в линии электропередачи не превышали 5% от потребляемой мощности?

5. Какую площадь поперечного сечения должна иметь свинцовая проволока предохранителя, чтобы при прохождении через него тока 1 А “перегорание” происходило через 1 с? Начальная температура проволоки 20 °С. Потерями тепла в окружающее пространство пренебречь (0,02 мм<sup>2</sup>).
6. Алюминиевая проволока диаметром 2,5 мм, не слишком гнутая, покрыта льдом. Общий диаметр проволоки со льдом равен 3,5 мм. Температура льда и проволоки 0°С. По проволоке пустили ток силой 15 А. За какое время лед растает?

#### IV. Ст. 117, №№ 5-6.

1. Составьте схему включения двух розеток и двух предохранителей так, чтобы при коротком замыкании в какой-либо розетке, вторая не выбывала из строя.
2. Давление газа внутри готовой лампы накаливания иногда больше нормы, а иногда меньше. Есть у Вас идеи – как измерить давление газа внутри лампы?
3. Две лампочки мощностью 40 Вт и 100 Вт, рассчитанные на одинаковое напряжение, включены в сеть с тем же напряжением последовательно. Какие мощности они потребляют?

*Природа проста в своих законах, но бесконечна в своих приложениях.*

*Лейбниц*

*Дополнительный урок.*

### ЗАКОН ОМА ДЛЯ ЗАМКНУТОЙ ЦЕПИ

**Чем больший ток можно получить от батарейки, тем дороже она будет стоить .**

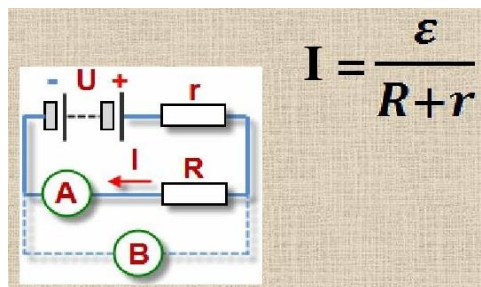
**ЦЕЛЬ УРОКА:** Систематизировать и обобщить знания, полученные при изучении постоянного тока, применить их для замкнутой электрической цепи постоянного тока.

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** ванна электролитическая, раствор серной кислоты, вольтметр демонстрационный с добавочным сопротивлением 300 Ом, магазин сопротивлений, соединительные провода

**ПЛАН УРОКА:**

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



#### II. Вопросы:

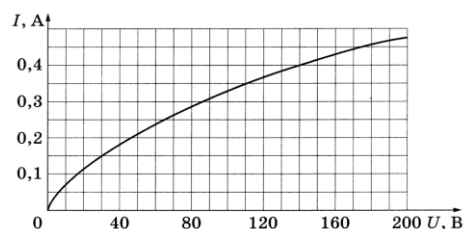
1. Как зависит общая выделяемая мощность на лампочках от способа включения (параллельное или последовательное), если напряжение источника тока остается неизменным?
2. Как изменится мощность тока на остальных участках цепи, если к одному из последовательно включенных в цепь резисторов присоединить параллельно еще один резистор?
3. В сельской местности улица освещена лампами, питаемыми генератором небольшой мощности. Почему в том конце улицы, который находится дальше от генератора, лампы менее накалены?
4. Назовите физический прибор:
  - Для измерения работы электрического тока;

- Для регулирования силы электрического тока;
- Для измерения мощности электрического тока;
- Для включения и выключения приемников электрической энергии;
- Для измерения электрического сопротивления.

5. Два троллейбуса с одинаковыми электродвигателями движутся с разными скоростями. У какого из них работа электрического тока больше, если считать, что сопротивление движению и время движения в обоих случаях одинаковы?
6. Две лампочки накаливания соединили последовательно и подключили к источнику тока. Одна из лампочек не горела! Почему?
7. Яркость криптоновых ламп на 10% выше, чем аргоновых той же мощности за счет увеличения температуры раскаленной вольфрамовой нити. Почему удалось повысить температуру, да еще и увеличить срок службы лампы?
8. Имеется пять электрических лампочек напряжением 110 В и мощностью 40, 40, 40, 60 и 60 Вт. Как следует включить их в сеть напряжением 220 В, чтобы они работали в нормальном режиме?

*Задачи:*

1. Какую массу нефти нужно сжечь на тепловой электростанции, чтобы по телевизору, потребляющему ток силой 1,2 А при напряжении 220 В, посмотреть фильм продолжительностью 90 минут? КПД электростанции 35%. Удельная теплота сгорания нефти  $4,6 \cdot 10^7$  Дж/кг.
2. Достаточно длинная медная проволока диаметром  $d_1 = 0,2$  мм перегорает при токе  $I_1 = 10$  А. При каком токе перегорит проволока диаметром  $d_2 = 0,4$  мм?  $I_2 = 28$  А
3. Ученик подключил амперметр напрямую к источнику тока, в результате через прибор потек ток силой 20 А. У амперметра есть предохранитель – тонкая медная проволока длиной 20 мм и площадью сечения  $0,01$  мм<sup>2</sup>. Успеет ли предохранитель расплавиться и спасти прибор, если такой ток амперметр выдерживает не дольше 0,02 с?
4. На рисунке изображен график тока в лампе накаливания  $I=I(U)$ . Найдите мощность, выделяющуюся на резисторе, включенным последовательно с лампой в сеть с напряжением 220 В, если сила тока в цепи равна 0,4 А.
5. Гарри Поттер нашел волшебную палочку, которая представляет собой цилиндр длины 30 см и поперечной площади  $1$  см<sup>2</sup>, сделанный частично из серебра ( $\rho_1 = 10,8$



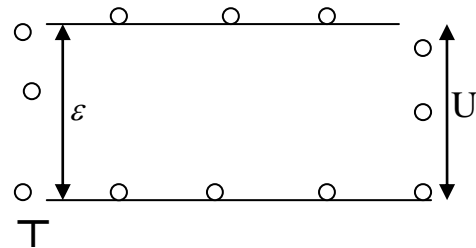
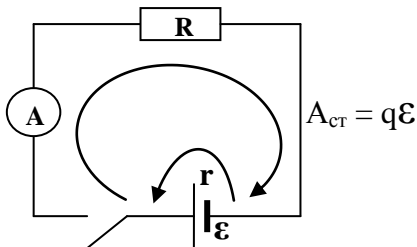
Серебро	Алюминий
---------	----------

г/см<sup>3</sup>), а частично из алюминия ( $\rho_2 = 2,7 \text{ г/см}^3$ ). Еще Гарри обнаружил, что если поддерживать на концах палочки постоянное напряжение 0,12 В, то в палочке будет выделяться мощность 200 Вт. Удельное сопротивление серебра - 0,016 Ом·мм<sup>2</sup>/м, алюминия — 0,028 Ом·мм<sup>2</sup>/м. Используя эти данные, найдите массу палочки в граммах.

6. Из комнаты в течение суток «уходит»  $8,7 \cdot 10^7$  Дж теплоты. Какой длины надо взять нихромовую проволоку диаметром  $10^{-3}$  м для намотки электрического обогревателя, поддерживающего постоянную температуру в комнате? Напряжение в сети 220 В.
7. Электроплитка имеет две спирали. При включении одной из них вода в чайнике закипает через 15 мин, при включении другой – через 30 мин. Через сколько минут закипит вода в чайнике, если включить обе спирали последовательно? Параллельно?
8. Цилиндрический однородный проводник подключен торцами к клеммам источника постоянного напряжения. Как нужно изменить длину проводника, чтобы скорость его нагрева током возросла в 4 раза. Потерями тепла пренебречь.
9. Лампочку карманного фонаря, рассчитанную на напряжение 3,5 В и силу тока 0,28 А, соединили последовательно с лампочкой мощностью 110 Вт, рассчитанной на напряжение 220 В, и включили в сеть с напряжением 220 В. Почему при этом лампочка карманного фонаря перегорела?

**III. Простейшая электрическая цепь с источником тока и её схема на доске.**

**Механическая аналогия** замкнутой электрической цепи на доске.



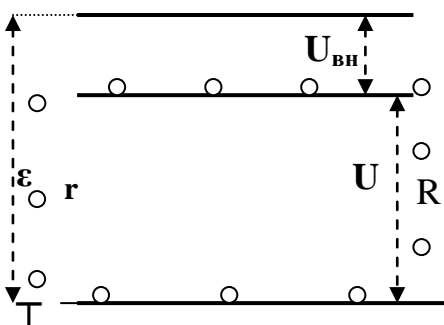
Каким образом “падающие” на клемму “-” электрические заряды вновь оказываются на клемме “+”?  $\varepsilon = \frac{A_{cm}}{q} \rightarrow A_{cm} = q\varepsilon$ . ЭДС ( $\varepsilon$ ) – свойство сторонних сил (источника тока)

совершать работу против сил электрического поля, измеряемое отношением произведенной работы к перенесенному заряду. Если бы внутренний участок электрической цепи не обладал сопротивлением, то  $A' = A$  и  $U = \varepsilon$ . Поскольку все источники тока обладают внутренним сопротивлением, то  $U \leq \varepsilon$ .  $\varepsilon = U + U_{вн}$  – экспериментальная проверка (источник постоянного напряжения с резистором).

$$\varepsilon = U + U_{вн}; U = IR; U_{вн} = Ir; \varepsilon = U + Ir.$$

80

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}.$$





1)  $I=0$  (цепь разомкнута),  $U = \varepsilon$ ; 2)  $r=0$  (идеальный источник),  $\varepsilon = U$ ; 3)  $r \neq 0$ ,  $I \neq 0$ ,  $U < \varepsilon$ .

Вопросы:

1. Почему свет фар автомобиля тускнеет во время запуска двигателя?
2. Является ли гальванический элемент (источник тока) источником электрических зарядов?
3. Почему при включении в сеть электроутюга (электроплитки) накал ламп в квартире сразу же заметно падает, но вскоре возрастает, достигая примерно прежнего уровня?

**Задача:** Внутреннее сопротивление источника тока 0,5 Ом, а его ЭДС 1,5 В. Сопротивление потребителя 2,5 Ом. Сопротивление амперметра и подводящих проводов ничтожно мало, а сопротивление вольтметра очень велико. Определить показания амперметра и вольтметра для положений 1, 2 и 3 переключателя П.

**При коротком замыкании ток от данного источника тока максимален (демонстрация), а напряжение на клеммах источника тока минимально! ЭДС – это максимальное напряжение, которое может дать данный источник тока! При замкнутой внешней цепи напряжение на клеммах источника тока меньше ЭДС на величину падения напряжения внутри источника тока!**

**Дополнительная информация:** Чем больший ток можно получить от батарейки, тем дороже она будет стоить. Почему? Чем меньше внутреннее сопротивление аккумулятора, тем больший ток он способен отдать во внешнюю цепь. Если взять амперметр и замкнуть клеммы у какой-нибудь солевой батарейки через него, самый большой ток будет около 2 А. Если же взять никель-металлогидридный аккумулятор, то можно легко наблюдать ток от 10 А и выше. Ещё один плюс элементов питания с низким сопротивлением - это низкий саморазряд. Если предполагается исключительно нагрузка малым током (например, настенные часы), то нет смысла переплачивать и можно купить самую дешевую батарейку - она протянет по времени почти столько же, сколько дорогая - ёмкость равная, а цена разная. Современные мобильные телефоны имеют аккумуляторы с очень низким внутренним сопротивлением. Они могут отдавать большой ток.

**IV. Вопросы:**

1. На батарее карманного фонаря имеется надпись: ЭДС 4,5 В, а на лампочке указано напряжение 3,5 В. Почему допускается такая разница в напряжении?
2. Приведите аналогию между системой кровообращения и электрической цепью. Что есть что?
3. Почему гальванический элемент с небольшой - порядка нескольких вольт - ЭДС может дать значительный ток, а электрофорная машина, ЭДС которой достигает десятков тысяч вольт, дает ток ничтожной силы?
4. При каких условиях от данного элемента можно получить максимальный ток?
5. Изменится ли ЭДС элемента Вольта, если его электроды сблизить?
6. Почему при коротком замыкании напряжение на клеммах источника тока близко к нулю, ведь ток в цепи имеет наибольшее значение?
7. Какие превращения энергии происходят в фонарике, работающем от батарейки?
8. Почему при работе аккумуляторные батареи нагреваются?
9. Почему при низкой температуре аккумуляторы дронов быстро разряжаются?
10. Какая энергия запасена в аккумуляторе, на котором написано 1,5 В и 200 мА·ч?
11. К зажимам батареи карманного фонаря с внутренним сопротивлением 2 Ом присоединили вольтметр. Он показал 3,5 В. Затем вольтметр отсоединили и на его место подключили лампу, на цоколе которой написано 30 Вт, 3,5 В. Лампочка не горела. Объясните явление.

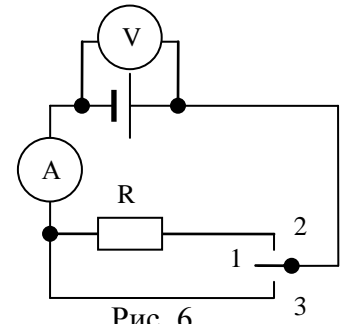


Рис. 6

12. Почему телефоны разряжаются на холоде? Важно понимать, что сам заряд никуда из телефона деться не может — просто возрастает внутреннее сопротивление аккумулятора!

*Задачи:*

1. Внутреннее сопротивление батареи с ЭДС 12 В равно 0,05 Ом. Предположим, что по ошибке между полюсами батареи включили закорачивающий проводник сопротивлением 0,1 Ом. Какой ток протекает через батарею? Какая мощность выделяется в закорачивающем проводнике?
2. Емкость автомобильного аккумулятора 60 А·ч. Если вы забыли выключить фары автомобиля в гараже, каждая из которых потребляет мощность 50 Вт, то через какое время аккумулятор полностью разрядится?
3. К источнику тока с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 1 Ом подключили параллельно соединенные лампу накаливания и резистор. Какое сопротивление должен иметь резистор, чтобы лампа нормально горела, если она рассчитана на напряжение 6 В и силу тока 1 А?
4. Суммарная мощность, выделяемая в замкнутой цепи, состоящей из источника питания и нагрузки, равна 60 Вт. Ток в цепи 5 А. Определить ЭДС источника питания.
5. Напряжение на концах разомкнутой батареи равно 1,55 В. При замыкании ее на нагрузку сопротивлением 3 Ом напряжение на ней 0,95 В. Каково внутреннее сопротивление батареи?

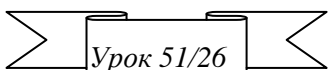
**V. Подготовка к контрольной работе № 5**

1. Из белых и желтых монет и кусочков ткани, пропитанной в соленой воде, можно изготовить вольтов столб. Какова ЭДС этого источника тока?
2. Нарисуйте примерный график потребляемой в вашей квартире электроэнергии от времени в течение суток. Объясните его.
3. Аккумуляторы, которые можно сжимать, растягивать и сгибать без опаски очень пригодятся в изготовлении «умной» одежды. Представьте, что ваша куртка, кроссовки или джинсы смогут измерять давление, пульс, уровень кислорода, калории, температуру... А в случае экстренных ситуаций - сразу вызывать скорую помощь. Есть идеи?
4. Проведите аналогию между электрическим током в замкнутой цепи и водой, которая течет по трубам у нас дома (гидродинамическая аналогия). Правда, электроны не способны образовать настолько связанную систему, как это сделали бы молекулы воды.
5. Попробуйте найти в интернете определения понятий: возобновляемые источники энергии; автономные источники электроэнергии; водородная экономика; сверхпроводящие линии электропередач; солнечные батареи; локальные источники энергии; накопители энергии; экологическая безопасность; фотоэлектрический модуль; типы генерирующих электроустановок; диодные осветительные устройства.
6. Сравнить разные виды солнечных батарей, элементов или других источников альтернативной энергии.

*Я не печалюсь, что с природы  
Покров, ее скрывавший, снят,  
Что древний лес, седые воды  
Не кроют фавнов и наяд.*

*Николай Гумилев*

### **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 5**



Как вам такие критерии оценки по физике? **Двойка** у человека, который не знает, что нельзя совать пальцы в розетку. **Тройка** - знает, что нельзя. **Четверка** - знает почему. **Пятерка** - человек знает, как засовывать пальцы в розетку.

*К природе надо подходить почтительно и неторопливо, чтобы чего-нибудь от нее добиться.*

*Иоганн Вольфганг Гёте*

*Доказывать должен утверждающий.*

*Максима древних римлян*

<b>ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ</b>	<b>ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ</b>
1. Электрический ток.	1. Почему короткое замыкание есть, а длинного замыкания нет?
2. Действие электрического тока.	2. Что такое сверхпроводимость?
3. Использование теплового действия тока в промышленности и сельском хозяйстве.	3. История открытия сверхпроводимости.
4. Электробезопасность на производстве.	4. Источники постоянного тока.
5. Новые накопители энергии.	5. Возобновляемые источники энергии.
6. Что есть электрон?	6. Что есть протон?
7. Электростатические пылеулавливатели.	7. Как снять статическое электричество с вещей и предметов?
8. Что вам известно электростатическое поле Земли?	8.

*Паули приписывают часто цитируемую ремарку, брошенную во время скучного доклада амбициозного докладчика: «Такой молодой и уже никому не известный».*

*Земля нам не принадлежит; ее дали нам взаймы наши дети.*

*Индийская пословица*

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Л.Я. Зорина. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. – М.: Педагогика, 1978.
2. А.В. Перышкин. Физика 8 класс. - М.: Дрофа, 2010.
3. Перышкин А.В. ГДЗ по Физике за 8 класс: Сборник задач. - М.: АСТ: Астрель; Владимир: ВКТ, 2010 г.
4. М.Е. Тульчинский. Качественные задачи по физике в средней школе. - М.: Просвещение, 1972.
5. Д. Джанколи. Физика. - М.: Мир, 1989.
6. В.И. Лукашик. Сборник вопросов и задач по физике. – М.: Просвещение, 1981.
7. Н.В. Любимов, С.М. Новиков. Знакомимся с электрическими цепями. – М.: Наука, 1972.
8. А.М. Прохоров и др. Физический энциклопедический словарь – М.: Советская энциклопедия, 1983.
9. А.А. Найдин. Системный подход при обучении физике в школе. Новокузнецк, МАОУ ДПО ИПК 2002 г., ISBN 5-7291-0266-6.
10. А.А. Найдин. Примерные планы уроков для 8 класса по теме «Электрические явления». Новокузнецк, ИПК, 2006 г.
11. Физика и жизнь. Законы природы: от кухни до космоса / Элен Черски; пер. с англ. И. Веригина; [науч. ред. А. Минько]. — Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2021. — 336 с.
12. Личный сайт Найдина Анатолия Анатольевича. <https://naidin.ru>