

ФИЗИКА

УЧЕБНИК

7



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ DÖVLƏT HİMNİ

Musiqisi *Üzeyir Hacıbəylinin,*
sözləri *Əhməd Cavadındır.*

Azərbaycan! Azərbaycan!
Ey qəhrəman övladın şanlı Vətəni!
Səndən ötrü can verməyə cümlə hazırız!
Səndən ötrü qan tökməyə cümlə qadiriz!
Üçrəngli bayrağınla məsud yaşa!

Minlərlə can qurban oldu,
Sinən hər bə meydan oldu!
Hüququndan keçən əsgər,
Hərə bir qəhrəman oldu!

Sən olasan gülüstan,
Sənə hər an can qurban!
Sənə min bir məhəbbət
Sinəmdə tutmuş məkan!

Namusunu hifz etməyə,
Bayrağını yüksəltməyə
Cümlə gənclər müştaqdır!
Şanlı Vətən! Şanlı Vətən!
Azərbaycan! Azərbaycan!



ГЕЙДАР АЛИЕВ
ОБЩЕНАЦИОНАЛЬНЫЙ ЛИДЕР
АЗЕРБАЙДЖАНСКОГО НАРОДА

Ялчин Исламзаде
Анар Аллахвердиев
Дуньямалы Мамедов

Физика


Учебник по предмету физика для 7-х классов общеобразовательных заведений (часть II)


©Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi




Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0International (CC BY-NC-SA 4.0)

Bu nəşr Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International lisenziyası (CC BY-NC-SA 4.0) ilə www.trims.edu.az saytında əlçatandır. Bu nəşrin məzmunundan istifadə edərkən sözügedən lisenziyanın şərtlərini qəbul etmiş olursunuz:

İstinad zamanı nəşrin müəllif(lər)inin adı göstərilməlidir. 

Nəşrdən kommersiya məqsədilə istifadə qadağandır. 

Törəmə nəşrlər orijinal nəşrin lisenziya şərtlərilə yayılmalıdır. 

Замечания и предложения, связанные с этим изданием, просим отправлять на электронные адреса: trm@arti.edu.az и derslik@edu.gov.az
Заранее благодарим за сотрудничество!

7

Часть II

Раздел 5 Электрический заряд и электрическое поле

5.1	Электрический заряд тел	6
5.2	Электризация трением	11
5.3	Электроскоп	17
5.4	Проводники и диэлектрики.	21
5.5	Электрическое поле	25
5.6	Электризация индукцией	29
	Наука, технология, жизнь	33
	Заключение	34
	Обобщающие задания	35

Раздел 6 Электрическая цепь и элементы цепи

6.1	Электрическая цепь и элементы цепи	38
6.2	Электрический ток	42
6.3	Напряжение	46
6.4	Закон Ома	50
6.5	От чего зависит сопротивление проводника?	54
6.6	Последовательное и параллельное соединение ламп	59
	Наука, технология, жизнь	63
	Заключение	64
	Обобщающие задания	65

Раздел 7 Постоянный магнит и магнитное поле

7.1	Постоянный магнит	68
7.2	Магнитное поле	72
	Наука, технология, жизнь	75
	Заключение	76
	Обобщающие задания	77
	Словарь	79

Раздел 5

Электрический заряд и электрическое поле

Ежедневно в атмосфере происходят миллионы разрядов молний. Молния иногда вызывает пожары. Когда молния поражает линии электропередачи и связи, это может вывести из строя бытовую технику.

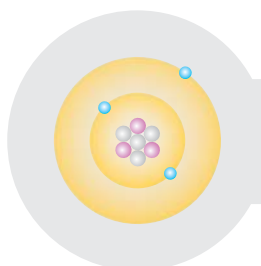


- Разряд молнии – это одно из электрических явлений, встречающихся в природе. Долгое время люди не знали причину возникновения молнии. Одним из первых электрические явления стал изучать учёный Бенджамин Франклин, живший в XVIII веке. Он изучил причину появления молнии и изобрёл громоотвод, защищающий здания от попадания молнии.
- 1. Какие еще примеры электрических явлений вы можете привести?
- 2. Какие понятия могут помочь нам объяснить природные явления?

Из раздела вы узнаете

- Электрические заряды бывают двух видов – положительные и отрицательные
- Тела бывают электронеутральными и заряженными
- Тела можно наэлектризовать трением или же без соприкосновения
- По своей проводимости вещества делятся на проводники и диэлектрики
- Наэлектризовано тело или нет можно узнать с помощью электроскопа
- Тела и частицы, обладающие электрическим зарядом, создают вокруг себя электрическое поле
- Электрическое взаимодействие передаётся посредством электрического поля
- Электрическое поле характеризуется напряжённостью и силовыми линиями

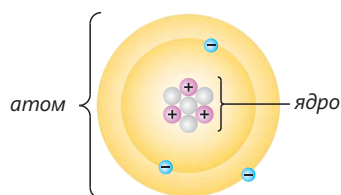
5.1 Электрический заряд тел



- Какие частицы входят в состав атома, изображённого на рисунке?
- Чему равен электрический заряд этих частиц?
- Каков знак заряда этих частиц?

Ключевые слова

электрический заряд,
электрическая сила, ион



⊖ электрон
(отрицательный электрический заряд)

⊕ протон
(положительный электрический заряд)

● нейтрон (незаряженная частица)

▲ Рис. 1.
Атом лития

Знаете ли вы?

Американский учёный Бенджамин Франклин (1706-1790), чтобы различать друг от друга два вида электрических зарядов, предложил условно называть их "положительными" и "отрицательными" зарядами.

На уроках природы вы познакомились с проводниками и диэлектриками. Чтобы объяснить электризацию тел веществ, следует изучить строение атома.

Строение и электрический заряд атома

Атом состоит из ядра и вращающихся вокруг него электронов, а ядро состоит из протонов и нейтронов (рис 1). Электрон является отрицательно заряженной частицей, протон – положительно заряженной, а нейтрон не обладает зарядом, т.е. является электронейтральной частицей. Частицы, обладающие зарядом, называют **носителями электрического заряда**, или же **заряженными частицами**. В природе существуют два вида зарядов. Условно их называют **отрицательными** и **положительными зарядами**.

Электрический заряд – скалярная величина, ее обозначают буквой q . В СИ за единицу измерения электрического заряда принят **кулон** (1 Кл), названный в честь французского ученого Шарля Кулона:

$$[q] = 1\text{Кл}$$

Как показывает опыт, наименьший электрический заряд в природе численно равен заряду электрона. Этот заряд называют **элементарным зарядом** и обозначают буквой **e**. Электрические заряды протона и электрона численно равны, но противоположны по знаку. Итак, электрон обладает наименьшим отрицательным зарядом, а протон – наименьшим положительным зарядом. Поскольку заряд частиц очень мал, их заряд принято выражать элементарным зарядом. При этом элементарный заряд принимают за единицу. В единицах элементарного заряда заряд электрона равен -1, а электрический заряд протона равен +1.

Например, если электрический заряд записан как -2 , то это значит, что его заряд равен $-2e$, а если записан как $+5$, то электрический заряд равен $+5e$. Значения зарядов электрона, протона и нейтрона приведены в таблице.

Частицы, из которых состоит атом	Обозначение частицы	Заряд частицы	Значение заряда частицы в элементарных зарядах
электрон	e	$q = -e$	-1
протон	p	$q = +e$	+1
нейтрон	n	$q = 0$	0

◀ Обозначение и электрический заряд электрона, протона и нейтрона

Электрический заряд атома равен сумме зарядов составляющих его протонов и электронов. Поскольку число электронов в атоме равно числу протонов, атом электронейтрален, то есть является незаряженной частицей.

Решение задач

Вычислите электрический заряд атома Li, изображённого на рисунке 1.

Решение. Заряд ядра равен сумме электрических зарядов протонов. Заряд протона численно равен заряду электрона, но противоположен по знаку. Так как заряд ядра атома Li равен $+3e$, а сумма зарядов его электронов равна $-3e$, то:

$$q = (-3e) + (3e) = 0$$

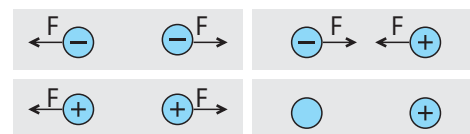
Ответ. Заряд атома Li равен нулю.

Электрическая сила

Между электрически заряженными частицами происходит взаимодействие, они притягивают и отталкивают друг друга.

● **Силы взаимодействия между заряженными частицами называются электрическими силами.**

На практике было установлено, что электрические заряды одного знака отталкиваются, а разных знаков – притягиваются. Между незаряженными частицами или же заряженной и незаряженной частицами электрического взаимодействия не существует (рис. 2).

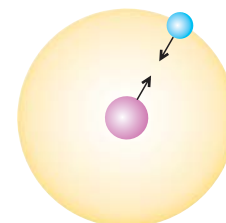


▲ Рис. 2. Электрическое взаимодействие между частицами

Вопрос

На рисунке изображён атом водорода. Как взаимодействуют электрон и протон?

Объяснение. Так как электрон заряжен отрицательно, а протон заряжен положительно, между ними существует электрическое притяжение.



В каком случае частицы не действуют друг на друга с электрической силой?

Ход работы:

- На рисунке представлены частицы **a** и **b**.



Предположим, что частица **a** представляет собой электрон, а **b** поочередно электрон, протон и нейтрон. Обсудите, в каком случае между частицами будет отсутствовать электрическая сила.

Ионы

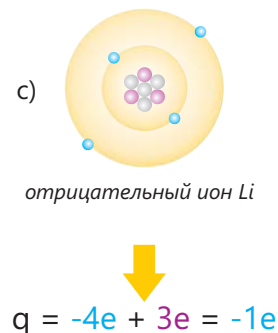
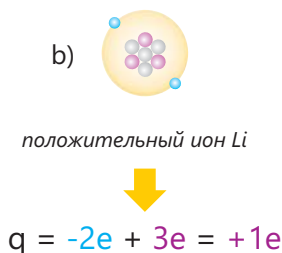
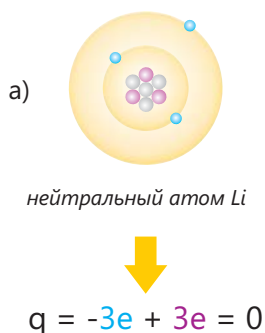
В некоторых случаях нейтральный атом может принять или же отдать электрон. Когда атом принимает электрон, он становится отрицательно заряженной частицей, а когда отдает – положительно заряженной частицей. Причина этого заключается в том, что число электронов в атоме, получившем электроны, больше числа протонов, а в атоме, отдавшем электроны, меньше.

Ион – это атом, отдавший или присоединивший к себе электрон.

Если атом потерял электрон – он называется **положительным ионом**, а если принял дополнительный электрон – **отрицательным ионом**. Электрический заряд иона равен сумме электрических зарядов частиц, из которых он состоит (рис. 3).

Рис. 3.

- электрон
- протон
- нейтрон



Решение задач

В ядре иона, заряд которого равен $-2e$, находятся 16 протонов. Найдите число электронов в ионе.

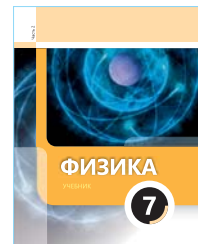
Решение. Если число электронов обозначить через n , то общий заряд электронов иона будет равным $n(-e)$, общий заряд протонов равен $16e$. А электрический заряд иона равен сумме этих зарядов:

$$\begin{aligned} n(-e) + 16e &= -2e \\ -ne &= -2e - 16e \\ -ne &= -18e \\ n &= 18 \\ \text{Ответ: } &18 \end{aligned}$$

Численное значение количества заряда иона можно определить по формуле $q = ne$. Здесь n указывает на число потерянных или приобретённых атомом электронов.

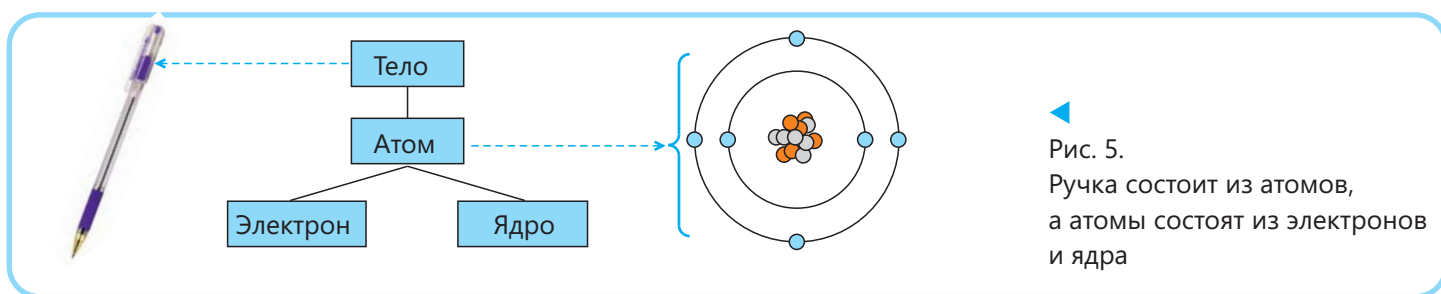
Строение вещества и электрический заряд тел

Из уроков природы вы знаете, что все тела состоят из веществ, а вещества – из атомов. Например, на рисунке 4 изображена книга, бумага которой изготовлена из дерева, а дерево в основном состоит из атомов углерода (C), водорода (H) и кислорода (O).



▲ Рис. 4.

Заряд тела обусловлен электрическими зарядами частиц, из которых состоит тело. Строение вещества, в целом, можно показать следующим образом (рис. 5).



◀ Рис. 5. Ручка состоит из атомов, а атомы состоят из электронов и ядра

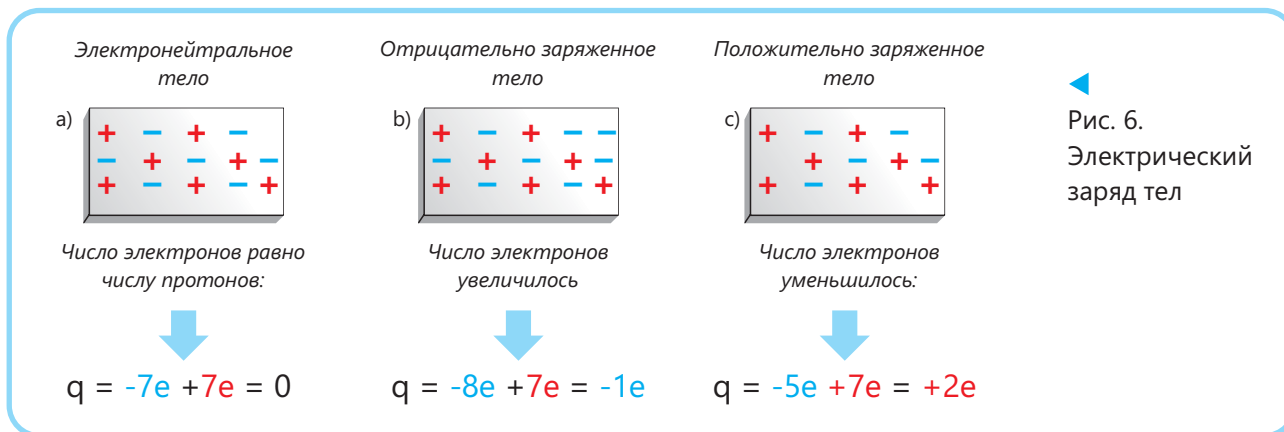
Если электрический заряд тела отрицательный, то его заряд равен произведению целого числа на заряд электрона. Например: $q = -1e$, $q = -2e$, $q = -3e$ и др.

Если электрический заряд тела положителен, то его заряд равен произведению целого числа на заряд протона. Например: $q = +1e$, $q = +2e$, $q = +3e$ и т.д.

Тела состоят из атомов (рис. 6, а). Так как заряд атомов равен нулю, заряд тел также равен нулю. Иногда нейтральные тела могут терять либо приобретать электроны. Поэтому число электронов может быть меньше или больше числа протонов. Если нейтральное тело приобретает электроны, то оно становится отрицательно заряженным (рис. 6, b), а если оно теряет электроны, то становится положительно заряженным (рис. 6, c). Численное значение заряда наэлектризованного тела можно вычислить по формуле:

$$q = Ne,$$

где N – число приобретённых или потерянных телом электронов.



◀ Рис. 6. Электрический заряд тел

ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Каковы сходства и различия между гравитационной и электрической силами?

Примените полученные знания

1. Какая сила удерживает электроны вокруг ядра?
2. В ядре нейтрального атома имеются 6 протонов. Найдите число электронов в данном атоме.
3. Какие из нижеприведённых электрических зарядов притягиваются друг к другу? Объясните каждую из следующих ситуаций.
 - а) электрон-электрон
 - б) электрон-протон
 - с) электрон-нейтрон
4. В ядре иона, обладающего зарядом $+4e$, находятся 16 протонов. Найдите число электронов в данном ионе.
5. Что означает предложение "электрический заряд тела равен $+9e$ "?

Проверьте полученные знания

1. Из каких частиц состоит атом? Чему равен их заряд?
2. Почему атом электронейтрален, тогда как он состоит из заряженных и незаряженных частиц?
3. Что такое ион?
4. В ядре атома хлора (Cl) имеется 17 протонов. Какое из следующих условий должно быть выполнено, чтобы данный ион был отрицательным? Обоснуйте свой ответ.
 - а) Число электронов должно быть больше 17.
 - б) Число электронов должно быть меньше 17.
5. Электрический заряд положительного иона Li равен $+1e$. Найдите число протонов, если известно, что у него 2 электрона.
6. Какими частицами могут быть частицы **a** и **b**, изображенные на рисунке? Стрелки указывают на направление действия электрической силы.



5.2 Электризация трением

Причёсывающийся перед зеркалом Азер заметил следующее: после того, как он несколько раз провёл пластмассовой расчёской по волосам, они стали притягиваться к расчёске.



- По какой причине расческа притягивает волосы?
- Почему расчёска притягивает волосы не с первого поднесения ее к волосам, а лишь после нескольких расчесываний?

Когда мы расчесываем волосы, расческа и наши волосы внешне не меняются, но когда мы подносим расческу ближе к волосам, они притягиваются друг к другу. Отсюда становится ясно, что после трения в телах произошли изменения. Чтобы знать, что это за изменение и как оно происходит, необходимо изучить электрические* свойства тел.

Ключевые слова

диэлектрик, трение, электризация

Как происходит электризация трением?

Еще до нашей эры древние греки заметили, что если потереть янтарь шерстяной тканью, он начинает притягивать к себе другие тела. Причиной этого явления стала **электризация** янтаря за счет трения. Когда мы расчесываем волосы, между расческой и волосами происходит трение, поэтому и расческа, и наши волосы электризуются. Электрические заряды расчески и волос противоположны, и поэтому они притягиваются друг к другу.

* Слово “электрический” происходит от слова “электрон”. “Электрон” в переводе с греческого означает “янтарь”.

Деятельность

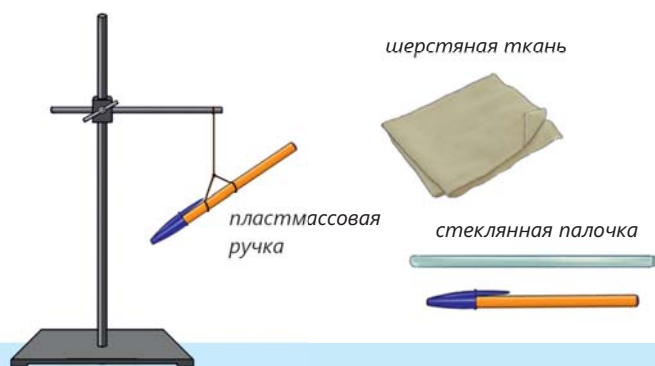
Наблюдение электризации трением

Принадлежности: штатив, стеклянная палочка, две пластмассовые ручки, лоскут шерстяной ткани.

Ход работы:

1. Подвесьте пластмассовую ручку на штативе так, как показано на рисунке.
2. Потрите подвешенную на нити ручку шерстяной тканью в течение 10-15 с.
3. Уберите руку так, чтобы ручка не раскачивалась. Не прикасайтесь рукой к потертой шерстяной тканью части ручки.
4. Потрите шерстяной тканью другую пластмассовую ручку и поднесите ее к натертой части подвешенной ручки, но не соприкасайтесь их. Запишите наблюдаемое вами явление.

5. Отложите пластмассовую ручку в сторону и натрите шерстяной тканью стеклянную палочку, приблизьте её к натертой части подвешенной ручки, но не соприкасайтесь их. Запишите наблюдаемое вами явление.



Обсудите:

1. Что произошло, когда шерстяной тканью потерли пластмассовую ручку и поднесли к висящей на штативе пластмассовой ручке?
2. Что произошло, когда шерстяной тканью потерли стеклянную палочку и поднесли к висящей на штативе пластмассовой ручке?
3. Какой можно сделать вывод о знаках электрических зарядов стеклянной палочки и пластмассовой ручки?

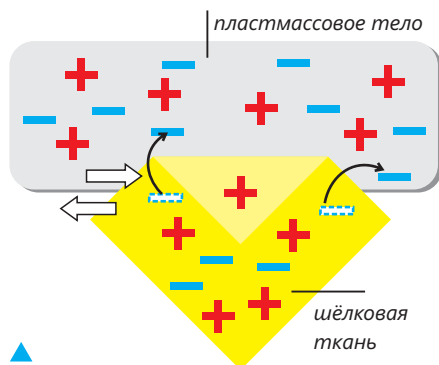


Рис. 1. Электризация трением

Когда два тела, сделанные из разных веществ, трут друг о друга, определенное количество электронов одного тела переходит к другому телу. Причина этого заключается в том, что ядра атомов одного из тел притягивают электроны с большей электрической силой, чем ядра атомов другого тела. Поэтому определенное количество электронов покидает потертое тело и присоединяется к атомам другого тела. В итоге оба тела наэлектризовываются (рис. 1).

А теперь давайте объясним электризацию трением на нескольких примерах.

1. Когда вы трете стеклянную палочку шерстяной тканью, определенное количество электронов переносится от стеклянной палочки к шерстяной ткани. Потому что атомы шерстяной ткани притягивают электроны с большей электрической силой (рис. 2, а).

2. А при трении пластмассовой палочки о шерстяную ткань определенное количество электронов отделяется от атомов шерстяной ткани и присоединяется к атомам пластмассовой палочки. Потому что атомы пластмассовой палочки притягивают электроны с большей электрической силой (рис. 2, б).

Из двух приведенных выше примеров ясно, что шерстяная ткань в одном случае заряжается отрицательно, принимая дополнительные электроны, а в другом – положительно, отдавая электроны. То есть знак электрического заряда наэлектризованного тела зависит от того, с каким телом его тереть..



а) При трении электроны переходят от стеклянной палочки к шерстяной ткани.

б) При трении электроны переходят от шерстяной ткани к пластмассовой палочке.

Рис. 2.

Отсюда можно сделать вывод, что если потереть шерстяной тканью две стеклянные и две пластмассовые палочки, после этого:

- Стеклянные палочки отталкиваются друг от друга (рис. 3, а).
- Пластиковые палочки отталкиваются друг от друга (рис. 3, б).
- Стеклянная и пластиковая палочки притягиваются друг к другу (рис. 3, с).

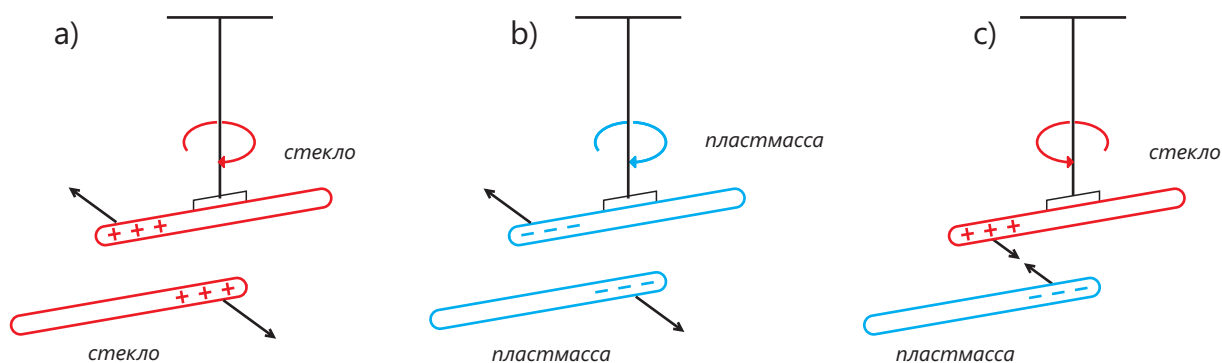


Рис. 3.

При трении шерстяной тканью стеклянная палочка теряет электроны, а пластмассовая палочка присоединяет электроны. Значит, стеклянная палочка заряжена положительно, а пластмассовая – отрицательно. Поэтому если положительно заряженная стеклянная палочка притягивает какое-либо другое тело, можно сделать вывод, что электрический заряд этого тела отрицательный.

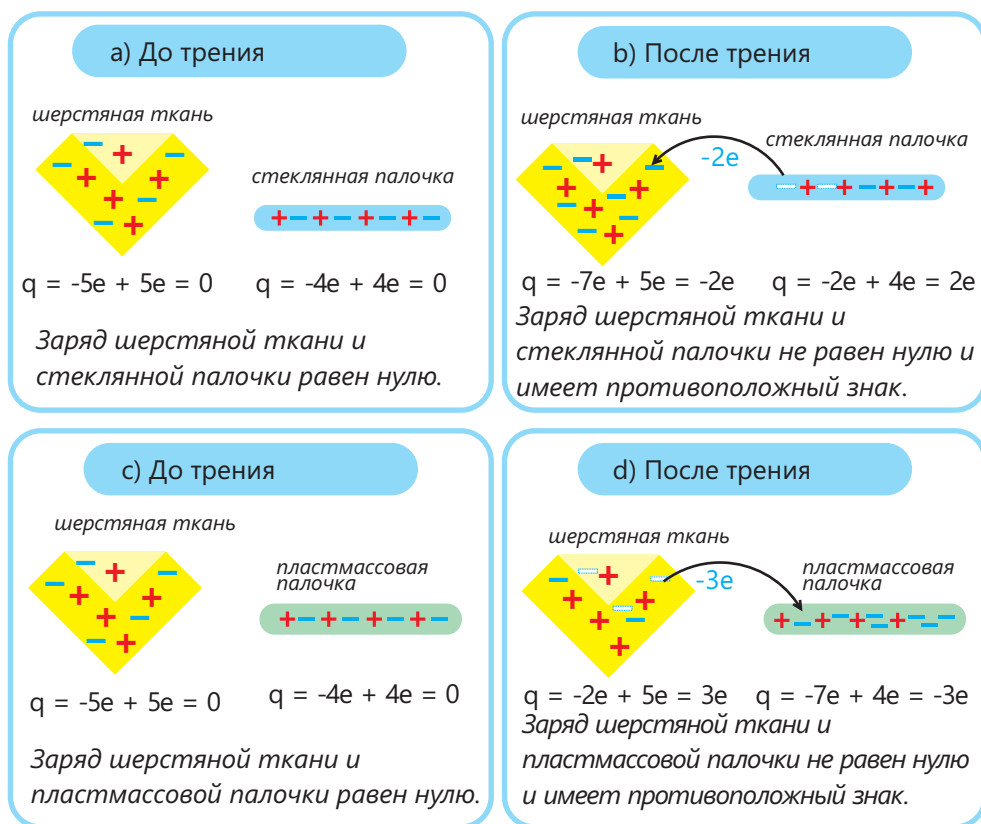
Как видно, электризация тел трением происходит из-за перехода определённого количества электронов от одного тела к другому. Масса электронов очень мала, поэтому при электризации тел трением изменения масс тел очень незначительны. В связи с этим заметить внешние изменения тел или же их масс при электризации трением невозможно.

Знаете ли вы?



- Янтарь – это затвердевшая смола деревьев. Обычно он жёлтого, коричневого или красного цвета. Из янтаря делают браслеты и другие украшения.

Число отрицательных и положительных зарядов ткани и каждой палочки, представленных на рис. 4, **a** и **c**, одинаково. Поэтому конечный электрический заряд каждого из них равен нулю. На рис. 4, **b** и **d**, показано, что заряды палочек отличны от нуля после их трения о шерстяную ткань.



◀ Рис. 4.

Число электронов, оторванных от стеклянной палочки, равно числу электронов, перешедших на шерстяную ткань. Так же число электронов, перешедших на пластмассовую палочку, равно числу электронов, потерянных шерстяной тканью. Это значит, что новые заряды не появляются и не исчезают в трущихся телах.

Общее число электрических зарядов трущихся тел неизменно. При электризации тел возможен лишь переход электронов от одного тела к другому. Протоны находятся в ядре атома и не перемещаются от одного тела к другому.

Условия электризации трением.

Для электризации тел трением должны соблюдаться два условия:


1. *Вещества, из которых сделаны тела, должны быть разными.* Поскольку ядра атомов тел, состоящих из одного и того же вещества, притягивают электроны одинаковой электрической силой, электроны при трении не переходят от одного тела к другому, и в результате не происходит электризации. Например, если потереть шерстяную ткань о шерстяную ткань, электризация не произойдет.

2. Тела должны быть изготовлены из диэлектриков. Стекло, шерсть, шелк, хлопок, пластмасса и др. являются диэлектриками.

Последовательность электризации

В ходе эксперимента была определена последовательность электризации некоторых тел путем трения. Эта последовательность такова: если какое-либо тело из таблицы мы потрем о тело, идущее после него, то электроны перейдут к следующему телу. Таким образом, верхний будет заряжен положительно, а нижний – отрицательно. Например, если мы потрем стеклянное тело о какое-либо из оставшихся пяти тел, то электроны со стеклянного тела перейдут к другому. Если потереть тело из хлопка о любое тело из данной таблицы, то оно передаст электроны лишь телу из пластмассы. А от четырёх тел, расположенных в таблице выше него, оно примет электроны.

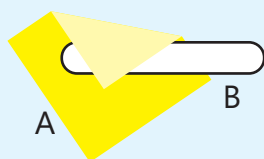
	Тело	Знак заряда
1	стекло	
2	шерсть	
3	шёлк	
4	бумага	
5	хлопок	
6	пластмасса	


 Последовательность электризации трением

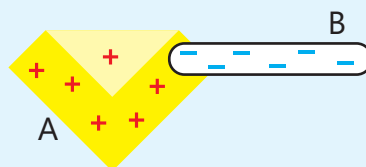
Решение задач

Когда нейтральные тела А и В трут друг о друга, от тела А к телу В переходят $6e$ электронов. Чему равна сумма зарядов тел А и В после трения?

а) До трения



б) После трения



Решение. Когда от нейтрального тела А к нейтральному телу В переходят $6e$ электронов, заряд тела А становится равным $+6e$, а заряд тела В – $-6e$. Найдем сумму зарядов обоих тел:

$$q = -6e + 6e = 0.$$

А это значит, что суммарный заряд остался неизменным.

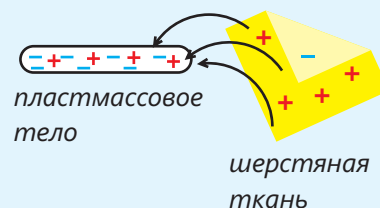
Ответ. Сумма зарядов тел А и В после трения равна 0.

ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Какое событие из повседневной жизни вы можете объяснить при помощи электризации трением?

Примените полученные знания

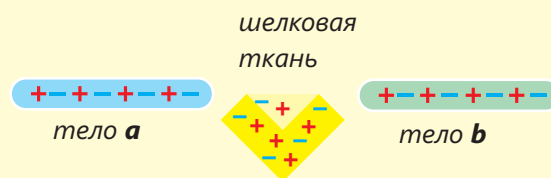
1. При расчёсывании волос ваши волосы и расчёска электризуются. Чему равна сумма зарядов на ваших волосах и расчёске? Обоснуйте свой ответ.
2. При трении стеклянной и пластмассовой палочек шёлковой тканью они электризуются.
 - а) Используя таблицу последовательности электризации, определите знак электрического заряда каждого из них. Обоснуйте свой ответ.
 - б) Чему равен суммарный заряд всех трёх тел после трения?
3. При трении пластмассового тела шерстяной тканью тело приобретает отрицательный электрический заряд, а шерстяная ткань – положительный. Это значит, что при трении электроны с шерстяной ткани перешли на пластмассовое тело. Почему электроны перешли с шерстяной ткани на пластмассовое тело, а не от пластмассы к шерсти?



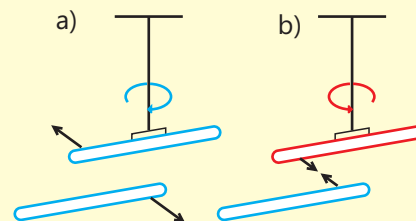
Проверьте полученные знания

1. 5 электронов нейтрального тела А переходят к нейтральному телу В. Определите значение и знак электрического заряда каждого из этих тел.
2. Если тереть стеклянные и пластиковые палочки шёлковой тканью, обе палочки электризуются. Однако когда шёлковые ткани трут друг о друга, электризации не происходит. Объясните причину этого явления.
3. Что из перечисленного ниже верно? Когда два тела, сделанных из разных веществ, трут друг о друга:
 - а) одно электризуется, другое остается нейтральным;
 - б) оба получают электрический заряд одного знака;
 - в) один заряжен отрицательно, другой положительно.

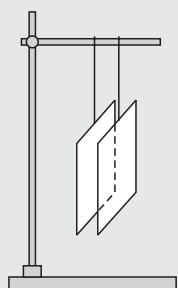
4. Когда тела **a** и **b** трут шёлковой тканью, тело **a** заряжается положительно, а **b** – отрицательно. Определите по таблице последовательности электризации, из какого вещества сделаны эти тела.



5. Каким может быть заряд палочек, изображённых на рисунке?
6. Когда ученики потерли ткань из хлопка одно из тел из таблицы последовательности электризации, ткань из хлопка заряжалась положительно, а тело – отрицательно. Определите вещество, из которого сделано тело. При трении с телом из какого вещества ткань из хлопка приобретет отрицательный заряд?



5.3 Электроскоп



Две тонкие металлические пластины подвешены на непроводящих нитях.

- Если обе пластины зарядить одноимёнными зарядами, то они будут притягиваться или отталкиваться друг от друга?
- Как будет меняться расстояние между пластинами при их притяжении или отталкивании?
- Как изменится расстояние между заряженными пластинами, если увеличить или уменьшить их заряд?

Для определения наэлектризовано тело или нет, используют прибор, называемый **электроскопом**. Электроскоп состоит из металлического шарика, металлического стержня и прикрепленных к стержню металлических листочков (рис. 1). Поскольку из алюминия можно сделать очень тонкие и легкие листы, листочки электроскопов обычно изготавливаются из алюминия. Поэтому при электризации они могут легко отклониться за счет взаимодействия.

Принцип работы электроскопа основан на взаимодействии одноимённо заряженных тел. Если электроскоп не обладает зарядом, то его листочки принимают вертикальное положение. Если шарик электроскопа соприкасается с наэлектризованным телом, то листочки заряжаются одноимёнными зарядами и между ними возникает сила отталкивания (рис. 2).

Если телом, наэлектризованность которого мы хотим проверить, прикоснуться к металлическому шарiku, то можно наблюдать одно из трёх состояний:

а) Если тело не наэлектризовано, то листочки не отклоняются (рис. 3).

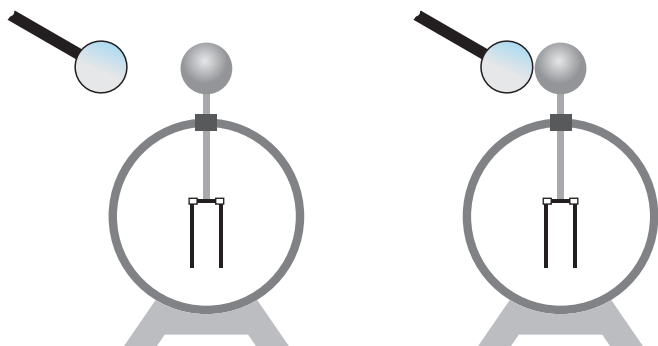


Рис. 3.
Электроскоп и незаряженное тело

Ключевые слова

электроскоп

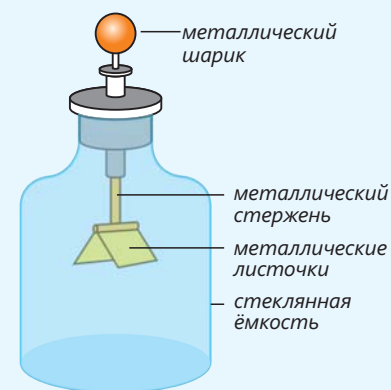


Рис. 1.
Строение электроскопа

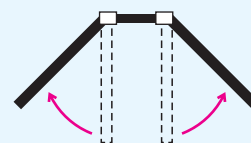
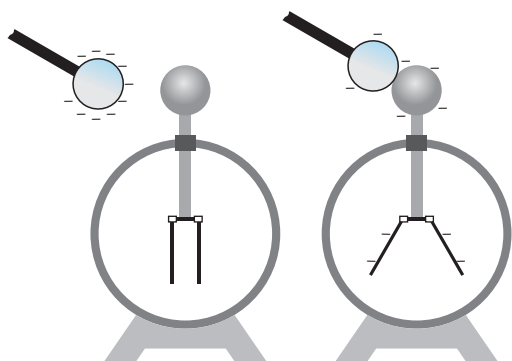


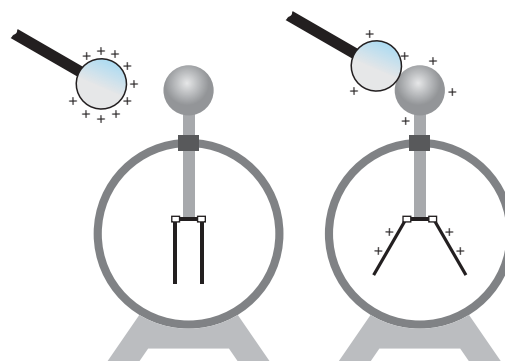
Рис. 2.
Одноимённо заряженные листочки отталкиваются друг от друга

б) Если тело имеет отрицательный электрический заряд, электроны переходят на металлический стержень и через него на алюминиевые листочки, и они становятся отрицательно заряженными. Так как листочки зарядились одноименно отрицательными электрическими зарядами, они отталкиваются, поэтому отклоняются друг от друга (рис. 4).



▲ Рис. 4.
Электроскоп и отрицательно заряженное тело

в) Если тело обладает положительным электрическим зарядом, оно притягивает и забирает себе часть свободных электронов металлического стержня и листочков. Так как число электронов обоих листочков уменьшается, они оба становятся положительно заряженными. Заряженные листочки под действием электрической силы отталкивания отклоняются (рис. 5).



▲ Рис. 5.
Электроскоп и положительно заряженное тело

Знаете ли вы?

Слово “электроскоп” греческого происхождения. В переводе на русский означает “обнаружение электрического заряда”.

В нейтральном состоянии листочки расположены вертикально. Когда листочки наэлектризованы, они отталкиваются и отклоняются друг от друга. По мере увеличения заряда листочки отталкиваются еще больше.

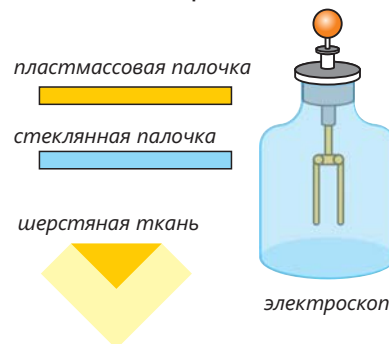
Деятельность

Определение того, является ли взаимодействие между одноименно заряженными телами отталкивающим или притягивающим

Принадлежности: электроскоп, пластмассовая палочка, стеклянная палочка, шерстяная ткань.

Ход работы:

1. Потрите пластмассовую палочку шерстяной тканью, коснитесь палочкой шарика электроскопа и запишите свои наблюдения металлических листочков электроскопа.
2. Дотроньтесь рукой шарика электроскопа и нейтрализуйте его.
3. Потрите стеклянную палочку шерстяной тканью, коснитесь палочкой шарика электроскопа и запишите свои наблюдения.



Обсудите:

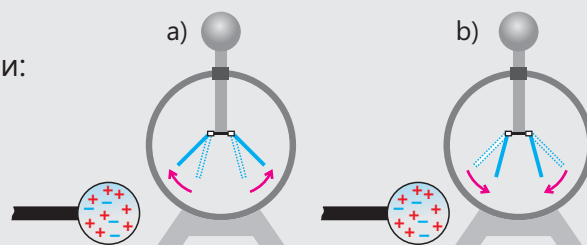
1. Как можно определить, что листочки электроскопа зарядились одноимёнными зарядами?
2. В каком случае этой деятельности листочки электроскопа зарядились отрицательными зарядами, а в каком случае – положительными? Обоснуйте свой ответ, используя таблицу последовательности электризации тел.
3. Можно ли утверждать, что металлический стержень и листочки электроскопа зарядились одноимёнными или же разноимёнными зарядами? Обоснуйте свой ответ.
4. Как по-вашему, почему при касании шарика электроскопа рукой листочки сближаются?

Вопрос

При прикосновении положительно заряженных тел с положительно заряженными электроскопами:

- а) листочки первого электроскопа еще больше отклоняются друг от друга;
- б) листочки второго электроскопа приближаются друг к другу.

Объясните каждое из наблюдаемых явлений.



Объяснение. Заряд каждого из этих тел согласно изображению:

$$q = -4e + 8e = +4e.$$

- а) Если до соприкосновения заряд электроскопа (например, $+2e$) меньше заряда тела ($+4e$), то после соприкосновения заряд электроскопа увеличится. При этом листочки станут больше отталкиваться друг от друга (электроскоп **а**).
- б) Если до соприкосновения заряд электроскопа (например, $+6e$) больше заряда тела ($+4e$), то после соприкосновения заряд электроскопа уменьшится. Потому что часть электронов перейдут от тела к электроскопу. Следовательно, листочки станут меньше отталкиваться друг от друга (электроскоп **б**).

ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Почему электроскоп помещают в стеклянный сосуд?

Примените полученные знания

1. Положительно заряженные тела **a** и **b** прикасаются к незаряженным электроскопам. Сравните их электрические заряды до контакта.



2. Когда отрицательно заряженные тела касаются отрицательно заряженных электроскопов:

- а) листочки первого электроскопа отдаляются еще больше;
 - б) листочки второго электроскопа меньше отталкиваются друг от друга.
- Объясните оба наблюдаемых явления.

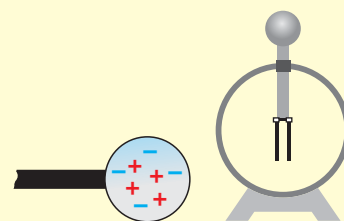


Проверьте полученные знания

1. Для чего используют электроскоп?
2. Что произойдет, если тело, изображенное на рисунке, коснется шарика незаряженного электроскопа? Обоснуйте свой ответ.
3. От чего зависит, на сколько больше или меньше отклонились листочки электроскопа?
 - а) от знака их электрического заряда;
 - б) от количества их электрического заряда.
4. Какое из следующих утверждений верно?

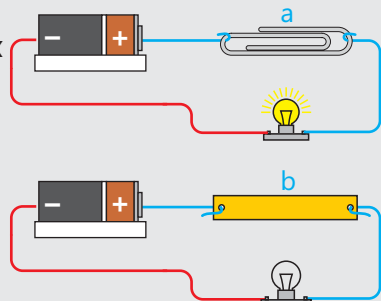
Когда нейтральный электроскоп заряжают положительно, то электроны:

 - а) перейдут от тела к листочкам электроскопа;
 - б) перейдут от листочков электроскопа к телу.
5. В чем причина нейтрализации электроскопа при прикосновении к его шарик?



5.4 Проводники и диэлектрики

Часть проводов, соединяющих лампы с источниками тока, заменены телами (а и b), сделанными из разных веществ, как показано на рисунке.



- В чем причина того, что одна из лампочек горит, а другая нет?
- Чем отличаются электрические свойства веществ, из которых сделаны тела а и b?

Из уроков природы вы знаете, что вещества по электропроводности делятся на две группы: **проводники** и **диэлектрики**. Является вещество проводником или диэлектриком, зависит от строения атомов, из которых оно состоит. Итак, принимая во внимание строение атомов, можно объяснить, почему определенное вещество проводит или не проводит электрический ток.

Проводники

В атоме электроны движутся вокруг ядра по орбитам на определенных расстояниях. Орбиты некоторых электронов расположены ближе к ядру, а некоторые – дальше (рис. 1). Поскольку электроны и ядро заряжены разноименно, они притягиваются друг к другу. Электроны, движущиеся по орбитам, близким к ядру, притягиваются ядром с большей силой, а электроны, движущиеся по орбитам, удаленным от ядра, притягиваются ядром с меньшей силой. В некоторых веществах сила притяжения между электронами на внешней орбите атома и ядром очень мала. Поэтому эти электроны способны покинуть свои атомы и свободно перемещаться в разных направлениях внутри вещества. А атом, потерявший свой электрон, становится положительным ионом. В итоге это вещество состоит из положительных ионов и электронов, свободно перемещающихся между этими ионами (рис. 2).

- Электроны, способные свободно перемещаться внутри вещества, называются **свободными электронами**.

Ключевые слова

проводник, диэлектрик, свободный электрон, свободный носитель заряда

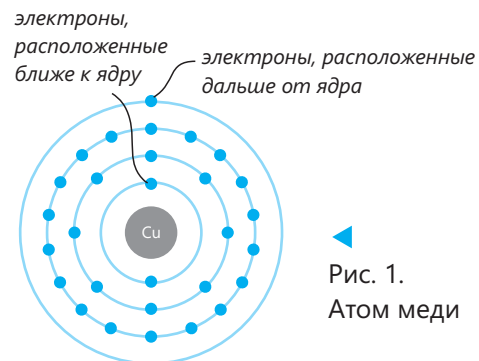


Рис. 1. Атом меди

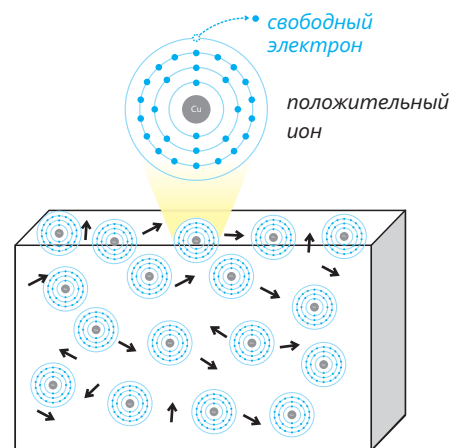


Рис. 2. Тело, изготовленное из меди



Рис. 3.

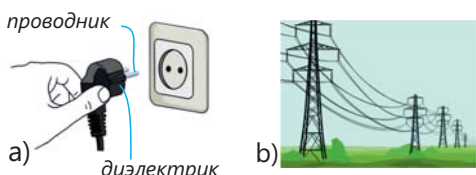


Рис. 4. Применение проводников

Поскольку электроны являются заряженными частицами, свободные электроны еще называют **свободными носителями заряда**. Вещества, обладающие свободными электронами или свободными носителями заряда, называются **проводниками**.

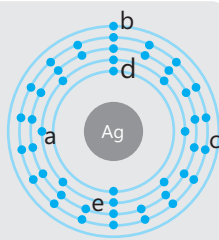
Все металлы являются проводниками. Самыми хорошими проводниками являются серебро, медь и золото, но на практике в основном используются медь, алюминий и сталь (рис. 3). Проводники используют для изготовления проводящей электрический ток части электрического оборудования (рис. 4, а). Так же провода, используемые для передачи электрической энергии от электростанций до городов, сёл и посёлков, изготавливают из металлов (рис. 4, б).

Знаете ли вы?

В металлах много свободных электронов, поэтому они являются хорошими проводниками как электричества, так и тепла.

Вопрос

Какой электрон может стать свободным электроном в проводнике из серебра?



Объяснение. В атоме серебра наиболее слабо притягиваемый ядром электрон – это **b**-электрон, и он может стать свободным электроном.

Деятельность

Определение того, являются тела проводниками или диэлектриками

Принадлежности: электроскоп, пластмассовая палочка, ручка, лист бумаги А4, алюминиевая, медная и стеклянная палочки, шерстяная ткань.

Ход работы:

1. Перечертите таблицу в тетрадь.

Тело	Состояние листочков электроскопа (вертикально/разделены)	Заряд металлических листочков (не меняется/нейтрализуется)	Вещество, из которого изготовлено тело (проводник/диэлектрик)
Алюминиевая палочка	<i>вертикально</i>	<i>нейтрализуется</i>	<i>проводник</i>
Ручка			
Лист бумаги А4			
Медная палочка			
Стеклянная палочка			

2. Потрите пластмассовую палочку шерстяной тканью, затем коснитесь натёртой частью палочки шарика электроскопа и наэлектризуйте его. Не прикасайтесь к электроскопу руками после зарядки. Если вы прикоснетесь к нему, он нейтрализуется.

3. Коснитесь пластмассовой ручкой шарика электроскопа. По состоянию металлических листочков электроскопа запишите информацию, соответствующую строке с надписью "ручка". Воспользуйтесь образцом, приведенным в первой строке таблицы.
4. Если после контакта тестируемого тела с металлическим шариком электроскопа металлические листочки возвращаются в вертикальное положение, то потрите пластмассовую палочку шерстяной тканью и вновь зарядите электроскоп.
5. Поочерёдно коснитесь телами, указанными в таблице, металлического шарика электроскопа и запишите свои наблюдения в соответствии с положением листочков.

Обсудите:

1. Как вы определили, какое тело является проводником, а какое диэлектриком?
2. После контакта некоторых тел с металлическим шариком электроскопа его листочки приходят в вертикальное положение, а при контакте металлического шарика электроскопа с другими телами листочки не меняют своего положения. Объясните причину этого.

В "деятельности" электроскоп был заряжен отрицательно. То, что листочки пришли в вертикальное положение, демонстрирует нам, что электроскоп нейтрализован. Причиной нейтрализации электроскопа является то, что его шарик соприкоснулся с телом, являющимся проводником. При этом электроны переходят с шарика электроскопа на тело и распределяются по его поверхности (рис. 5).

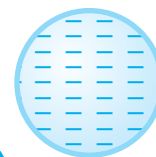


Рис. 5.

Диэлектрики

В отличие от проводников в стекле и пластмассе, как и во многих других веществах, электроны не могут покинуть атомы. Потому что в этих веществах ядра атомов притягивают электроны, расположенные далеко от ядра с большой силой. А это значит, что эти вещества состоят из нейтральных атомов и не обладают свободными электронами (рис. 6). Поэтому в таких веществах невозможен перенос электрического заряда.

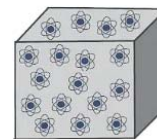


Рис. 6.

- **Вещества, не обладающие свободными носителями заряда, называют диэлектриками.**

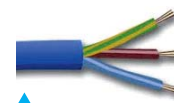


Рис. 7.

В целях безопасности провода и металлические детали в электрооборудовании покрывают диэлектриками (рис. 7).

Вопрос

Почему при изготовлении электрического чайника, изображённого на рисунке, используют и пластмассу, и металл?



Объяснение. Для прохождения электрического тока вилка, провод и нагревательная спираль сделаны из металла. В целях безопасности вилка и провод изолированы диэлектрической пластмассой. Так как пластмасса плохо проводит тепло, то и ручка чайника сделана из этого материала.

ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

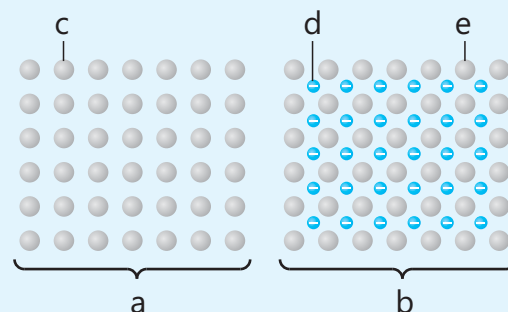
Несмотря на то, что золото является хорошим проводником, при изготовлении электрического оборудования его не используют. Но в цепи системной панели компьютера (по английски: motherboard) оно используется. Как по-вашему, почему?

Примените полученные знания

1. На рисунке показаны два различных вещества.

Определите по рисункам:

- 1) проводящий материал;
- 2) диэлектрик;
- 3) свободные электроны;
- 4) положительные ионы;
- 5) нейтральные атомы.

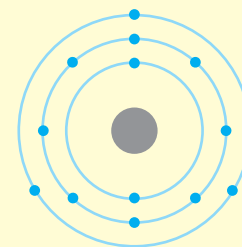


2. При трении стеклянной палочки шерстяной тканью натёртая часть стекла заряжается положительно, а ненащёпанная часть остаётся нейтральной. Объясните причину этого явления.

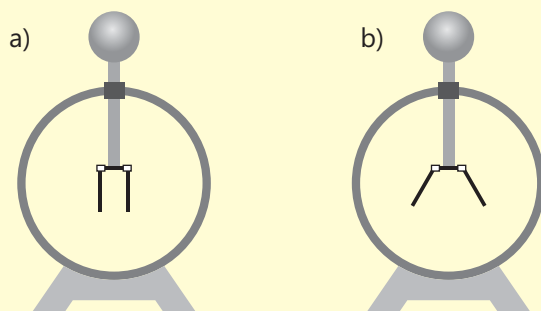
Проверьте полученные знания

1. Назовите одно сходство и одно различие между проводниками и диэлектриками.

2. На рисунке изображен атом алюминия. Сколько электронов каждого атома могут стать свободными электронами в алюминиевом проводнике? Обоснуйте свой ответ.



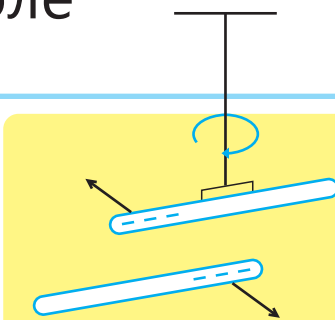
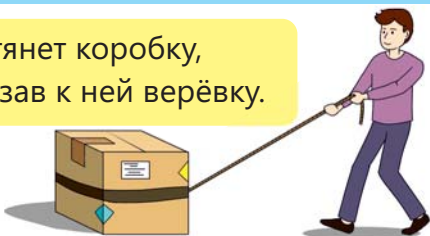
3. Один из изображенных на рисунке электроскопов заряжен, другой нейтрален. Если соединить эти электроскопы металлической проволокой, как изменится положение листочков каждого электроскопа?



4. К какому выводу можно прийти на основании нейтрализации заряженного электроскопа при прикосновении рукой?

5.5 Электрическое поле

Азер тянет коробку, привязав к ней верёвку.



• За счёт чего одноименно наэлектризованные палочки отталкиваются друг от друга?

Взаимодействие электрических зарядов – это притяжение разноимённых и отталкивание одноимённых зарядов.

Взаимодействие между электрическими зарядами осуществляется за счёт **электрического поля**. Вокруг тел, обладающих электрическим зарядом, существует электрическое поле. Это поле невозможно увидеть невооружённым глазом. О существовании электрического поля мы можем знать по притяжению или отталкиванию наэлектризованных тел. При изучении электрического поля используются такие понятия, как **напряжённость электрического поля** и **силовые линии электрического поля**.

Ключевые слова

электрическое поле, напряжённость электрического поля, силовые линии электрического поля

Напряжённость электрического поля

Для того чтобы определить, существует ли электрическое поле в какой-либо точке пространства, необходимо поднести к этой точке электрический заряд. Этот заряд называется **пробным зарядом** (q). На пробный заряд со стороны электрического поля действует электрическая сила (F). Опыт показывает, что значение силы, с которой электрическое поле действует на пробный заряд, прямо пропорционально величине пробного заряда. Например, если увеличить величину пробного заряда в два раза, то электрическая сила, действующая на заряд, тоже увеличится в два раза (рис. 1). Если величина заряда, создающего электрическое поле (q_0) и расстояние от точки поля (r) остаются неизменными (рис. 2), то отношение силы, действующей на пробный заряд, к величине этого заряда не меняется.

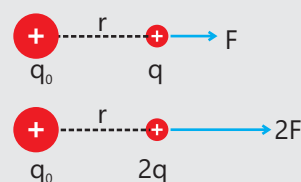


Рис. 1.

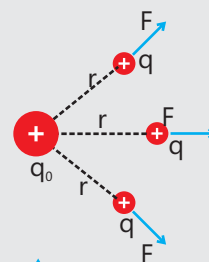
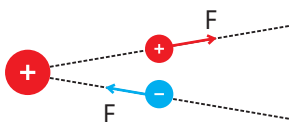


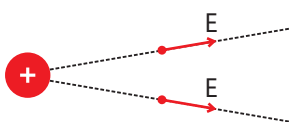
Рис. 2.

- Отношение силы, действующей на пробный заряд, к величине этого заряда называют **напряжённостью электрического поля**:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}.$$

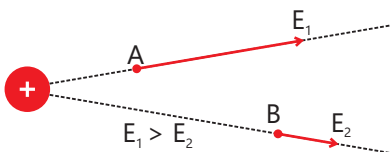


а) Направление силы, действующей на заряженные частицы

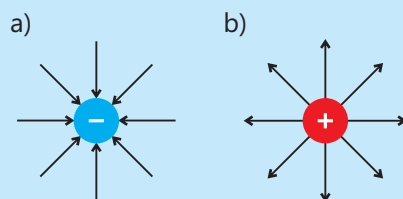


б) Направление напряжённости электрического поля в данной точке поля

▲
Рис. 3.



▲
Рис. 4.
По мере удаления от заряда напряжённость электрического поля уменьшается



▲
Рис. 5.
Силовые линии электрического поля заряда

Где \vec{E} – напряжённость электрического поля, q – пробный заряд, \vec{F} – сила, действующая на пробный заряд.

Напряжённость электрического поля является векторной величиной, её единица в СИ:

$$[E] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$$

Направление напряжённости электрического поля совпадает с направлением силы, действующей на положительный заряд в данной точке поля. Но сила, действующая на отрицательный заряд, противоположна направлению напряжённости электрического поля (рис. 3).

Напряжённость электрического поля зависит от расстояния до заряда, создающего поле. По мере удаления от заряда напряжённость электрического поля уменьшается (рис. 4).

Знаете ли вы?

Идею передачи электрического взаимодействия посредством электрического поля ввел в науку Майкл Фарадей (1791–1867).

Силовые линии электрического поля

Электрическое поле условно изображается **силовыми линиями электрического поля**. Силовые линии отрицательного электрического заряда направлены к заряду, а силовые линии электрического поля положительного заряда от заряда (рис. 5).

Для определения направления силовых линий электрического поля необходимо в данное поле внести положительный электрический заряд. На электрический заряд, внесённый в электрическое поле, действует электрическая сила.

Направление этой силы показывает направление силовых линий электрического поля.

Направление силовых линий электрического поля совпадает с направлением напряжённости электрического поля этого заряда. Они совпадают с направлением электрической силы, действующей на положительный заряд, и направлены против электрической силы, действующей на отрицательный заряд.

Исследование

Определение направления напряжённости электрического поля, созданного отрицательным электрическим зарядом

Ход работы:

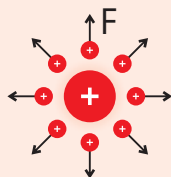
1. Нарисуйте в тетради изображенное на рисунке отрицательно заряженное тело.
2. Вокруг тела так, как показано на рисунке, нарисуйте положительные заряды и покажите стрелками направление сил, действующих на эти заряды.
3. Вокруг тела нарисуйте отрицательные заряды и покажите стрелками направление сил, действующих на эти заряды.



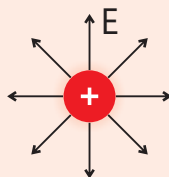
Обсудите:

1. Совпадает ли направление электрической силы, действующей на положительные заряды вокруг тела, с направлением напряжённости электрического поля тела?
2. Совпадает ли направление электрической силы, действующей на отрицательные заряды вокруг тела, с направлением напряжённости электрического поля тела?

Нарисовав множество положительных зарядов вокруг положительно (рис. 6) и отрицательно (рис. 7) заряженного тела, согласно действующим на них электрическим силам можно нарисовать силовые линии электрического поля. Это и есть направление напряжённости электрического поля.

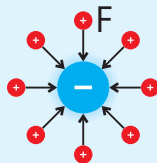


а) Направление силы электрического поля, действующей на положительные заряды

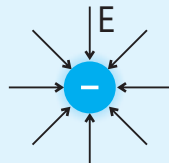


б) Силовые линии электрического поля положительного заряда

Рис. 6.



а) Направление силы электрического поля, действующей на положительные заряды



б) Силовые линии электрического поля отрицательного заряда

Рис. 7.

Вопрос

На рисунке изображены заряд q_0 и пробный заряд q в электрическом поле, создаваемом этим зарядом. Если расстояние между зарядами останется постоянным, а величина пробного заряда увеличится в 3 раза, во сколько раз увеличится действующая на него электрическая сила?



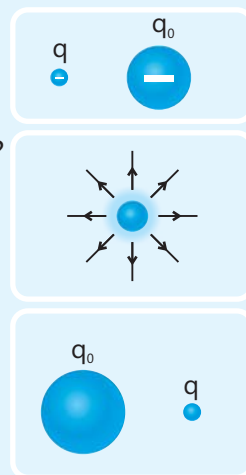
Объяснение. Воспользовавшись формулой напряженности электрического поля, можно найти, во сколько раз увеличится электрическая сила: $F = qE$. Напряжённость электрического поля неизменна, при этом пробный заряд увеличился в 3 раза. Значит, электрическая сила увеличится также в три раза.

ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Зависит ли напряжённость электрического поля заряженного тела от величины пробного заряда, внесённого в данное поле?

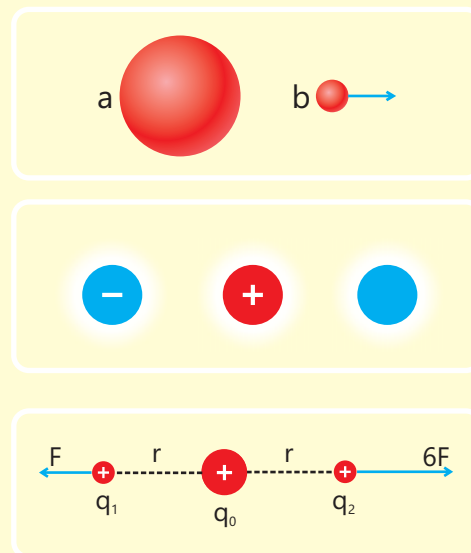
Примените полученные знания

1. Как показано на рисунке, заряд q поместили в электрическое поле, созданное зарядом q_0 . Найдите направление электрической силы, действующей со стороны заряда q_0 на заряд q . Как направлены линии напряжённости электрического поля заряда q_0 в точке расположения заряда q ?
2. На рисунке изображены силовые линии электрического поля заряженного тела. Определите знак заряда тела. Обоснуйте свой ответ, воспользовавшись правилом определения направления силовых линий электрического поля.
3. На рисунке изображены тело зарядом q_0 и пробный заряд q . Если величину пробного заряда увеличить в 5 раз, изменится ли напряжённость электрического поля заряда q_0 в точке нахождения пробного заряда? Обоснуйте свой ответ.



Проверьте полученные знания

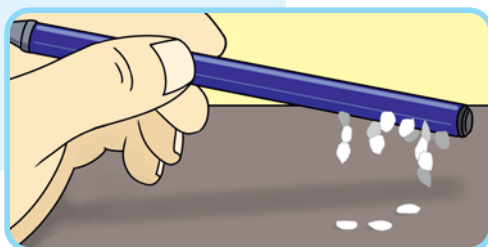
1. На заряженное тело **b** со стороны заряженного тела **a** действует электрическая сила. Каким образом передаётся это действие? Каким может быть знак зарядов этих тел?
2. На рисунке изображены электрон, протон и нейтрон. На какую частицу не будет действовать электрическое поле? Обоснуйте свой ответ.
3. Нарисуйте силовые линии электрического поля электрона и протона.
4. На рисунке изображены силы, действующие на пробные заряды q_1 и q_2 в электрическом поле, создаваемом зарядом q_0 . Во сколько раз величина заряда q_2 больше заряда q_1 ?



5.6 Электризация индукцией

Ручку можно наэлектризовать, потерев её о шерстяную ткань. Когда заряженную ручку подносят к обрывкам нейтральной бумаги, обрывки притягиваются к ручке и прилипают к ней.

- **Как по-вашему, почему кусочки нейтральной бумаги притягиваются к наэлектризованной ручке?**



Вокруг наэлектризованных тел всегда существует электрическое поле. Поэтому наэлектризованные тела взаимодействуют друг с другом посредством электрического поля. Они притягиваются либо отталкиваются друг от друга. Значит, для существования электрического притяжения или отталкивания между телами они оба должны быть наэлектризованными. Это правило справедливо также и для частиц. Если нет электрического заряда, то нет и электрического взаимодействия. Например, между протонами и нейтронами не существует электрического взаимодействия (рис.1). Нейтрон не обладает электрическим зарядом, поэтому у него нет электрического поля. А из-за отсутствия электрического поля невозможно электрическое взаимодействие. Но если к нейтральному телу поднести заряженное тело, то произойдёт перераспределение заряженных частиц, из которых состоит нейтральное тело, и оно начнёт притягиваться.

Как вы знаете, вещества состоят из атомов, а атомы – из ядра и электронов. При приближении заряженного тела к нейтральному телу (рис. 2) электроны нейтрального тела вступают во взаимодействие с заряженным телом – либо притягиваются, либо отталкиваются от него.

Если отрицательно заряженное тело поднести к нейтральному телу, то, оттолкнувшись, электроны уйдут в противоположную сторону тела (рис. 3). Таким образом, одна сторона нейтрального тела стала положительно заряженной, а другая – отрицательно. Между отрицательно заряженным телом и положительно заряженной частью нейтрального тела возникает сила притяжения и они притягиваются друг к другу.

Ключевые слова

электризация индукцией

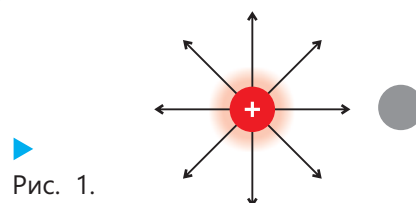


Рис. 1.



Рис. 2.
Нейтральное тело

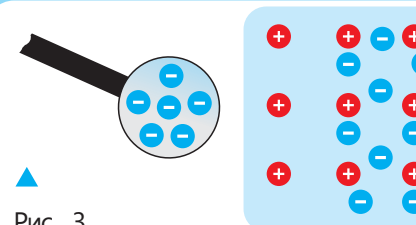


Рис. 3.
Под воздействием отрицательно заряженного тела одна сторона нейтрального тела стала положительно заряженной, а другая – отрицательно заряженной.

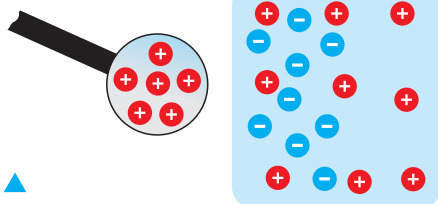


Рис. 4.

Под воздействием положительно заряженного тела одна сторона нейтрального тела стала отрицательно заряженной, а другая – положительно заряженной

А теперь представим себе, что к нейтральному телу мы подносим положительно заряженное тело. В этом случае положительно заряженное тело притянет к себе электроны нейтрального тела и электроны соберутся на близкой к положительно заряженному телу поверхности (рис. 4). Отрицательно заряженная часть нейтрального тела начнёт взаимодействовать с положительно заряженным телом.

● **Электризация нейтрального тела заряженным телом без контакта с ним называется *электризацией индукцией*.**

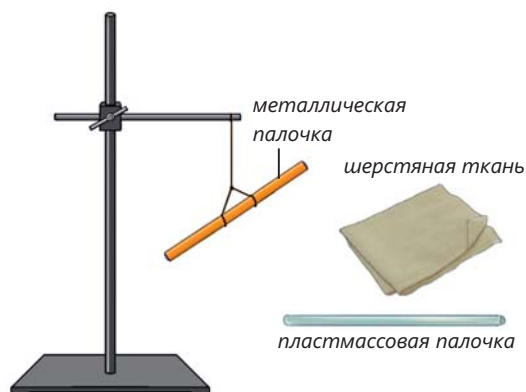
Деятельность

Наблюдение электризации индукцией

Принадлежности: штатив, тонкая нить, металлическая палочка, пластмассовая палочка, лоскут шерстяной ткани.

Ход работы:

1. Металлическую палочку подвесьте к штативу на тонкой нити так, как показано на рисунке.
2. Поднесите пластмассовую палочку к кончику металлической палочки и запишите наблюдаемое вами явление.
3. Потрите пластмассовую палочку шерстяной тканью и поднесите натёртую часть палочки к металлической палочке, но не прикасайтесь к ней. Запишите наблюдаемое вами явление ещё раз.



Обсудите:

1. В чем причина наблюдаемого явления, когда пластмассовую палочку, не потертую о шерстяную ткань, подносим к металлической палочке?
2. Что вы наблюдали, когда потерли пластмассовую палочку шерстяной тканью и поднесли её к металлической палочке? Объясните причину этого явления.
3. Какой конец металлической палочки наэлектризовался положительно, а какой – отрицательно?

При электризации трением часть электронов переходит с одного тела на другое. В это время заряд тела меняется. А при электризации индукцией электроны меняют свое положение внутри тела. Общий заряд тела при этом не меняется.

Представим себе, что мы наэлектризовали пластмассовую ручку трением, а затем приблизили ее к кусочкам бумаги. Электрическое поле заряженной ручки действует на кусочки бумаги, наэлектризовав их индукцией. В результате между ручкой и кусочками бумаги возникает электрическая сила притяжения и кусочки бумаги прилипают к ручке (рис. 5).

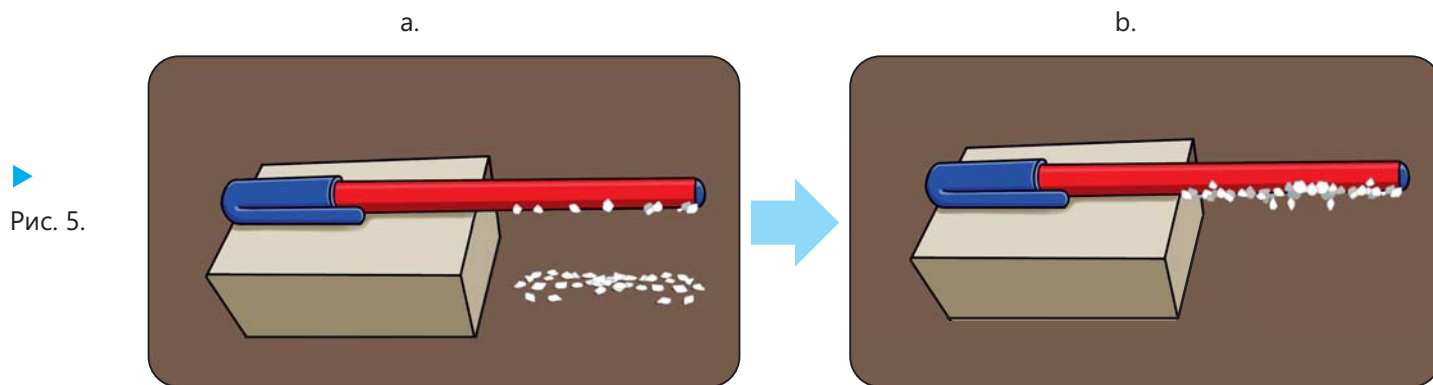
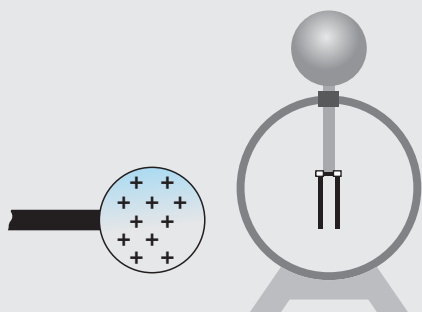


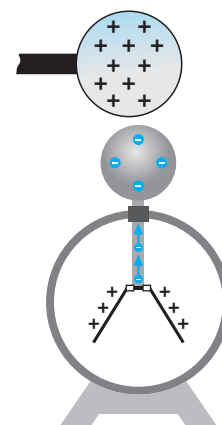
Рис. 5.

Вопрос

На рисунке изображены положительно заряженное тело и нейтральный электроскоп. Что произойдёт, если тело поднести к шару электроскопа?

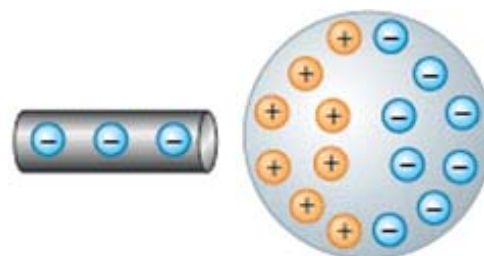


Объяснение. Если положительно заряженное тело поднести к шару нейтрального электроскопа, то оно зарядится за счет индукции. В результате часть электронов с листочков электроскопа, перейдет к шару. При этом шарик электроскопа зарядится отрицательным зарядом, а листочки станут положительно заряженными. Между положительно заряженными листочками электроскопа возникнет электрическая сила отталкивания, и они отклонятся в разные стороны.



ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Что произойдет, если мы коснемся проводником отрицательно заряженной стороны тела, заряженной индукцией?

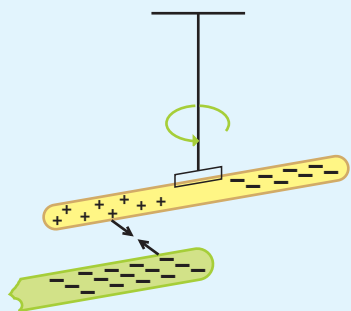


Примените полученные знания

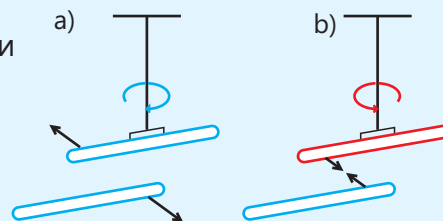
1. Что произойдёт, если к нейтральному телу **A** с противоположных сторон приблизить два отрицательно заряженных тела?



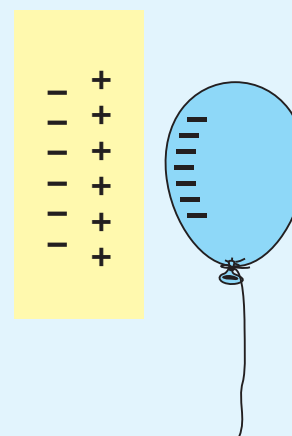
3. Как показано на рисунке, подвешенное на нити нейтральное металлическое тело заряжено в результате индукции. Чему равен его электрический заряд?



2. На рисунке изображены две палочки, между которыми существует электрическое взаимодействие. Какая из палочек, подвешенных на нитке, может быть заряжена индукцией? Обоснуйте свой ответ.



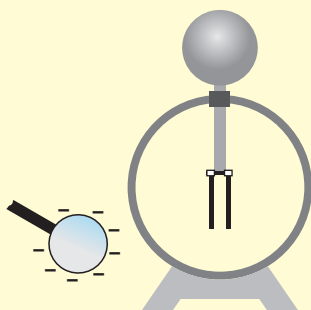
4. Воздушный шарик, потёртый тканью, наэлектризовался. При приближении шара к стене он прилипает к ней. Объясните причину этого.



Проверьте полученные знания

1. Как происходит электризация индукцией?

2. На рисунке изображены отрицательно заряженное тело и нейтральный электроскоп. Что произойдёт, если тело поднести к шару электроскопа? Обоснуйте свой ответ.



3. Отрицательно заряженное тело подносят к нейтральному телу. Какие частицы нейтрального тела меняют своё место:

- a) атомы
- b) протоны
- c) ядра
- d) нейтроны
- e) электроны

Наука, технология, жизнь

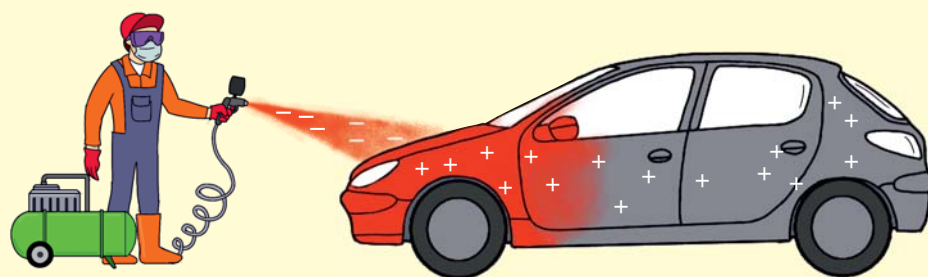
Заряды, находящиеся в покое, называют статическими зарядами, а раздел физики, изучающий статические заряды, называют электростатикой.

Электростатика применяется во многих областях. Примерами применения электростатики могут быть окрашивание различных предметов, опыление удобрениями бахчевых растений и плодовых деревьев.

Для окрашивания различных предметов применяют метод электростатического распыления. Преимущество данной технологии заключается в том, что краска равномерно распределяется по поверхности. То есть толщина краски по всей поверхности одинакова. Распыляемая краска и тело наэлектризовываются разноимёнными электростатическими зарядами и притягивают друг друга. С другой стороны, одноимённо заряженные частицы краски после начала окрашивания отталкиваются друг от друга и под действием электрической силы равномерно распределяются на окрашиваемой поверхности.



▲ Окрашивание рамы велосипеда



▲ Покраска автомобиля методом электростатического распыления

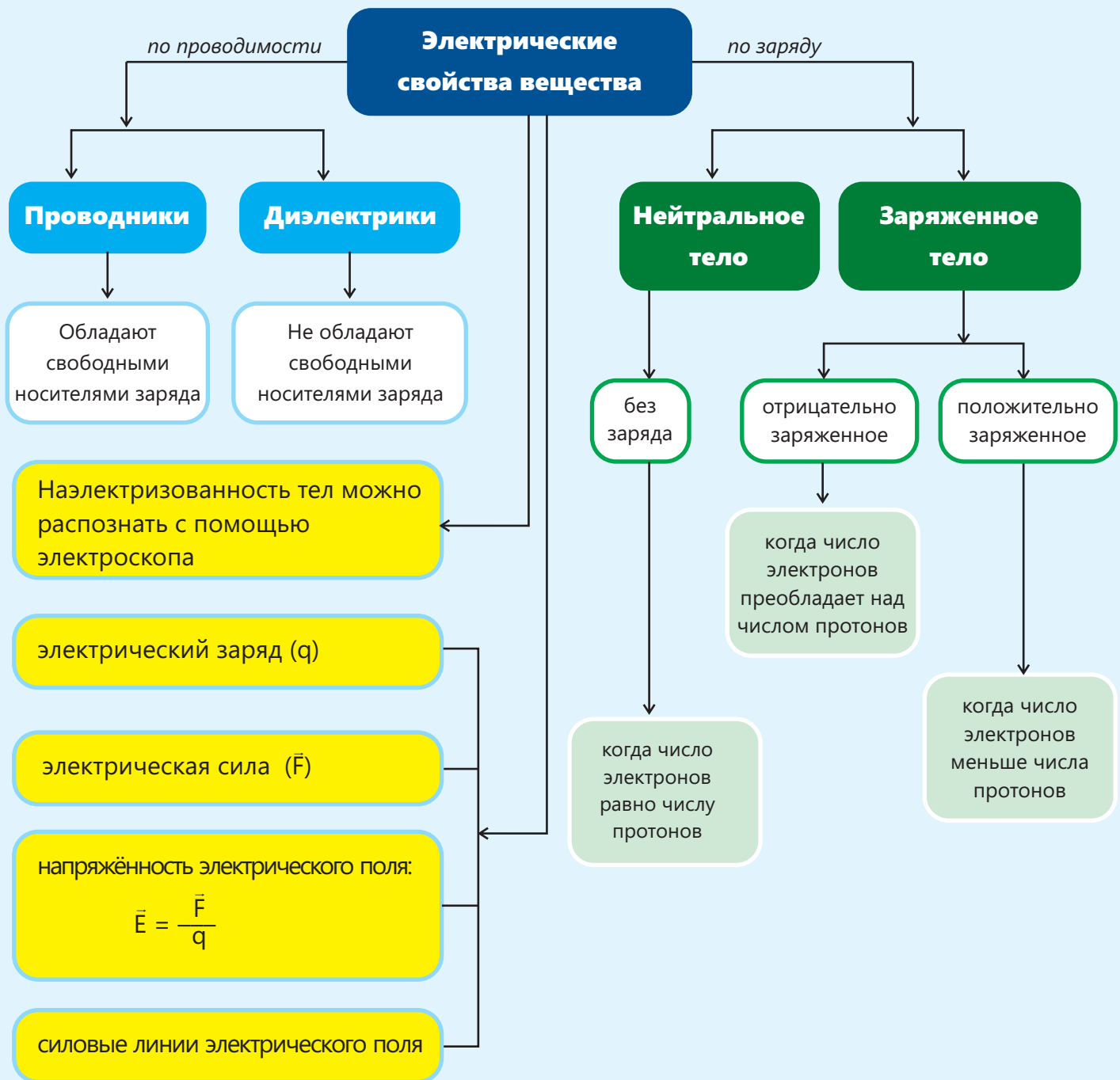
Технология электростатического распыления широко применяется и в сельском хозяйстве. Для защиты бахчевых растений и плодовых деревьев от болезней применяют лекарственные средства. Для снижения потерь препаратов и их равномерного распределения на поверхности растения применяют электростатическую электризацию. Препарат, так же как и краска, заряжается одноименными статическими зарядами. Частицы препарата под действием электрической силы отталкивания равномерно распределяются по поверхности растений.

При приближении электрически заряженных частиц препарата к поверхности растения поверхность под действием электростатической индукции мгновенно заряжается и притягивает к себе частицы препарата. Поэтому лекарство без потерь равномерно оседает на поверхности растения.



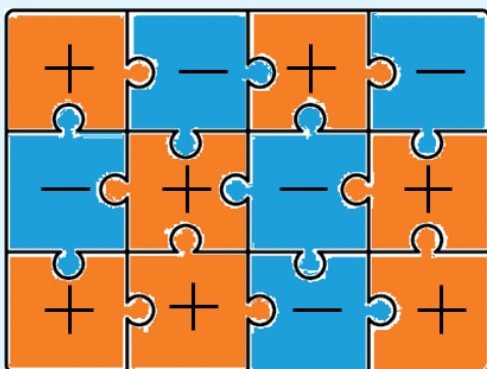
▲ Заряженные частицы лекарственного препарата распыляются на растение

Заключение



Обобщающие задания

1. Есть атом, в ядре которого нет нейтронов. Существует ли атом, в ядре которого нет протонов? Обоснуйте свой ответ.
2. Ион алюминия с электрическим зарядом $+3e$ имеет в ядре 13 протонов. Найдите число электронов в этом ионе.
3. Если изображенную на рисунке фигуру разделим на две части с любого места, какой из нижеприведённых вариантов не может быть зарядом этих частей?



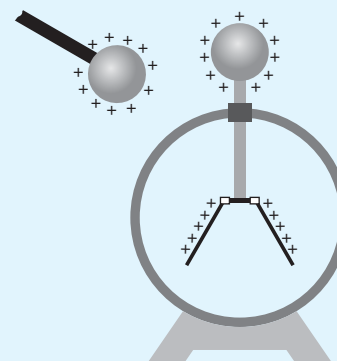
	I	II
a)	0	$+2e$
b)	$+e$	$+e$
c)	$-1e$	$+3e$
d)	$-1e$	$+2e$
e)	$-2e$	$+4e$

4. Тела, приведённые в таблице последовательности электризации, наэлектризовывают натиранием об бумагу. Пользуясь таблицей а, заполните таблицу б.

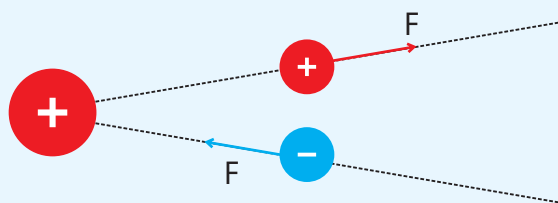
а	№	Тело	Знак заряда
	1	стекло	
	2	шерсть	
	3	шелк	
	4	бумага	
	5	хлопок	
	6	пластмасса	

б	Тело	Знак электрического заряда
	стекло	
	шерсть	
	шелк	
	хлопок	
	пластмасса	

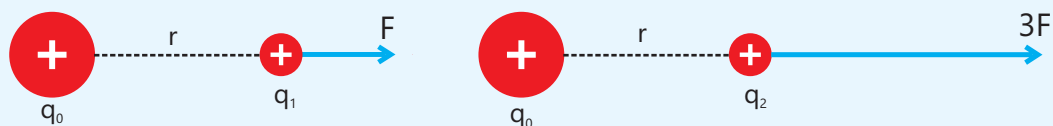
5. На рисунке изображены положительно заряженное тело и положительно заряженный электроскоп. Что произойдёт, если поднести тело к шарик электроскопа? Обоснуйте свой ответ.



6. Приведите две схожие и две различительные черты проводников и диэлектриков.
7. Как определяют направление напряжённости электрического поля?
8. На пробный заряд $0,02$ Кл действует сила 10 Н. Найдите значение напряжённости электрического поля в точке расположения пробного заряда.
9. На рисунке показаны модуль и направление электрических сил, действующих на положительный и отрицательный заряды. Найдите направление напряжённости электрического поля в точках, где находятся эти самые заряды.



10. Во сколько раз заряд q_2 больше заряда q_1 ?

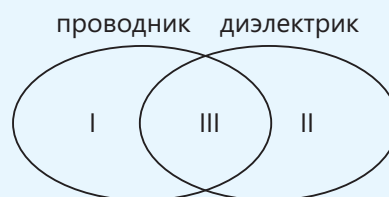


11. Какое или какие из нижеприведенных утверждений верны для листочков электроскопа, изображённого на рисунке, если его головку привести в контакт с заряженным телом?

1. Оба нейтрализуются.
2. Оба зарядятся положительно.
3. Оба зарядятся отрицательно.
4. Один положительно, другой отрицательно заряжен.
5. Шарик электроскопа и листочки зарядятся одноимёнными зарядами.

12. Заполните диаграмму Эйлера-Венна.

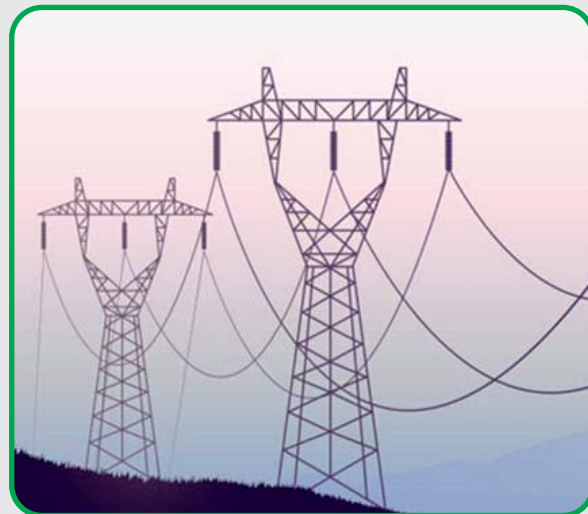
1. Обладает свободными носителями заряда.
2. Не обладает свободными носителями заряда.
3. Проводит электрический ток.
4. Не проводит электрический ток.
5. Применяется для защиты от тепла и электричества.



раздел
6

Электрическая цепь и элементы цепи

Во времена отсутствия электричества люди испытывали большие трудности. В первые годы производства электричество применялось для освещения улиц и домов фонарями. В наше время многие устройства и оборудования работают от электричества.



- Какое-то электрооборудование потребляет много энергии, какое-то мало. Оборудования, не требующие больших затрат энергии, работают на батареях и аккумуляторах. Энергия, необходимая для оборудования, потребляющих большое количество электроэнергии, вырабатывается на электростанциях и доставляется потребителям по проводам.
- 1. Какое электрооборудование есть у вас дома?
2. Как вы запускаете электрооборудование?
3. С какими трудностями вы столкнётесь, если в районе вашего проживания сутки не будет электричества?

Из раздела вы узнаете

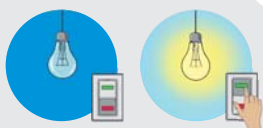
- Электрическая цепь состоит из элементов цепи
- Элементы цепи обладают различными функциями
- Электрический ток возникает за счёт упорядоченного движения заряженных частиц
- Силу электрического тока можно вычислить и измерить
- Зная напряжение, можно рассчитать энергию, передаваемую элементам цепи
- Напряжение можно вычислить и измерить
- Сопротивление проводника зависит от его размеров и материала, из которого он сделан
- Лампы можно соединять последовательно и параллельно

6.1 Электрическая цепь и элементы цепи

Вечером для освещения комнаты мы зажигаем электрическую лампу, нажимая на кнопку электрического выключателя.

Ключевые слова

электрическая цепь, элементы цепи, источник тока, гальванический элемент



- Как по-вашему, с какими трудностями мы столкнулись бы без электрического выключателя?
- Каковы сходства и различия между такими электрическими устройствами, как фен и электрический фонарь?

Деятельность

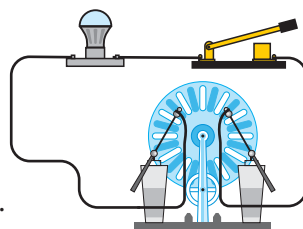
Что необходимо сделать, чтобы лампа загорелась?

Принадлежности: электрофорная машина, ключ, LED лампа, вкрученная в патрон, соединительные провода.

Ход работы:

1. Нейтрализуйте электрофорную машину, приведя в контакт её кондукторы.
2. Соберите цепь, изображенную на рисунке.
3. Не замыкая электрический выключатель, прокрутите рукоятку электрофорной машины несколько раз и остановите её.
4. Замкните ключ и наблюдайте за лампой.

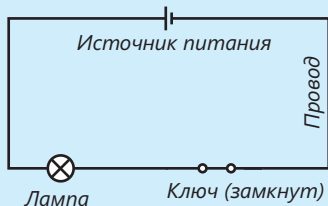
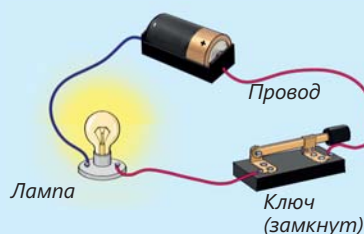
Примечание. Соблюдайте технику безопасности и не дотрагивайтесь до кондукторов электрофорной машины.



Обсудите:

1. В каком случае зажглась лампа?
2. Какова роль электрофорной машины в свечении лампы?
3. Как обеспечить долговременное свечение лампы в комнате?

Источник питания



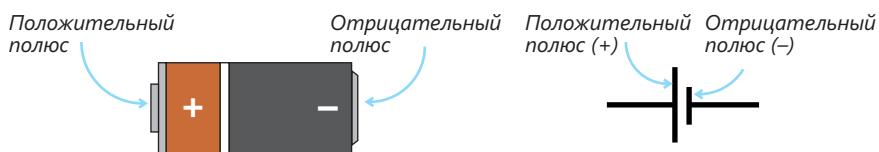
▲ Рис. 1. Электрическая цепь и её схема

На уроке природы вы познакомились с электрической цепью и её элементами. Соединённые проводами **источник питания**, лампа и ключ представляют с собой простейшую электрическую цепь. Чтобы изобразить схему электрической цепи, надо воспользоваться условными обозначениями элементов электрической цепи (рис. 1). Ключ – это устройство, которое в любой момент замыкает и размыкает потребитель от электрической цепи. Помимо лампы к электрической цепи также подключаются телевизор, компьютер, электрообогреватель, звонок и другие потребители. Каждый из этих потребителей в любой момент можно подключить или отключить от сети с помощью ключа или же кнопки на нем. Функция источника питания заключается в обеспечении потребителей электрической энергией.

Примерами тока питания являются батареи, аккумуляторы, электрофорные машины и солнечные панели (рис. 2). В источниках тока различные виды энергий преобразуются в электрическую энергию. В батарее и аккумуляторе химическая, в электрофорной машине кинетическая, в солнечной панели солнечная энергии преобразуются в электрическую энергию.

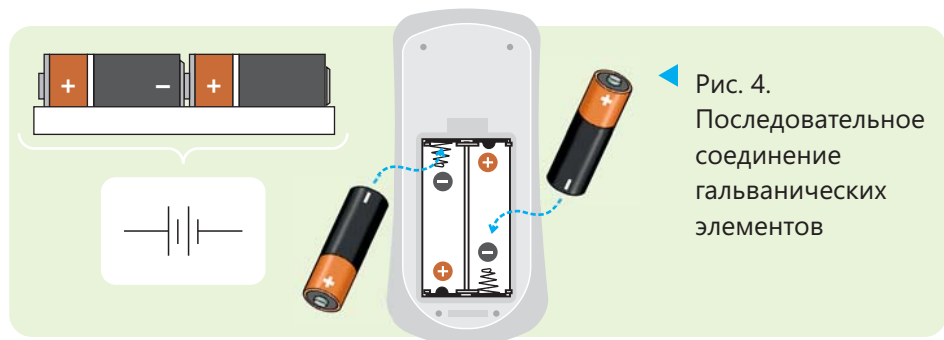
● Источник тока, преобразующий химическую энергию в электрическую, называется гальваническим элементом.

Такие источники тока, как батареи и аккумуляторы, состоят из нескольких гальванических элементов. В источниках тока происходит процесс разделения положительных и отрицательных зарядов. Например, в результате химической реакции, происходящей внутри гальванического элемента, положительные заряды накапливаются на одном полюсе, а отрицательные – на другом (рис. 3).



▲ Рис. 3. Гальванический элемент и его условное обозначение

Иногда пользуются последовательным соединением нескольких гальванических элементов. При этом положительный полюс одного из элементов присоединяется к отрицательному полюсу другого. Последовательно подсоединив больше гальванических элементов, можно обеспечить потребитель большей электрической энергией (рис. 4).



▲ Рис. 4. Последовательное соединение гальванических элементов



▲ Рис. 2. Источники тока

Знаете ли вы?

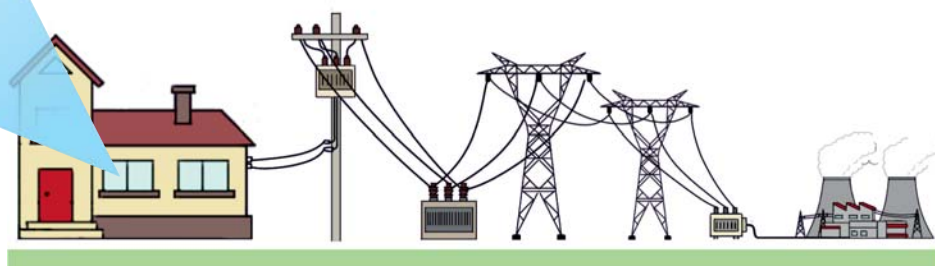
Первый источник тока был изобретён итальянским учёным Алессандро Вольта. Он заметил, что если между цинковой и медной пластинами положить смоченную в солёной воде ткань, то медная пластина заряжается положительно, а цинковая – отрицательно.



Для соединения элементов цепи между собой и с источником тока используются провода. Электрические цепи в наших домах схожи с простой электрической цепью. В простых электрических цепях электричество обеспечивается батарейками, но для работы таких потребителей электрической энергии, как телевизор и утюг, этих источников недостаточно.

Электроэнергия, необходимая для их работы, доставляется от электростанций в дома по проводам (рис. 5).

Рис. 5. Передача электрической энергии по проводам от электростанций до домов и подключение потребителей к зажимам источника тока



В проекте, подготовленном для строительства дома, должно быть учтено и подключение оборудования к сети. Поэтому к проекту строительства прилагается схема электрической цепи.

Условные обозначения некоторых элементов электрических цепей, используемых в схемах цепи, приведены в таблице ниже.

Условные обозначения некоторых элементов электрической цепи

Название элемента цепи	Условное обозначение	Название элемента цепи	Условное обозначение
Гальванический элемент		Зажимы источника тока	
Батарея гальванических элементов или аккумулятор		Электрический мотор	
Соединение проводов		Амперметр	
Электрическая лампа		Вольтметр	
Электрический ключ	Открытый Закрытый	Резистор	
Электрический звонок		Реостат	

ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Как по-вашему, какие могут возникнуть проблемы на стройках, если заранее не начертить схему электрической цепи?

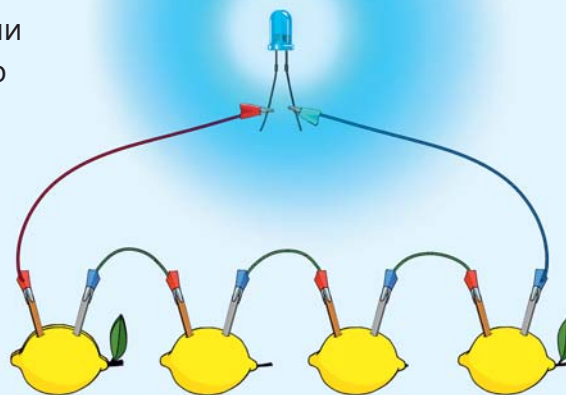
Примените полученные знания

1. Нигяр с помощью мотора хочет сделать вентилятор, который она сможет включать и выключать когда пожелает.

- Какие материалы и элементы цепи нужны Нигяр?
- Начертите схему цепи вентилятора.

2. На уроке физики ученики в каждый из лимонов, расположенных на определенном расстоянии друг от друга, воткнули стержни из меди и цинка. Когда они соединили эти стержни и LED лампу проводами, то увидели, что лампа стала светиться.

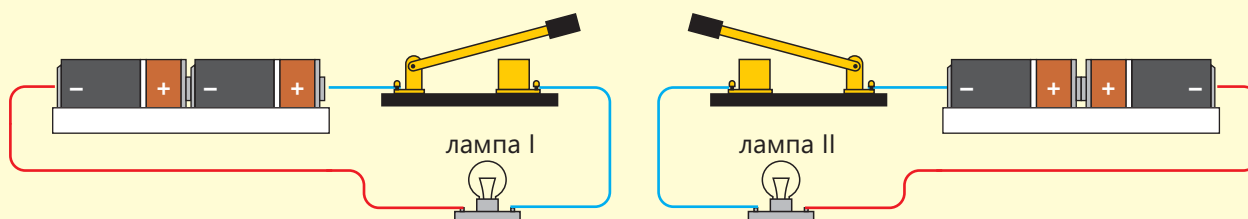
- Как по-вашему, вследствие превращения какого вида энергии в электрическую, лампа стала светиться?
- Если мы сравним лимоны с гальваническими элементами, как они соединены? Обоснуйте свой ответ.



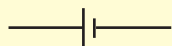
Проверьте полученные знания

1. В схемах, изображенных на рисунке, при замыкании ключей одна из ламп горит, а другая нет.

- Какая из ламп загорается при замыкании ключей? Обоснуйте свой ответ.
- Начертите схему цепи с горящей лампой.



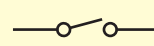
2. Установите соответствие между элементами цепи, заданными на схеме условными обозначениями и приведенными ниже выражениями.



1.



2.



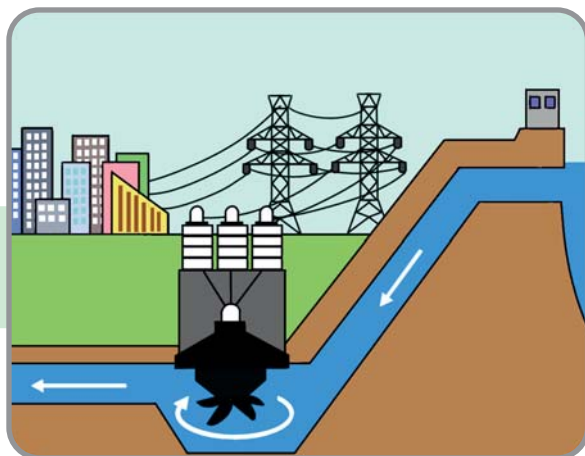
3.

- Условное обозначение электрической лампы.
- Условное обозначение электрического звонка.
- Условное обозначение гальванического элемента.
- Условное обозначение устройства, обеспечивающего электрическую цепь энергией.
- Условное обозначение устройства, подключающего и отключающего электрические потребители.

6.2 Электрический ток

На гидроэлектростанциях для выработки энергии используется направленное движение воды.

- В чем сходство между электрическим током в проводе и водой, текущей по трубе?



Ключевые слова

электрический ток, сила тока

Свободные электроны в металлических проводах могут двигаться в разных направлениях, так как слабо притягиваются ядром (рис. 1, а). Если концы провода присоединить к полюсам источника электрической энергии, в проводе возникнет электрическое поле. Электрическое поле действует на электроны электрической силой. В итоге электроны начинают упорядоченно двигаться, как вода в трубе (рис. 1, б).

- **Упорядоченное движение заряженных частиц называется электрическим током.**

Для возникновения электрического тока в цепи должны выполняться следующие условия:

1. В веществе должны быть свободно движущиеся электрические заряды.
2. Должно быть электрическое поле, которое приведёт электрические заряды в упорядоченное движение.
3. Цепь должна быть замкнута.

Электрический ток в металлических проводниках существует за счёт упорядоченно движущихся свободных электронов. Однако в других проводниках свободными носителями могут быть и

другие заряженные частицы. Например, проводимость

электрического тока раствором соли в воде вы изучили на уроках природы. Когда соль (NaCl) растворяется в воде, она разделяется на положительный (Na^+) и отрицательный (Cl^-) ионы. Электрический ток в растворах возникает в результате упорядоченного движения положительных и отрицательных ионов.

До открытия электронов предполагалось, что электрический ток в проводниках возникает в результате упорядоченного движения положительно заряженных частиц. В итоге, за направление электрического тока в металлических проводниках принято направление положительных зарядов.

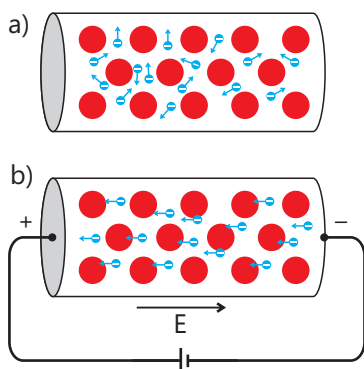
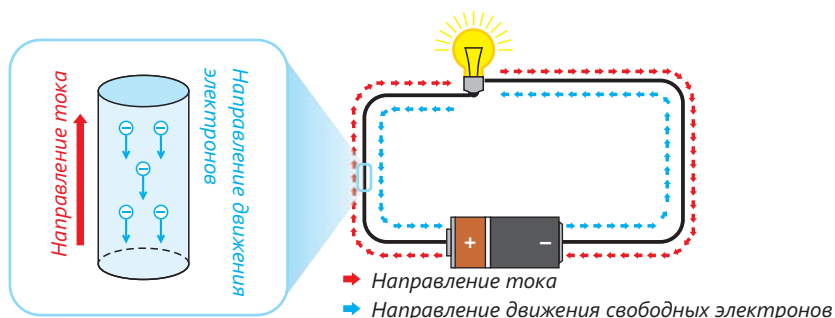


Рис. 1.

В действительности же в металлических проводниках свободные электроны движутся против принятого направления электрического тока (рис. 2).



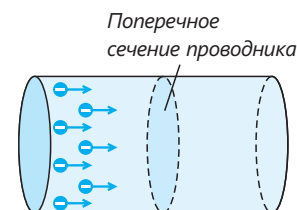
▲ Рис. 2. В цепи направление движение свободных электронов противоположно направлению электрического тока

Знаете ли вы?

Выбор направления движения положительных зарядов в качестве направления тока был предложен американским учёным Бенджаминем Франклином в XVIII веке. Франклин провёл множество опытов с электрическими явлениями, ввёл термины “батарея” и “проводник”, изобрёл громоотвод.

Сила тока

Для характеристики электрического тока используется физическая величина, называемая **силой тока**. Значение силы электрического тока зависит от количества электрического заряда, проходящего через поперечное сечение проводника (рис. 3).



▲ Рис. 3.

● **Количество электрического заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника за одну секунду, называют силой тока.**

$$I = \frac{q}{t},$$

где I – сила тока, q – количество электрического заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника, t – время, затраченное на прохождение зарядов. Сила тока является скалярной величиной. В СИ за единицу измерения силы тока принят **ампер** (1 А), названный в честь французского учёного Андре Ампера.

$$[I] = \frac{[q]}{[t]} = 1 \frac{\text{Кл}}{\text{с}} = 1 \text{ А}$$

Ампер — одна из основных единиц в СИ. Если значение силы тока очень мало, то пользуются дольными единицами измерений (1 мА = 0,001 А, 1 мкА = 0,000001 А), а если очень велико, то производными единицами измерений (например: 1 кА = 1000 А).

Решение задач

Вычислите силу тока в проводнике, если через его поперечное сечение за 40 с проходит заряд 0,2 Кл, и выразите ее в миллиамперах.

Дано	Формула	Решение
$q = 0,2 \text{ Кл}$ $t = 40 \text{ с}$ $I = ?$	$I = \frac{q}{t}$	$I = \frac{q}{t} = \frac{0,2 \text{ Кл}}{40 \text{ с}} = 0,005 \text{ А} = 5 \text{ мА}$ Ответ: 5 мА

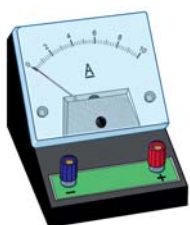


Рис. 4.
Амперметр

Измерение силы тока

Для измерения силы тока пользуются амперметром (рис. 4). Амперметр подсоединяют к элементам цепи последовательно. При этом положительный зажим амперметра должен быть подключён к положительной стороне источника, а отрицательный – к отрицательной. На рисунке 5 показано, как для измерения силы электрического тока лампы амперметр нужно последовательно подсоединить к лампе. В этом случае амперметр показывает силу тока, проходящего через лампу.

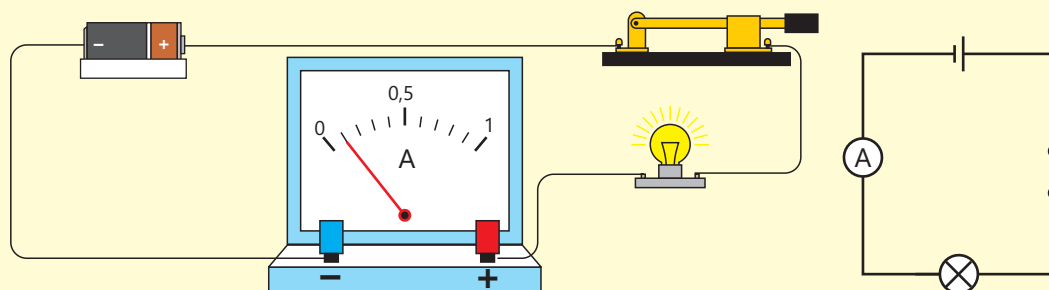


Рис. 5.
Цепь с подключенным амперметром и её схема

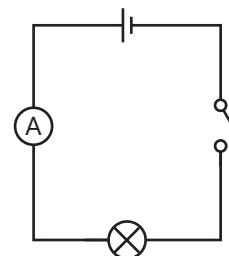
Деятельность

Определение силы тока в отдельных частях цепи

Принадлежности: гальванический элемент, ключ, соединительные провода, лампа, вкрученная в патрон, два амперметра.

Ход работы:

1. Перечертите в тетрадь таблицу и схему.



	С одним амперметром	С двумя амперметрами	
		I амперметр	II амперметр
Показания амперметра			

- Соберите цепь согласно схеме.
- Замкните ключ и запишите показания амперметра.
- Разомкните ключ и подсоедините к цепи второй амперметр с другой стороны лампочки.
- Замкните ключ вновь и запишите показания амперметров.

Обсуждение:

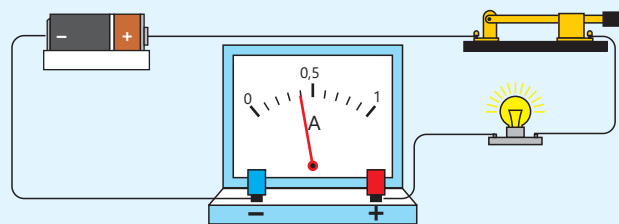
- Покажите на схеме в вашей тетради направление движения электрического тока и носителей заряда.
- Заметили ли вы разницу между показаниями двух амперметров, подключённых к цепи? Как по-вашему, почему?
- Была ли разница в показаниях амперметров, когда в цепь были подключены один амперметр и два амперметра? Как вы думаете, в чем причина этого?

ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

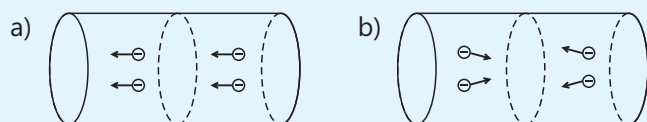
Какие проблемы могут возникнуть при повышении силы тока в цепи?

Примените полученные знания

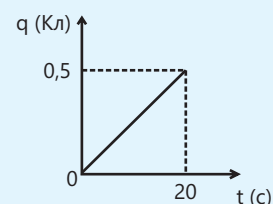
1. По показаниям амперметра найдите количество заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника за 2 минуты.



2. Изображено движение электронов в проводнике. В каком случае возникает электрический ток? Обоснуйте свой ответ.



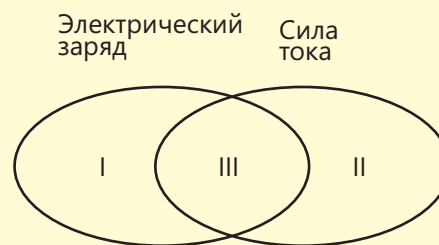
3. Дан график зависимости электрического заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника, от времени. Найдите силу тока в проводнике.



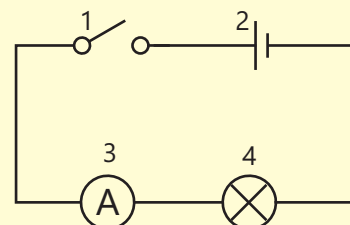
Проверьте полученные знания

1. В результате движения каких частиц в металлах возникает электрический ток?
2. Как должны двигаться заряженные частицы для возникновения электрического тока?
3. Определите на диаграмме Эйлера-Венна соответствующие пункты для электрического заряда и силы тока.

1. Единицей измерения в СИ является 1А.
2. Единицей измерения в СИ является 1Кл.
3. Является скалярной величиной.
4. Измеряют амперметром.

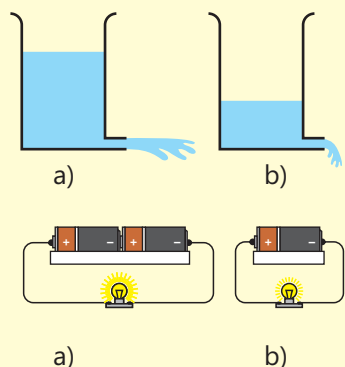


4. Цепь собрана по схеме, представленной на рисунке.
 - a. Какой условный знак амперметра?
 - b. Измеряет ли в этом случае амперметр силу тока в цепи? Обоснуйте свой ответ.



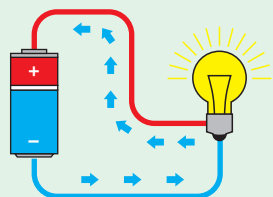
6.3 Напряжение

Сначала сравните скорости воды, вытекающей из сосудов, затем яркость ламп в схемах.

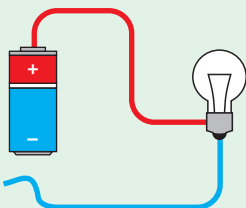


- Какова связь между кинетической энергией вытекающей из сосуда воды и уровнем воды в сосуде?
- В каком случае лампа излучает больше световой энергии? В чём причина этого?
- В чём сходство между высотой уровня воды в сосуде и количеством гальванических элементов?

Ключевые слова
напряжение



a Энергия, полученная электронами от источника, преобразуется лампой в тепловую и световую энергию.



b Если отключить источник тока от цепи, то электроны перестанут получать энергию, их упорядоченное движение прекратится и лампа гаснет.

На уроках природы вы узнали, что в металлических проводниках упорядоченное движение электронов возможно при обеспечении их энергией, полученной от источника тока. Двигаясь по лампе, электроны сталкиваются с ионами спирали, передавая им энергию. При этом спираль лампы нагревается, раскаляется и светится. Лампа превращает энергию электронов, полученную ими от источника, в световую и тепловую энергию (рис. 1, а). Если электроны перестанут получать энергию от источника, их упорядоченное движение прекратится, и лампа погаснет, поскольку в цепи не будет электрического тока (рис. 1, б). Количество энергии, передаваемой источником энергии носителям заряда, можно определить с помощью физической величины, называемой **напряжением**. Напряжение определяют по формуле:

$$U = \frac{W}{q},$$

где U – напряжение, q – заряд, W – количество энергии, переданной источником зарядом. Напряжение скалярная величина. В СИ за единицу напряжения принят **вольт** (1 В), названный в честь итальянского учёного А.Вольта:

$$[U] = \frac{[W]}{[q]} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = 1 \text{ В.}$$

Значит, напряжение представляет собой энергию, подаваемую источником на каждый 1 кулон заряда. Чем больше значение напряжения, тем больше энергия, переданная источником зарядом. На источниках тока, используемых нами в повседневной деятельности, указано их напряжение.

Рис. 1.

Например, если на источнике тока написано "1,5 В", то это значит, что он передаёт заряду в 1 Кл энергию, равную 1,5 Дж. При последовательном соединении источников тока их напряжения суммируются. Если последовательно соединить 4 источника тока напряжением 1,5 В каждый, то заряду в 1 Кл будет передано 6 Дж энергии (рис. 2).

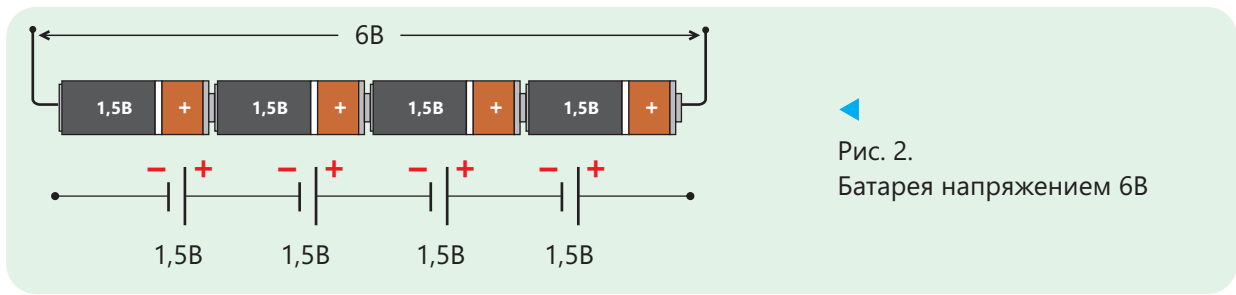
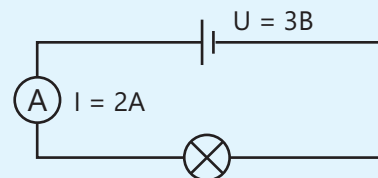


Рис. 2.
Батарея напряжением 6В

Решение задачи

Напряжение источника тока цепи на изображенной схеме составляет 3В. Если амперметр показывает 2А, сколько джоулей энергии будет передаваться лампе каждую секунду?



Дано	Формула	Решение
$I = 2 \text{ A}$ $U = 3 \text{ В}$ $t = 1 \text{ с}$ $W = ?$	$I = \frac{q}{t}$ $U = \frac{W}{q}$	Если показания амперметра равно 2 А, то это значит, что заряд, прошедший через лампу за 1 с, равен: $q = It = 2 \text{ А} \cdot 1 \text{ с} = 2 \text{ Кл}$ Если напряжение составляет 3В, значит заряду в 1 Кл передано 3 Дж энергии. Тогда энергия, переданная заряду в 2 Кл, будет равна: $W = qU = 2 \text{ Кл} \cdot 3 \text{ В} = 6 \text{ Дж}.$ Ответ: 6 Дж

Измерение напряжения

Для измерения напряжения используется вольтметр (рис. 3). Вольтметр подсоединяется параллельно к элементу цепи. При этом положительную клемму вольтметра следует подсоединить со стороны положительного полюса источника тока, а отрицательную – с отрицательного (рис. 4).

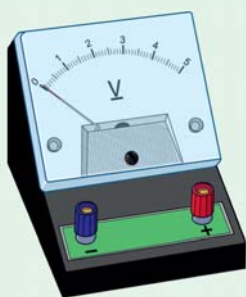


Рис. 3.
Вольтметр

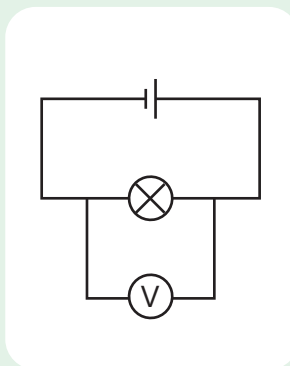
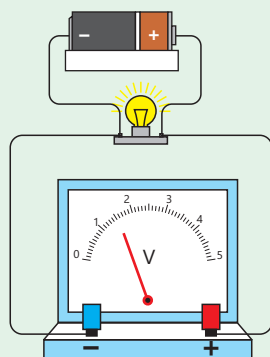


Рис. 4.
Цепь с подключенным вольтметром и ее схема

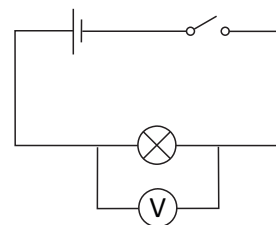
Почему изменилась яркость лампы?

Принадлежности: два гальванических элемента, соединительные провода, лампа, вольтметр, ключ.

Ход работы:

1. Перечертите в тетрадь таблицу и схему.

Показания вольтметра	1-е измерение	2-е измерение



2. Соберите электрическую цепь по схеме.
3. Замкните ключ, наблюдайте за яркостью лампы и запишите показания вольтметра.
4. Разомкните ключ, подключите второй гальванический элемент последовательно с предыдущим.
5. Замкните вновь ключ, наблюдайте за яркостью лампы и запишите показания вольтметра.

Обсуждение:

1. В каком случае лампа светится ярче?
2. Объясните, почему яркость лампы в первом и втором случаях различна.

ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Как по-вашему, на что расходуется энергия, переданная зарядом источником?

Примените полученные знания

1. Нияр собрала вентилятор, используя мотор. При подключении вентилятора к источнику напряжением 20 В сила тока в цепи становится равной 500 мА. Найдите электрическую энергию, переданную мотору в течение 10 секунд.

- A) 450 Дж B) 420 Дж C) 250 Дж D) 100 Дж E) 50 Дж

2. Для определения напряжения на концах источника тока и лампы Азер, Нияр и Лейла собрали электрические цепи, схемы которых приведены на рисунке.

a. Какой ученик неправильно подключил вольтметр к цепи?

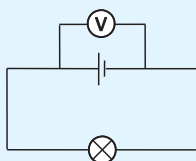


Схема цепи, собранной Азером

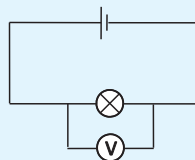


Схема цепи, собранной Нияр

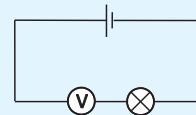


Схема цепи, собранной Лейлой

b. Какое изменение следует сделать в цепи, в которой неправильно подключен вольтметр?

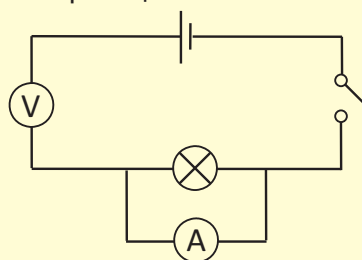
c. Показатели вольтметров в правильно собранных цепях одинаковы или различны? Обоснуйте свой ответ.

Проверьте полученные знания

1. Какие выражения о напряжении верны?

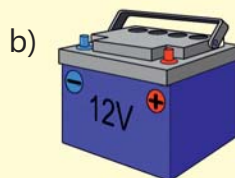
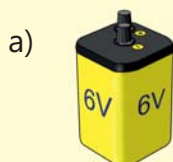
1. Единицей измерения в СИ является вольт.
2. Единицей измерения в СИ является ампер.
3. Измеряют вольтметром.
4. Измеряют амперметром.
5. Является векторной величиной.
6. Является скалярной величиной.

2. Азер допустил ошибку при сборке цепи.

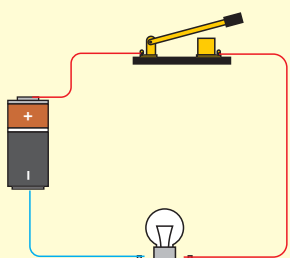


- a. В чём ошибка Азера?
- b. Что нужно сделать, чтобы измерить напряжение в лампочке и силу тока, проходящего через нее?
- c. Что следует учитывать при подключении вольтметра к цепи?

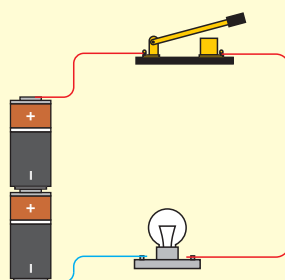
3. Какую энергию передаст каждый источник тока, изображённый на рисунке, заряду в 1 Кл?



4. Лейла собрала цепь, как показано на рисунке, используя две одинаковые лампы.



I цепь



II цепь

- a. Как по-вашему, что Лейла хотела определить, добавив в цепь еще одну батарейку?
- b. Какая лампа будет светиться ярче при замыкании Лейлой ключа?

6.4 Закон Ома

Имеется разница в количестве воды, вытекающей из источника в весенние и зимние месяцы. По сравнению с зимой, весной вода течет быстрее и сильнее.



- Как вы думаете, что мешает воде течь зимой быстро и бурно?
- Что можно сделать, чтобы увеличить количество воды, протекающей по любой трубе?

Ключевые слова

сопротивление, закон Ома

При раздельном подключении двух разных ламп к одному и тому же источнику напряжения сила тока, проходящая через лампы, будет различна. Понятие **сопротивление** используется для объяснения того, почему возникает эта разница.

1 Деятельность

Исследование связи между напряжением и силой тока

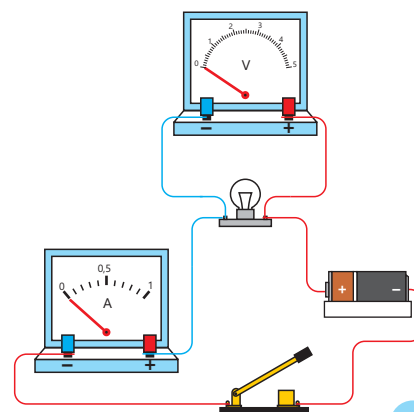
Принадлежности: три гальванических элемента напряжением 1,5 В, соединительные провода, лампа, вольтметр, амперметр.

Ход работы:

1. Перечертите таблицу в тетрадь.

Число гальванических элементов в цепи	Показания вольтметра	Показания амперметра	Отношение показаний вольтметра к показаниям амперметра
1			
2			
3			

- Соберите цепь по рисунку.
- Замкните ключ и запишите показания вольтметра и амперметра в таблице.
- Разомкните ключ и последовательно соедините второй элемент с первым. Замкните ключ и повторите шаг 3.
- Разомкните ключ и последовательно соедините третий элемент с остальными. Замкните ключ и повторите шаг 3.
- Используя записанные вами измерения, постройте график зависимости силы тока, проходящего через лампочку, от напряжения.



Обсудите:

1. Как изменились показания амперметра и вольтметра с увеличением числа гальванических элементов?
2. Изменилось ли соотношение показаний вольтметра и амперметра при соединении второго и третьего гальванических элементов?

В данной “деятельности” вы узнали, что при увеличении напряжения на концах лампы сила тока увеличивается во столько же раз. Значит, сила тока в лампе прямо пропорциональна напряжению на зажимах лампы (рис. 1). Связь между напряжением на зажимах элементов цепи и силой тока в них впервые определил немецкий физик Георг Ом. По **закону Ома** отношение напряжения на зажимах элемента цепи к силе тока в этом элементе остаётся постоянным. Это отношение называется **электрическим сопротивлением**:

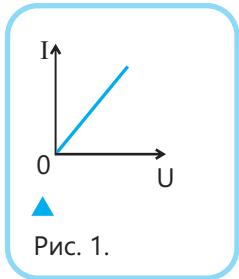


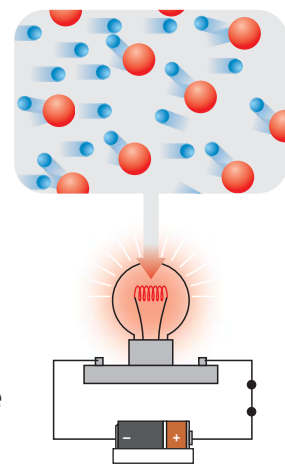
Рис. 1.

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

Электрическое сопротивление – скалярная величина, и ее единица в СИ называется **Ом** (1 Ом) в честь Георга Ома:

$$[R] = \frac{[U]}{[I]} = 1 \frac{\text{В}}{\text{А}} = 1 \text{ Ом}.$$

Спираль лампы, через которую проходит ток, изготовлена из металла под названием вольфрам. Когда электрический ток проходит через спираль, упорядоченно движущиеся электроны сталкиваются с ионами металла. Такие столкновения препятствуют упорядоченному движению электронов и приводят к образованию электрического сопротивления (рис. 2).



▲ Рис. 2.

2

Деятельность

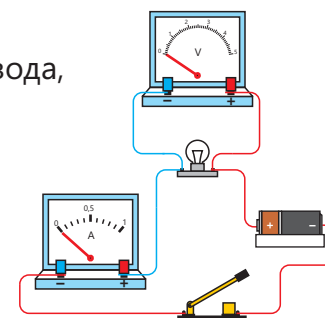
Исследование связи между силой тока и сопротивлением

Принадлежности: гальванический элемент, соединительные провода, две лампы разного сопротивления, вольтметр, амперметр, ключ.

Ход работы:

1. Перечертите таблицу в тетрадь.

	Показания вольтметра	Показания амперметра	Сопротивление лампы
I лампа			
II лампа			



2. Соберите цепь, изображенную на рисунке.
3. Замокните ключ и запишите показания амперметра и вольтметра в таблице.
4. Разомкните ключ и замените данную лампу другой лампой.

5. Замкните ключ и повторите 3-й шаг.
6. Вычислите сопротивление обеих ламп и запишите в соответствующий столбик таблицы.

Обсудите:

- Как меняется сила тока в зависимости от сопротивления?

Как видно из “деятельности”, чем больше сопротивление лампы, тем меньше сила тока в ней. Связь между напряжением на зажимах элемента цепи, силы тока в элементе и его сопротивлением определяется законом Ома. Зная любые из этих двух величин, можно вычислить другую по формуле:

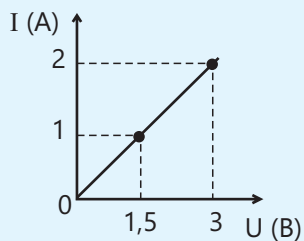
$$I = \frac{U}{R}.$$

Знаете ли вы?

В лампах накаливания большая часть электрической энергии преобразуется в тепловую, а не в световую. Поэтому такие лампы не выгодны с точки зрения экономии.

Решение задачи

Дан график зависимости силы тока, проходящего через электрическую лампу, от напряжения на её зажимах. Найдите сопротивление лампы.



Дано	Формула	Решение
$I = 1 \text{ А}$ $U = 1,5 \text{ В}$ $R = ?$	$R = \frac{U}{I}$	$R = \frac{U}{I} = \frac{1,5 \text{ В}}{1 \text{ А}} = 1,5 \text{ Ом.}$ Ответ: 1,5 Ом

ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

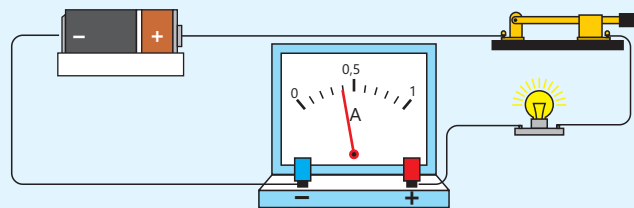
Как по-вашему, почему спираль электронагревателя нагревается сильнее проводов, соединяющих его с источником тока?



Примените полученные знания

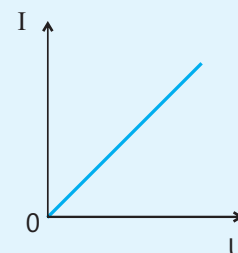
1. Азер собрал цепь, изображенную на рисунке.

- Каково напряжение на зажимах лампы, если сопротивление лампы 10 Ом?
- Если к гальваническому элементу в цепи подключить еще один гальванический элемент, изменится ли сопротивление лампы? Обоснуйте свой ответ.

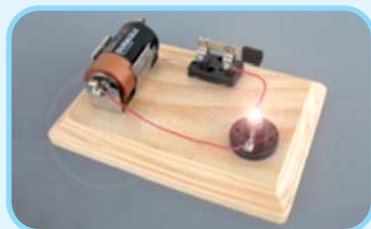


2. Ниджат обнаружил, что при изменении напряжения на лампе сила тока меняется так, как показано на графике.

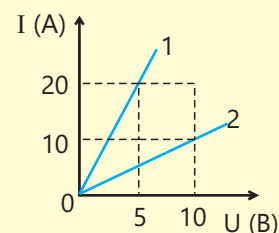
- Что можно сказать о сопротивлении лампы по графику? Обоснуйте свой ответ.
- Увеличивается ли яркость лампы при увеличении или уменьшении напряжения? Как вы думаете, в чем причина этого?



3. Нигяр хочет определить сопротивление лампы в собранной цепи. Какими приборами и как можно определить сопротивление лампы? Как надо подсоединить эти приборы к лампе?

**Проверьте полученные знания**

- Как возникает электрическое сопротивление в металлах?
- Что гласит закон Ома?
- Найдите единицу измерения электрического сопротивления.
A) 1 В B) 1 Ом C) 1 Дж D) 1 Кл E) 1 А
- Какая физическая величина определяется выражением $\frac{U}{R}$?
- Если сила тока в лампе 0,5 А, а сопротивление лампы 6 Ом, каково будет показание вольтметра, подключенного к зажимам лампы?
- Определите отношение сопротивлений $\frac{R_1}{R_2}$ по графику зависимости силы тока от напряжения.
A) 1 B) 2 C) 4 D) 0,25 E) 0,5



6.5 От чего зависит сопротивление проводника?

Ниджат собирает простую электрическую цепь. Но он хочет, чтобы лампа горела ярче. Друзья дают ему несколько советов.

Используй лучший проводник.



Лейла

Надо увеличить длину провода.



Азер

- Какой ученик, по вашему мнению, прав?
- Почему в электрических проводах обычно используют медные и алюминиевые проводники?

Ключевые слова

резистор, реостат

Как вы знаете, сопротивление проводника не зависит от силы тока в нём и напряжения на его концах. Опытным путём стало ясно, что сопротивление проводника зависит от его размеров и материала, из которого он изготовлен.

Зависимость сопротивления проводника от его размеров

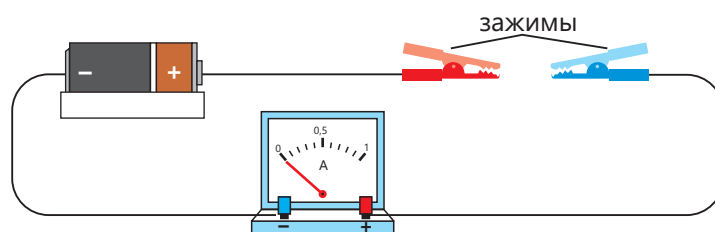
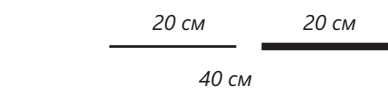
1
Деятельность

Определение зависимости сопротивления проводника от его размеров

Принадлежности: амперметр, гальванический элемент, два электрических зажима, один толстый длиной 20 см и два тонких нихромовых провода длиной 20 см и 40 см.

Ход работы:

1. Соберите разомкнутую цепь так, как показано на рисунке.



2. Поочередно подсоедините тонкие проводники к зажимам участка цепи и запишите показания амперметра в свою тетрадь.
3. Повторите опыт с толстым и тонким проводами длиной 20 см.

Обсудите:

1. Как изменились показания амперметра при замене проводника на более длинный?
2. Как изменились показания амперметра при замене проводника на более толстый?
3. Как вы думаете, почему показания амперметра оказались разными?

Если заменить проводник в цепи на более длинный проводник одинаковой толщины, то сила тока и яркость лампы уменьшится (рис. 1).

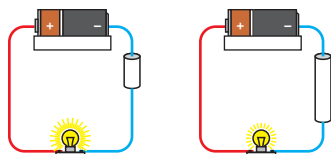


Рис. 1.

Причина этого в том, что чем длиннее проводник, тем чаще электроны сталкиваются с ионами. Значит, с увеличением длины проводника увеличивается его сопротивление. Эту ситуацию можно сравнить с полосой препятствий для бега. Чем длиннее полоса, тем больше препятствий (рис. 2).

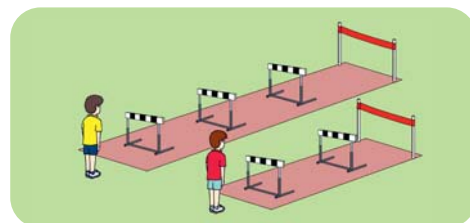


Рис. 2.

Если заменить проводник на проводник такой же длины, но большей толщины, то яркость лампы увеличится (рис. 3).

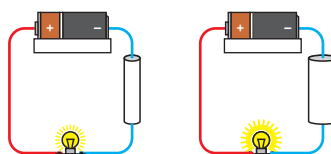


Рис. 3.

По сравнению с тонким проводником через поперечное сечение толстого проводника за единицу времени проходит больше электронов. Поэтому с увеличением толщины проводника его сопротивление уменьшается.

Эту ситуацию можно сравнить с тем, как ученики проходят через одну или две открытые двери школы. Через обе открытые двери одновременно может пройти больше учеников (рис. 4).

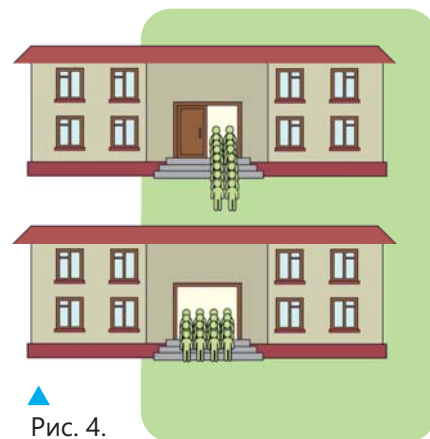


Рис. 4.

Зависимость сопротивления проводника от материала, из которого он изготовлен

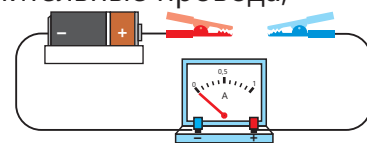
2

Деятельность

Определение зависимости сопротивления проводника от материала, из которого он изготовлен

Принадлежности: амперметр, гальванический элемент, соединительные провода, медный и нихромовый проводники одинакового размера.

1. Соберите разомкнутую цепь так, как показано на рисунке.
2. Предположите, какой из проводников будет иметь большее показание амперметра при подключении к зажимам соединительных проводников, и запишите свои предположения в тетрадь.



3. Запишите показания амперметра, подсоединив поочередно медный и нихромовый проводники к зажимам соединительных проводов.

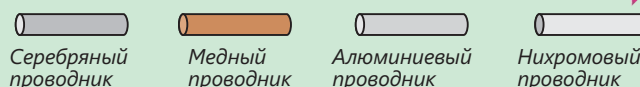
Обсудите:

1. Верно ли ваше предположение?
2. В каком случае показания амперметра больше? Как по-вашему, в чём причина этого?

Сопротивление проводника также зависит от материала, из которого он изготовлен. Некоторые материалы имеют лучшую проводимость, чем другие. Сопротивление проводников, изготовленных из таких материалов, бывает меньше (рис. 5).

Рис. 5. Сопротивления проводников одинакового размера, изготовленных из разных материалов, отличаются друг от друга.

Электрическое сопротивление увеличивается, проводимость уменьшается



Прохождение тока по проводам одинакового размера, но изготовленным из разных материалов, можно сравнить с движением автомобиля по асфальтированной и грунтовой дорогам. По асфальтированной дороге автомобиль передвигается легче, чем по грунтовой (рис. 6).



Рис. 6.

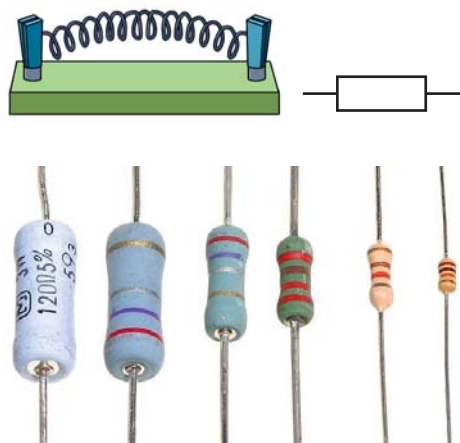


Рис. 7. Резистор, его условное обозначение и некоторые резисторы, применяемые на практике

Резистор и реостат

На практике используется множество сопротивлений разного числового значения. Провод спиралевидной формы с большим сопротивлением называется **резистором** (рис. 7). Резисторы применяют, когда необходимо снизить силу тока, чтобы обезопасить чувствительные к повышению силы тока элементы цепи.

В повседневной жизни для регулирования громкости радио и телевизора или уменьшения температуры утюга мы вращаем их ручки (рис. 8). Вращая ручку регулятора, мы меняем сопротивление. При увеличении сопротивления сила тока уменьшается, а при уменьшении сопротивления – увеличивается. Для регулирования силы тока в цепи изменением сопротивления также используют **реостаты**. Принцип работы реостата основан на зависимости сопротивления проводника от его длины. Для присоединения реостата к цепи один конец проводника подсоединяется к зажиму 1, другой – к зажиму 3, а ползунок, подсоединённый к зажиму 2, двигаясь по поверхности спирали, меняет сопротивление реостата (рис. 9).



Рис. 8. Для регулировки громкости радио мы поворачиваем его ручку

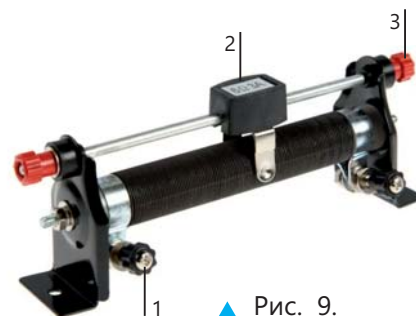


Рис. 9. Реостат

Этот процесс наглядно виден на модели реостата и на схеме подключения реостата к цепи (рис. 10). Например, при

перемещении ползунка вправо по мере увеличения длины провода (окрашенная часть) увеличивается и его сопротивление. При этом другая часть реостата (неокрашенная часть) не участвует в цепи, поэтому ее сопротивление не учитывается.

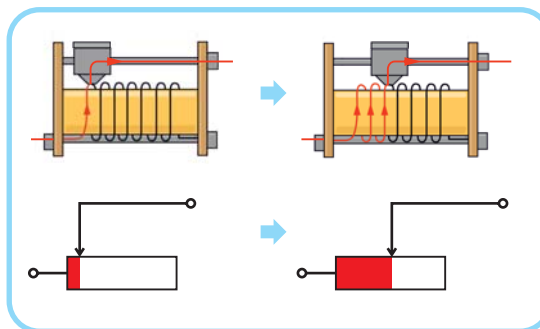


Рис. 10. Перемещение ползунка вправо увеличивает сопротивление провода

Вопрос

Резистор и реостат применяют для изменения силы тока. В чём разница между ними?

Объяснение. Сопротивление резистора постоянно. При подключении его к цепи он не позволяет силе тока превысить своё определённое значение. Сопротивление реостата меняется в определённом интервале. При подключении его к цепи, увеличивая или уменьшая его сопротивление, мы можем менять силу тока.

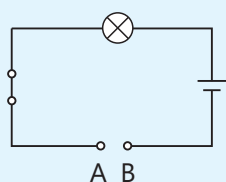
ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Почему в резисторах провода намотаны в виде спирали?



Примените полученные знания

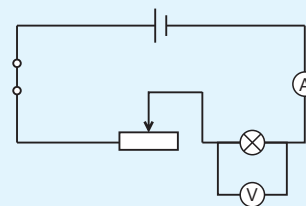
1. Нияр собрала цепь, как показано на рисунке. При подсоединении какого проводника к точкам А и В цепи лампа будет гореть ярче?



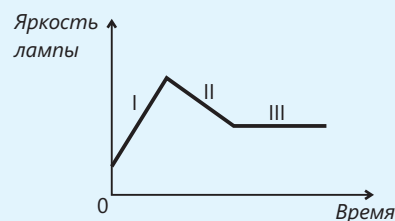
- A) $2l$ Нихромовый провод S
- B) $2l$ Медный провод $2S$
- C) l Серебряный провод $2S$
- D) $2l$ Серебряный провод S
- E) l Медный провод $2S$

2. Азер собрал цепь, как показано на рисунке.

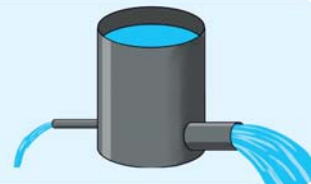
a. Как изменятся показания амперметра и вольтметра при передвижении ползунка реостата влево? Обоснуйте свой ответ с помощью закона Ома.



b. Какая часть графика соответствует изменению яркости лампы при перемещении ползунка реостата вправо? Обоснуйте свой ответ.

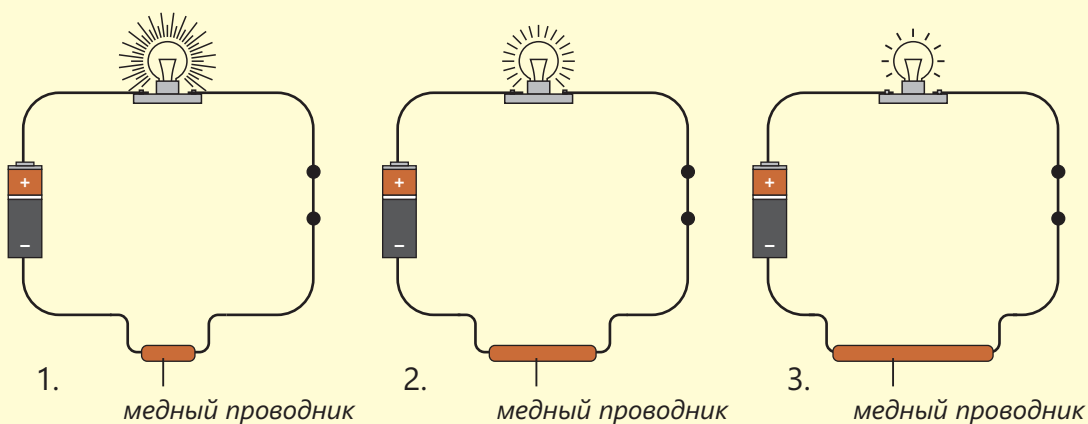


3. На рисунке изображен слив воды из бака. Количество воды, вытекающей из бака, по трубам равной длины, но разного диаметра, неодинаково. Чем это явление похоже на прохождение электрического тока по проводникам разного сопротивления?



Проверьте полученные знания

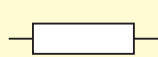
1. От чего зависит сопротивление проводника?
2. Какими двумя способами можно отрегулировать силу тока в цепи?
3. Принцип работы какого прибора основан на зависимости сопротивления проводника от его длины?
4. Сопротивление бывает больше при большем или меньшем столкновении свободных электронов с ионами?
5. Ниджат заметил, что когда он заменил медный проводник, который подсоединил к части цепи, на более длинные медные проводники, яркость лампы уменьшилась.



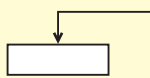
- a. В чем причина уменьшения яркости лампы?
- b. Как изменится яркость лампы, если, не меняя длины проводника, заменить его проводником с большей площадью поперечного сечения?
6. Для проверки электропроводности веществ Лейла поочередно присоединяет к концам K и L цепи медные, серебряные и пластиковые стержни одинакового размера.
 - a. В каком случае лампа не горит? В чем причина этого?
 - b. В каком случае лампа будет гореть ярче? Почему?
7. Найдите условное обозначение реостата.



A)



B)



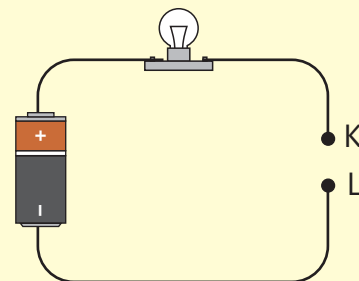
C)



D)

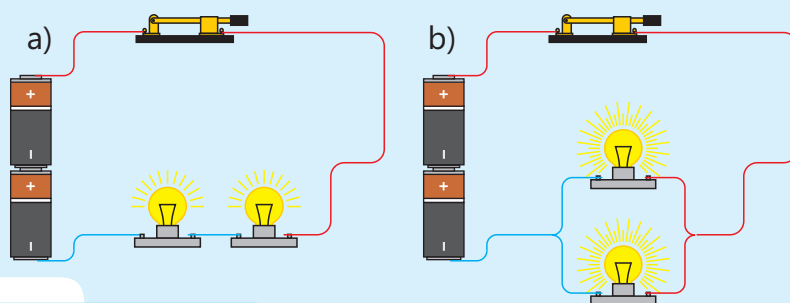


E)



6.6 Последовательное и параллельное соединение ламп

Азер подключил две лампы с одинаковыми сопротивлениями к источнику тока двумя разными способами. Он заметил, что яркость лампочек была разной, хотя источник тока был один и тот же.



- Как соединены лампы?
- Почему яркость ламп различна?

Последовательное соединение ламп

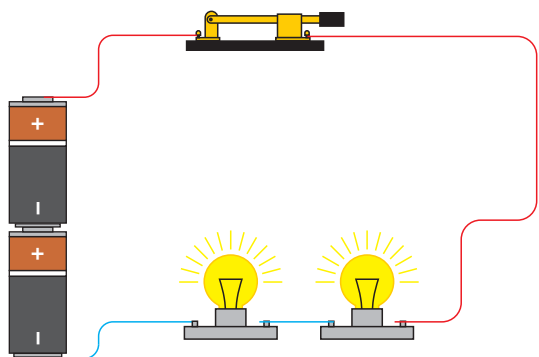
На уроках природы вы ознакомились с последовательным и параллельным соединением ламп. Соединение ламп друг за другом, как показано на рис. 1, является **последовательным соединением**.

Последовательное соединение обладает некоторыми преимуществами. Например, если ламп много, то для их подключения в цепь используется меньше проводников, чем при параллельном соединении, и цепь легче собрать. Последовательное соединение имеет свои недостатки. Например, если одна из лампочек выйдет из строя или будет отсоединена от сети, то и другие лампочки также погаснут, поскольку в цепи не будет напряжения.

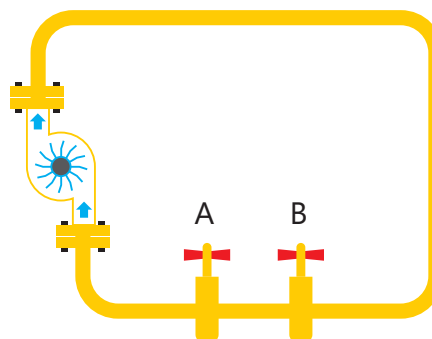
Это можно сравнить с последовательным подключением кранов в системе водоснабжения (рис. 2). Если закрыть один из вентилях, вода по трубам не потечет.

Ключевые слова

последовательное соединение, параллельное соединение, общее сопротивление



▲ Рис. 1.



▲ Рис. 2.

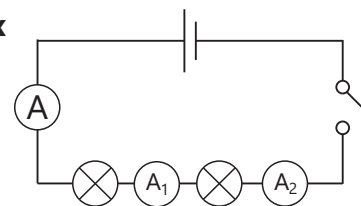
Когда один из вентилях А или В закрыт, вода не протекает через другой

Электрический ток в последовательно соединённых лампах

Принадлежности: гальванический элемент, две лампы, соединительные провода, три амперметра, ключ.

Ход работы:

1. Соберите электрическую цепь по схеме.
2. Замкните ключ и запишите показания амперметров в тетрадь.
3. Отсоедините одну из ламп от цепи и наблюдайте, что произойдет.



Обсудите:

1. Как соединены элементы цепи?
2. Отличаются ли показания амперметров друг от друга? Как по-вашему, почему?
3. Что произошло при отсоединении одной из ламп от цепи? Как по-вашему, почему?

В процессе деятельности вы заметили, что в цепи, где элементы соединены друг с другом последовательно, показания амперметров одинаковы. Отсюда следует, что:

● При последовательном соединении сила тока в каждой точке цепи одинакова: $I = I_1 = I_2$.

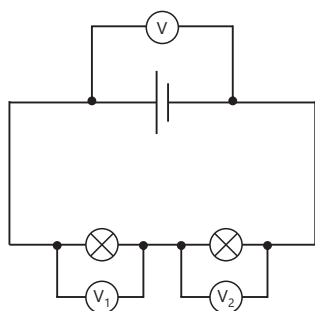


Рис. 3.

Чтобы найти соотношение между напряжением на полюсах источника (U) и напряжением на концах ламп (U_1 и U_2), можно воспользоваться схемой, приведённой на рис. 3. Если в собранной по данной схеме цепи измерим напряжения на зажимах ламп и на полюсах источников, то мы придём к следующему выводу:

● При последовательном соединении напряжение на полюсах источника тока равно сумме напряжений на концах ламп: $U = U_1 + U_2$.

Наблюдения показали, что с увеличением числа последовательно соединённых ламп их яркость уменьшается (рис. 4). Причиной этого является увеличение **общего сопротивления** цепи. Обозначим сопротивления 1 и 2 лампы, соответственно, через R_1 и R_2 , а их общее сопротивление через $R_{\text{пос}}$. По закону Ома напряжение на зажимах источника равно произведению силы тока в цепи на общее сопротивление:

$$U = IR_{\text{пос}}$$

Подставив $U_1 = IR_1$ и $U_2 = IR_2$ в выражение $U = U_1 + U_2$, мы получим

$$IR_{\text{пос}} = IR_1 + IR_2.$$

Сократив силу тока в обеих частях равенства, мы получим

$$R_{\text{пос}} = R_1 + R_2.$$

Полученную закономерность можно выразить так:

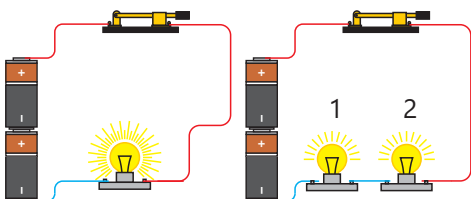


Рис. 4.

● Общее сопротивление последовательно соединённых ламп равно сумме сопротивлений отдельных ламп.

Параллельное соединение ламп

При **параллельном соединении** лампы подключаются к источнику тока самостоятельно через отдельные проводники, как показано на рисунке 5. Если одна из них вышла из строя, то электрический ток перестаёт существовать лишь в ней. В остальных лампах электрический ток есть, поэтому они продолжают светиться. Параллельное соединение ламп можно сравнить с параллельным соединением вентилях в системе водоснабжения. При закрытии одного из вентилях поток воды не прекращается, а продолжает течь через ту часть, где находится другой вентиль (рис. 6).

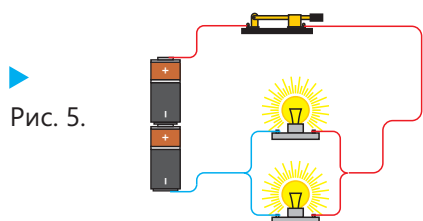


Рис. 5.

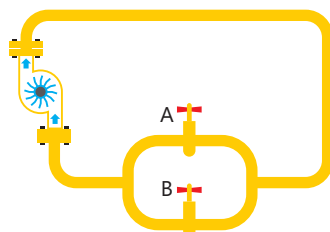


Рис. 6.

После закрывания одного из вентилях А или В вода течёт по другой трубе

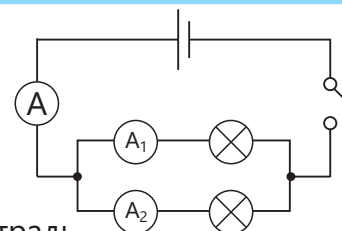
2
Деятельность

Ток в параллельно соединённых лампах

Принадлежности: гальванический элемент, две лампы, соединительные провода, три амперметра, ключ.

Ход работы:

1. Соберите цепь по схеме, приведённой на рисунке.
2. Замкните ключ и запишите показания амперметров в свою тетрадь.
3. Отсоедините одну из ламп от цепи и наблюдайте за тем, что произойдет.



Обсудите:

1. Как связаны показания амперметров? Как вы думаете, в чем причина этого?
2. Что произошло при отсоединении одной из ламп от цепи? Почему?

В ходе деятельности вы заметили, что показание амперметра А равно сумме показаний амперметров A_1 и A_2 . Как видно из схемы электрической цепи, в точке М цепь делится на две части, или разветвляется (рис. 7). В этой точке электрический ток делится на две части, проходит через лампы 1 и 2 и соединяется в точке N. Отсюда мы приходим к выводу, что:

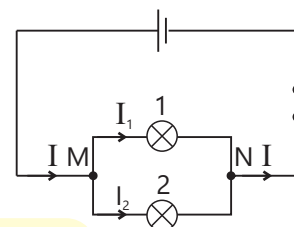


Рис. 7.

- Сила тока в неразветвленной части цепи равна сумме силы тока отдельных параллельно соединённых ламп: $I = I_1 + I_2$.

Если измерить вольтметром напряжение на концах 1 и 2 лампы, то мы заметим, что их показания равны.

- Напряжения на концах параллельно включённых ламп и напряжение на полюсах источника тока равны между собой: $U = U_1 = U_2$.

Сопротивления ламп 1 и 2 обозначим через R_1 и R_2 соответственно, а общее сопротивление через $R_{\text{пар}}$. По закону Ома:

$$I = \frac{U}{R_{\text{пар}}}$$

Подставив $I_1 = \frac{U}{R_1}$ и $I_2 = \frac{U}{R_2}$ в формулу $I = I_1 + I_2$, получим $\frac{U}{R_{\text{пар}}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}$.

Сократив напряжение в обеих частях равенства, мы получим, что:

$$\frac{1}{R_{\text{пар}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$$

Полученный результат можно выразить следующим образом:

- Обратное значение общего сопротивления параллельно соединённых ламп равно сумме обратных значений сопротивлений отдельных ламп.

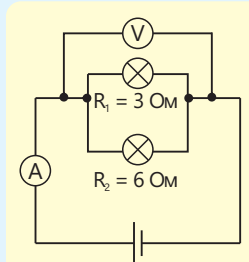
ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Как электрооборудование в доме подключается к электрической цепи? Обоснуйте свой ответ.

Решение задачи

Чему равно показание амперметра, если в цепи, изображенной на рисунке, показание вольтметра равно 10 В?

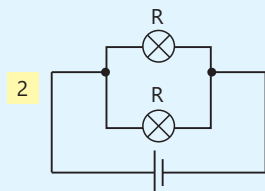
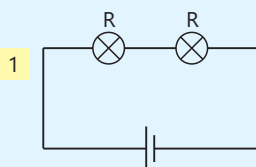
Дано	Формула	Решение
$R_1 = 3 \text{ Ом}$ $R_2 = 6 \text{ Ом}$ $U = 10 \text{ В}$ $I - ?$	Для двух ламп, соединённых параллельно, по формуле $\frac{1}{R_{\text{пар}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ для сопротивления получим выражение $R_{\text{пар}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$. Сила тока: $I = \frac{U}{R_{\text{пар}}}$	$R_{\text{пар}} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = \frac{18}{9} = 2 \text{ (Ом)}$ $I = \frac{10}{2} = 5 \text{ (А)}$ Ответ: 5 А



Примените полученные знания

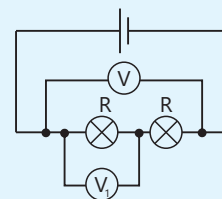
1. Как меняется общее сопротивление цепи с увеличением числа параллельно соединённых ламп?

2. Рассчитайте соотношение $\frac{R_1}{R_2}$ суммарных сопротивлений ламп в цепях, изображенных на рисунке.



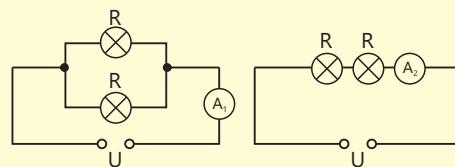
3. Согласно схеме, показание вольтметра V_1 , присоединённого к концам лампы сопротивлением R , равно 10 В.

- Выразите общее сопротивление цепи через R .
- Чему равно показание вольтметра V ?



Проверьте полученные знания

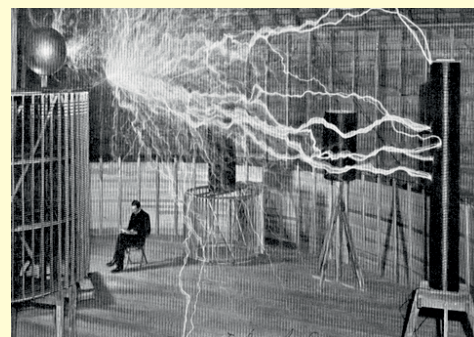
1. Выберите правильное утверждение. Обоснуйте свой ответ.
 - a) последовательно;
 - b) параллельно.
 Электрический ключ подключают к потребителям:
2. Как вычисляется общее сопротивление при последовательном или параллельном соединении ламп?
3. Две лампы подключены к источникам тока с одинаковыми напряжениями, как показано на рисунке. Найти соотношение сил тока $\frac{I_2}{I_1}$.
4. Найдите отношение $\frac{R_{\text{посл}}}{R_{\text{пар}}}$ общих сопротивлений последовательно и параллельно соединённых ламп с сопротивлением $R_1 = 30$ Ом и $R_2 = 60$ Ом каждая.



Наука, технология, жизнь

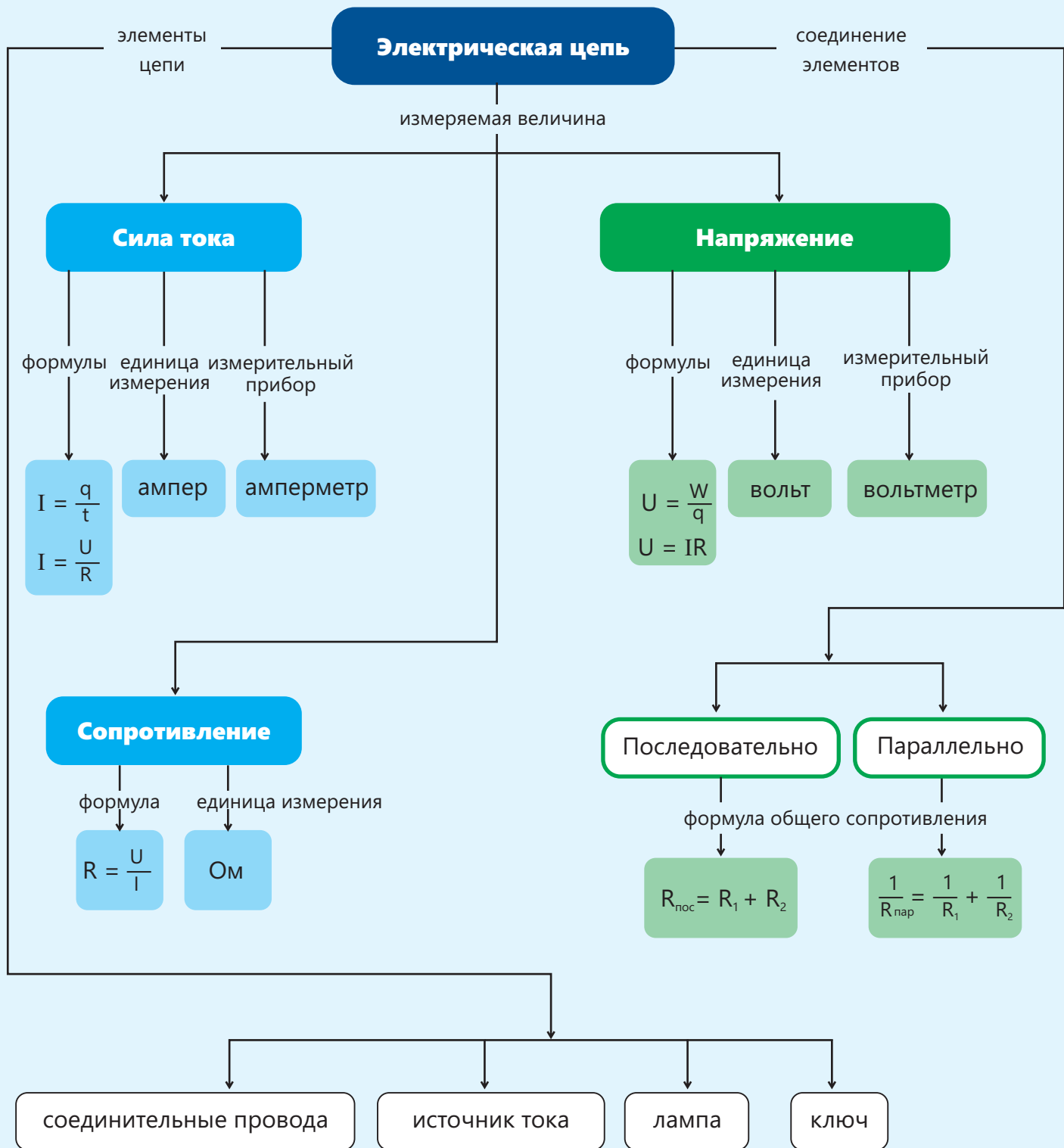
Инженеры-электрики занимаются сбором электрических сетей. В сферу их деятельности входят проектирование, строительство и эксплуатация электросетей, снабжающих энергией целый город, начиная с отдельного здания или дома. В современном мире потребность в инженерах-электриках велика. Потому что нет такой сферы жизни, где не было бы потребности в электричестве. Первые и очень простые опыты с электричеством проводил Луиджи Гальвани. Когда он прикоснулся одной металлической пластиной к лапке лягушки, а другой – к нервным окончаниям, то заметил, что лапка лягушки сократилась.

Гальвани объяснил это тем, что заряженные частицы переходят от нервных окончаний к лапке лягушки. Позже Алессандро Вольта повторил опыт куском ткани, смоченным в соленой воде, и заметил, что при соприкосновении медных и цинковых пластин с этим куском ткани возникает электрический ток. Поместив между медными и цинковыми пластинами смоченную в соленой воде ткань, Вольта изобрел первый источник тока. Позже такие источники тока были названы «гальваническими элементами» в честь Луиджи Гальвани. В дальнейшем развитии электротехники большую роль сыграли два инженера – Томас Эдисон и Никола Тесла. Эдисон собрал первую электрическую сеть, а Тесла изобрёл различные электрические оборудования и усовершенствовал их.



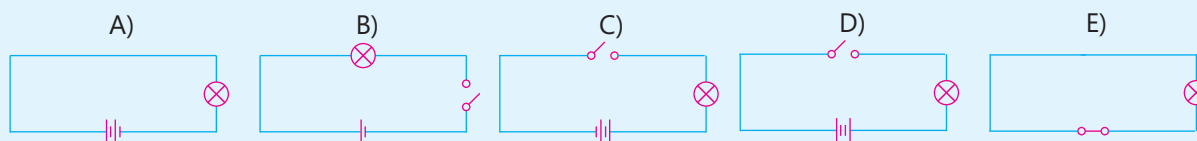
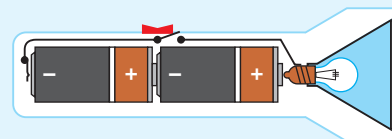
Никола Тесла в своей лаборатории (1899 год)

Заключение



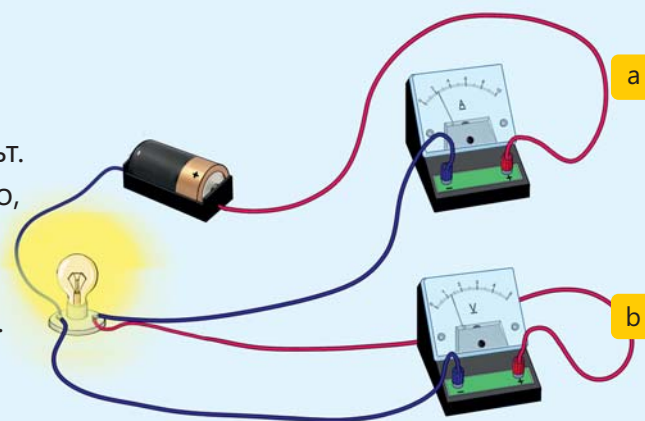
Обобщающие задания

1. Какой из вариантов соответствует схеме электрической цепи фонаря, изображенного на рисунке?

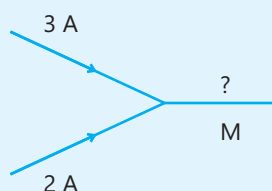


2. Азер проводит измерения с помощью подключенных к лампе приборов. Какое утверждение верно?

1. Единицей измерения величины, измеряемой прибором **a**, является ампер, а прибором **b** – вольт.
2. Единицей измерения величины, измеряемой прибором **a**, является Ом, а прибором **b** – вольт.
3. Прибор **a** подсоединён к цепи последовательно, а прибор **b** – параллельно.
4. Отношение показания прибора **a** к показанию прибора **b** будет равно сопротивлению лампы.
5. Отношение показания прибора **b** к показанию прибора **a** будет равно сопротивлению лампы.



3. Чему равна сила тока в части М электрической цепи?



4. К концам А и В цепи, показанной на рисунке 1, подключаются медные проводники разной длины и толщины. При этом яркость лампы меняется, как показано на рисунке 2. Установите соответствие между яркостью лампы и размерами проводников.

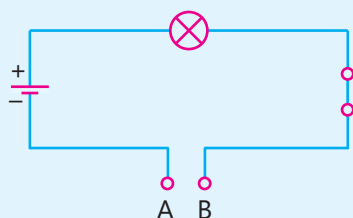


Рис. 1.

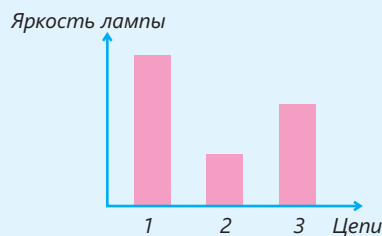
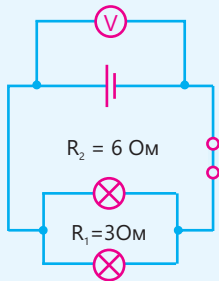


Рис. 2.

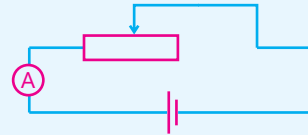
- a) $2l$ S
- b) $2l$ $2S$
- c) l $2S$

5. Показания вольтметра, подсоединённого к источнику напряжения, показанного на рисунке цепи, равно $U = 12$ В.

- Как лампы подключены к цепи?
- Найдите напряжение на лампах.
- Найдите силу тока, проходящего через каждую лампу.

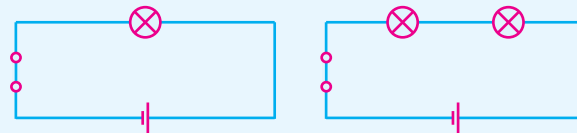


6. Как изменится показание амперметра при передвижении ползунка реостата вправо? Обоснуйте свой ответ.



7. С увеличением числа ламп, последовательно подсоединённых к одному и тому же источнику тока:

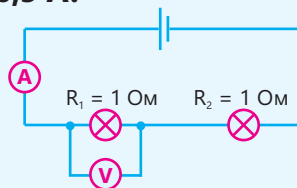
- их яркость увеличится
- их яркость уменьшится
- напряжение на их концах не изменится
- сила тока в них увеличится
- общее сопротивление цепи уменьшится



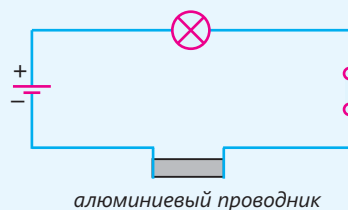
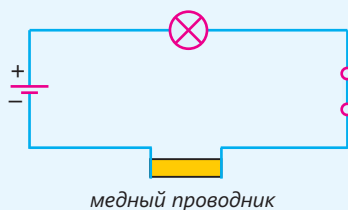
8. Как подсоединяют к цепи уличные фонари? Обоснуйте свой ответ.



9. Каково будет показание вольтметра, если показание амперметра в цепи, изображенной на рисунке, равно $0,5$ А?



10. Площадь поперечного сечения и длина медного и алюминиевого проводников, подключаемых к цепям, равны. Используя одинаковые лампы и источники тока, как можно узнать, какой из проводников является лучшим? Обоснуйте свой ответ.



раздел
7

Постоянный магнит и магнитное поле

С давних времён было известно, что минерал магнетит притягивает железные предметы. Путешественники использовали это свойство магнетита для изготовления компасов.

- Магнетит – это минерал, встречающийся в природе. В настоящее время производятся магниты различных форм и размеров. Магниты широко применяют в медицине, промышленности и быту. Магниты используются в генераторах, вырабатывающих электроэнергию, электродвигателях и мобильных телефонах. Изучая магнитные явления, можно объяснить такие природные явления, как северное сияние и то, как голуби определяют направление полета на больших расстояниях.



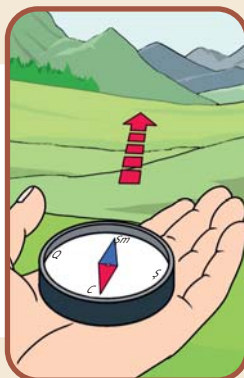
- 1. Как по-вашему, почему в современном оборудовании используются не естественные, а искусственные магниты?
 2. Какие еще примеры применения магнитов вы можете привести?

Из раздела вы узнаете

- Есть вещества, притягиваемые и не притягиваемые магнитом
- У магнита два полюса: северный и южный
- Земной шар – гигантский магнит
- Магниты действуют друг на друга силами притяжения и отталкивания
- Взаимодействие между магнитами передаётся посредством магнитного поля
- Магнитное поле изображается силовыми линиями магнитного поля

7.1 Постоянный магнит

С древних времён по сегодняшний день для определения направления движения путешественники используют компас. Независимо от того, в какой точке земного шара вы находитесь, один конец компаса будет указывать на Северный полюс, а другой – на Южный.



- Как по-вашему, что заставляет стрелку компаса вращаться и фиксироваться в направлении на север?
- Из каких веществ можно изготовить стрелку компаса?

Ключевые слова

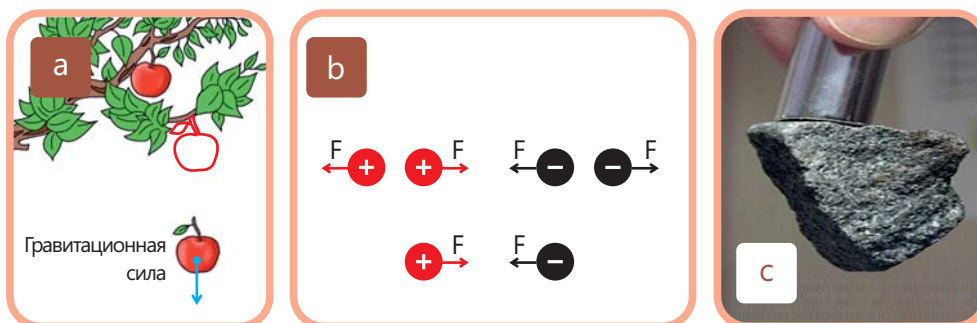
магнетики, постоянный магнит

Магнетики

Вы знаете, что Земля воздействует на тела силой притяжения. Так как тела обладают массой, они притягиваются Землёй (рис. 1, а). Также между двумя электрически заряженными телами возникает электрическая сила отталкивания или притяжения, в зависимости от их знаков зарядов (рис. 1, б). Кроме гравитационной и электрических сил на некоторые тела со стороны магнита может действовать сила притяжения (рис. 1, с).



Рис. 1.
Гравитационная, электрическая и магнитная силы, действующие на различные тела



Тела, притягиваемые магнитом, – это тела, изготовленные из магнетиков. Например, железный гвоздь притягивается магнитом потому, что железо является магнетиком.

Определение магнетиков

Принадлежности: пластмассовая пуговица, стеклянный шарик, спичка, гвоздь, игла, серебряная ложка, кусок медного провода, ластик, магнит.

Ход работы:

1. Поочерёдно подносите магнит к каждому телу на столе.
2. Определите, какие тела притягиваются магнитом, а какие нет.

**Обсудите:**

1. Какие тела притягиваются магнитом?
2. Тела, изготовленные из каких веществ, не притягиваются магнитом?

В ходе “деятельности” вы определили, что тела, изготовленные из одних веществ, притягиваются магнитом, а из других – нет. Тела, изготовленные из магнетиков, притягиваются магнитом. Вещества, содержащие железо, никель или кобальт, обладают магнитными свойствами. Игла изготавливается из стали, а сталь содержит железо. Поэтому игла, в состав которой входит железо, притягивается магнитом. Стекло, пластмасса, дерево и целлюлоза, входящая в состав бумаги, не притягиваются магнитом.

К веществам, не обладающим магнитными свойствами, относятся такие металлы, как цинк, медь и алюминий.

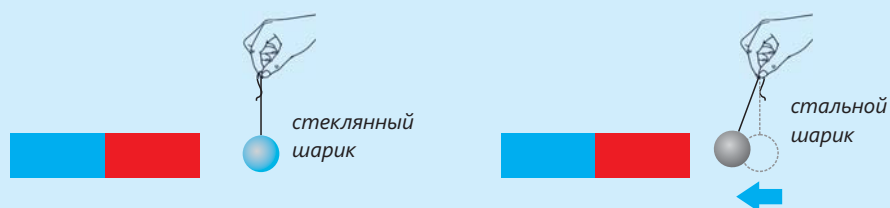


Рис. 2.
Тело, изготовленное из магнетика, притягивается магнитом

ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Какие виды смесей можно разделить при помощи магнита? Чем компоненты смеси должны отличаться друг от друга?

Постоянные магниты

Во время деятельности вы использовали магнит. Этот магнит и через несколько лет будет притягивать тела, сделанные из магнетиков. Потому что он не утратит своих магнитных свойств.

- **Магниты, изготовленные из веществ, в течение длительного времени сохраняющих свои магнитные свойства, называются *постоянными магнитами*.**

Магниты бывают искусственными и естественными. В древние времена стрелки компасов делали из минерала магнетита, встречающегося в природе (рис. 2, а). В настоящее время в промышленности широко применяются магниты различных размеров и форм, изготовленные из неодима и других металлов (рис. 2, б). Магниты, которыми вы пользуетесь при изучении магнитных явлений, представляют собой обычно полосовые и подковообразные искусственные магниты (рис. 2, с). Стрелка компаса – это небольшой искусственный магнит.



Рис. 2.
Постоянные магниты

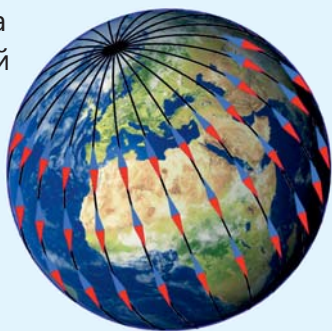
Знаете ли вы?

- Маленький неодимовый магнит может притянуть и удерживать в воздухе тело массой 5 кг.



Примените полученные знания

1. Стрелка компаса всегда указывает на север. Какой вывод можно сделать на основании этого наблюдения о Земле и стрелке компаса?



2. Магнит, закрепленный к штативу, притягивает тело массой 50 граммов так, что оно не упадет на землю. Какова минимальная сила, с которой магнит действует на тело?

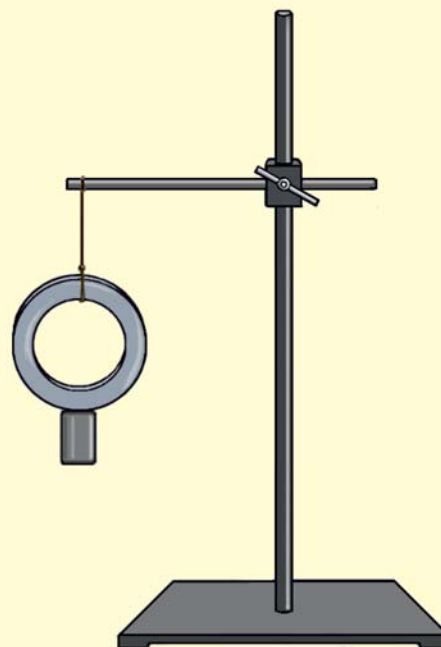
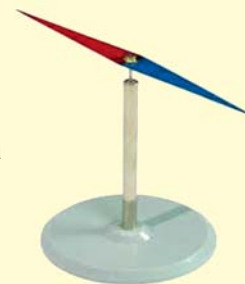
(примите $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$)



Проверьте полученные знания

- Стрелка компаса бывает очень лёгкой и устанавливается на острие оси.
 - Какая сила действует на стрелку компаса?
 - Если бы стрелка компаса не была установлена на острие оси, а лежала на столе, продолжала бы на него действовать магнитная сила?
 - Из каких веществ можно сделать стрелку?
- В каком варианте указаны вещества, оба из которых притягиваются магнитом?
 - железо, стекло
 - медь, никель
 - железо, никель
 - серебро, пластмасса
- Какую из следующих гетерогенных смесей можно разделить с помощью магнита?
 - Древесная стружка + куски медного провода
 - Серебряный порошок + куски бумаги
 - Осколки стекла + железные опилки
 - Пластмассовые пуговицы + куски бумаги
- Тело не падает на землю, потому что магнит, висящий на нитке, притягивает тело.

<ol style="list-style-type: none"> Из какого металла может быть сделано тело? <ol style="list-style-type: none"> медь серебро сталь золото 	<ol style="list-style-type: none"> Нарисуйте в тетради схему действия на тело силы тяжести и магнитной силы. Чему равно минимальное значение магнитной силы притяжения, если масса тела равна 100 г? (принять $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$)
--	---



7.2 Магнитное поле

Если вращать магнит вокруг компаса, то стрелка компаса также будет вращаться.



• Если магнит не касается стрелки компаса, как стрелке передается его действие?

Ключевые слова

магнитное поле, силовые линии магнитного поля, полюса магнита, индукция магнитного поля

Взаимодействие между заряженными телами передаётся посредством электрического поля. Аналогично магнит действует на стрелку компаса посредством **магнитного поля**. В пространстве вокруг магнита всегда существует магнитное поле. Магнитное поле невозможно увидеть невооруженным глазом.

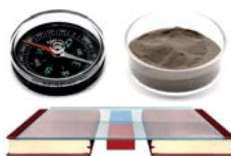
1 Деятельность

Наблюдение магнитного поля

Принадлежности: полосовой магнит, компас, прозрачная пластмассовая пластинка или картонная доска, железный порошок, две книги.

Ход работы:

1. Расположите полосовой магнит между книгами так, как показано на рисунке.
2. Положите пластинку на книги.
3. Насыпьте железный порошок на пластинку.
4. Слегка встряхните пластинку и наблюдайте за расположением железного порошка.
5. Осторожно проведите компасом у поверхности пластинки вдоль линий построения железного порошка.
6. Пронаблюдайте за тем, как меняется направление стрелки компаса.



Обсудите:

1. Почему нужно встряхивать пластинку?
2. Почему после встряхивания пластины железный порошок расположился упорядоченно?
3. Как изменилось направление стрелки компаса после проведения компаса вокруг постоянного магнита?

Магнитное поле полосового магнита, действуя на порошок из железа, заставило их расположиться вдоль симметричных кривых линий вокруг магнита. Когда вы водили компас вокруг полосового магнита, вы заметили, что направление стрелки компаса меняется по изогнутым линиям железного порошка.

Магнитное поле так же, как и электрическое, принято изображать силовыми линиями. Линии, вдоль которых располагаются порошки из железа вокруг магнита, называют **силовыми линиями магнитного поля** (рис. 1).

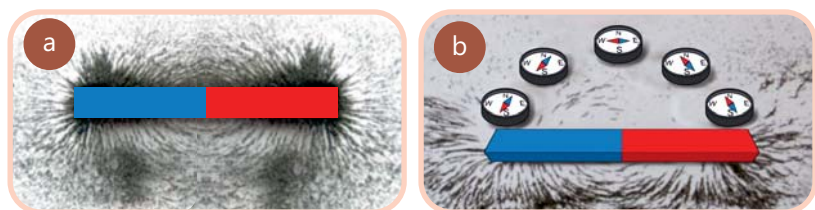


Рис. 1. Визуализация магнитного поля с помощью железного порошка (а) и компаса (б)

В процессе “деятельности” вы получили изображение силовых линий магнитного поля на плоскости. Магнитное поле так же, как и электрическое поле, существует в пространстве. Получить пространственное изображение магнитного поля можно с помощью прибора, в центре которого пустота для магнита, а в нем смесь железного порошка и жидкости (рис. 2).

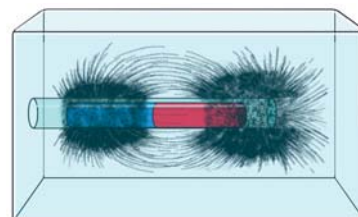


Рис. 2. Пространственное изображение силовых линий магнитного поля

Полюса магнита

У концов полосового магнита собирается много железного порошка, а в середине – мало (рис. 3). Значит, в некоторых частях магнита магнитное поле сильнее. Части магнита, где магнитное поле сильнее, называют **полюсами магнита**.

Все магниты, независимо от их формы, имеют два полюса: северный (N – начальная буква английского слова North) и южный (S – начальная буква английского слова South, рис. 4).



Рис. 3. Полюса магнита



Рис. 4. Магниты различной формы

полосовой магнит подковообразный магнит кольцеобразный магнит

Не существует магнита с одним полюсом. Если мы поделим магнит на две части, то мы не получим два магнита только с северным или южным полюсами, а получим два маленьких куска магнита с северным и южным полюсами (рис. 5).

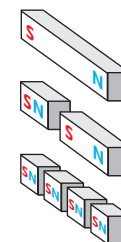


Рис. 5. Однополюсного магнита не существует

2

Деятельность

Наблюдение взаимодействия между полюсами магнита

Принадлежности: два полосовых магнита.

Ход работы:

1. Прижмите один из полосовых магнитов рукой к столу.
2. Сначала поднесите северный, а затем южный полюс второго магнита ближе к северному полюсу полосового магнита и наблюдайте за взаимодействием между ними.



Обсудите:

1. Как взаимодействуют одноимённые полюса магнита?
2. Как взаимодействуют разноимённые полюса магнита?
3. Как вы можете определить, что два магнита взаимодействуют?

Рис. 6.
Одноимённые полюса отталкиваются, а разноимённые притягиваются



При взаимодействии магнитов одноимённые полюса (S и S или же N и N) отталкиваются, а разноимённые полюса (N и S) притягиваются друг к другу (рис. 6). Силовые линии магнитного поля выходят из северного полюса магнита и входят в южный полюс магнита (рис. 7). Земной шар можно рассматривать как постоянный магнит. Южный полюс его магнитного поля расположен рядом с Северным географическим полюсом, а северный магнитный полюс – рядом с Южным географическим полюсом (рис. 8).

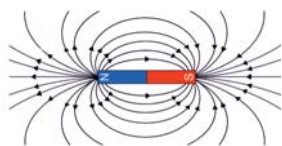


Рис. 7.
Силовые линии магнитного поля полосового магнита

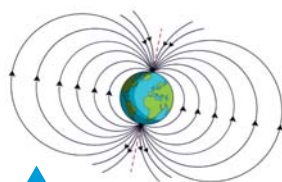


Рис. 8.
Силовые линии магнитного поля Земли

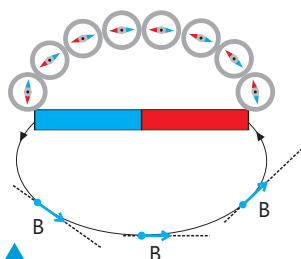


Рис. 9.
Направление вектора индукции магнитного поля

Вопрос

Почему при определении направления рядом с компасом не должно быть постоянного магнита?

Объяснение.

Магнитное поле постоянного магнита сильнее магнитного поля Земли, поэтому его воздействие на стрелку компаса сильнее, и по этой причине стрелка компаса может указывать на направление, отличное от Северного полюса. Если удалить постоянный магнит от компаса, то под воздействием только магнитного поля Земли стрелка компаса станет указывать на Северный полюс.

Индукция магнитного поля

Магнитное поле характеризуется физической величиной, называемой **индукцией магнитного поля**. Индукция магнитного поля (\vec{B}) является векторной величиной и в СИ измеряется в **тесла** (1 Тл). Из-за того, что магнитное поле сильнее около полюсов, численное значение индукции магнитного поля \vec{B} больше вблизи полюсов магнита.

Индукция магнитного поля направлена по касательной к силовым линиям магнитного поля. Его направление можно найти при помощи компаса.

- Направление Северного полюса стрелки компаса в магнитном поле совпадает с направлением магнитной индукции в этой точке (рис. 9).

Вопрос

Что подразумевается под "магнитным взаимодействием"? Зависит ли это взаимодействие от расстояния?

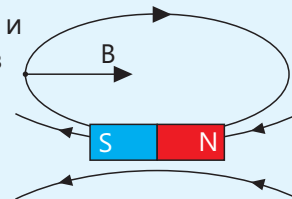
Объяснение. Под магнитным взаимодействием понимается взаимное притяжение или отталкивание магнитных полюсов друг от друга. Взаимодействие было более ощутимым, когда мы приближали магниты друг к другу во время "деятельности". Следовательно, сила взаимодействия между магнитами увеличивается с уменьшением расстояния.

ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Как по-вашему, как направлена стрелка компаса на Северном и Южном магнитных полюсах Земли?

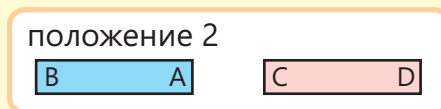
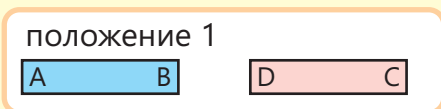
Примените полученные знания

1. В схеме на рисунке была допущена ошибка при изображении силовых линий и обозначении условных знаков полюсов. Найдите эти ошибки и перерисуйте в тетрадь правильную схему. Покажите направление вектора индукции в трех разных точках схемы.
2. Почему между двумя постоянными магнитами не могут присутствовать лишь силы отталкивания или притяжения?

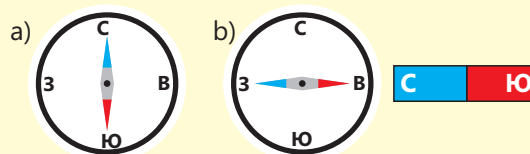


Проверьте полученные знания

1. Как можно узнать о существовании магнитного поля?
2. Как взаимодействуют полюса магнита?
3. Что изображается с помощью силовых линий магнитного поля?
4. Магниты, показанные на рисунке, притягиваются друг к другу.
 - а) Какими будут полюса B, C и D, если A является южным полюсом?
 - б) Как будут взаимодействовать эти магниты в нижеприведённых случаях?

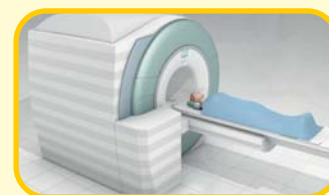


5. При поднесении магнита к компасу (а) на рисунке положение его стрелки меняется (б). В чём причина данного явления?

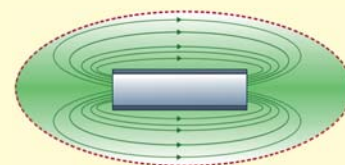


Наука, технология, жизнь

В клиниках широко используют аппарат МРТ (магнитно-резонансная томография). При помощи мощного магнитного поля аппарату удастся получить изображение внутренних органов пациента. Эти изображения позволяют понять причину недугов и поставить правильный диагноз пациенту. Величина вектора индукции магнитного поля аппарата МРТ составляет 1,5 Тл. Величина вектора индукции магнитного поля Земли равна 0,00005 Тл. Магнитное поле МРТ сильнее магнитного поля Земли в 30 000 раз. Поскольку магнитное поле Земли слабое, мы не ощущаем его воздействия на такие вещи, как ключи или монеты в наших карманах. Но перед входом в туннель МРТ пациентов просят снять все металлические предметы. Так как сильное магнитное поле оборудования МРТ воздействует на эти предметы с большой силой, они могут повредить оборудование и нанести вред пациенту.

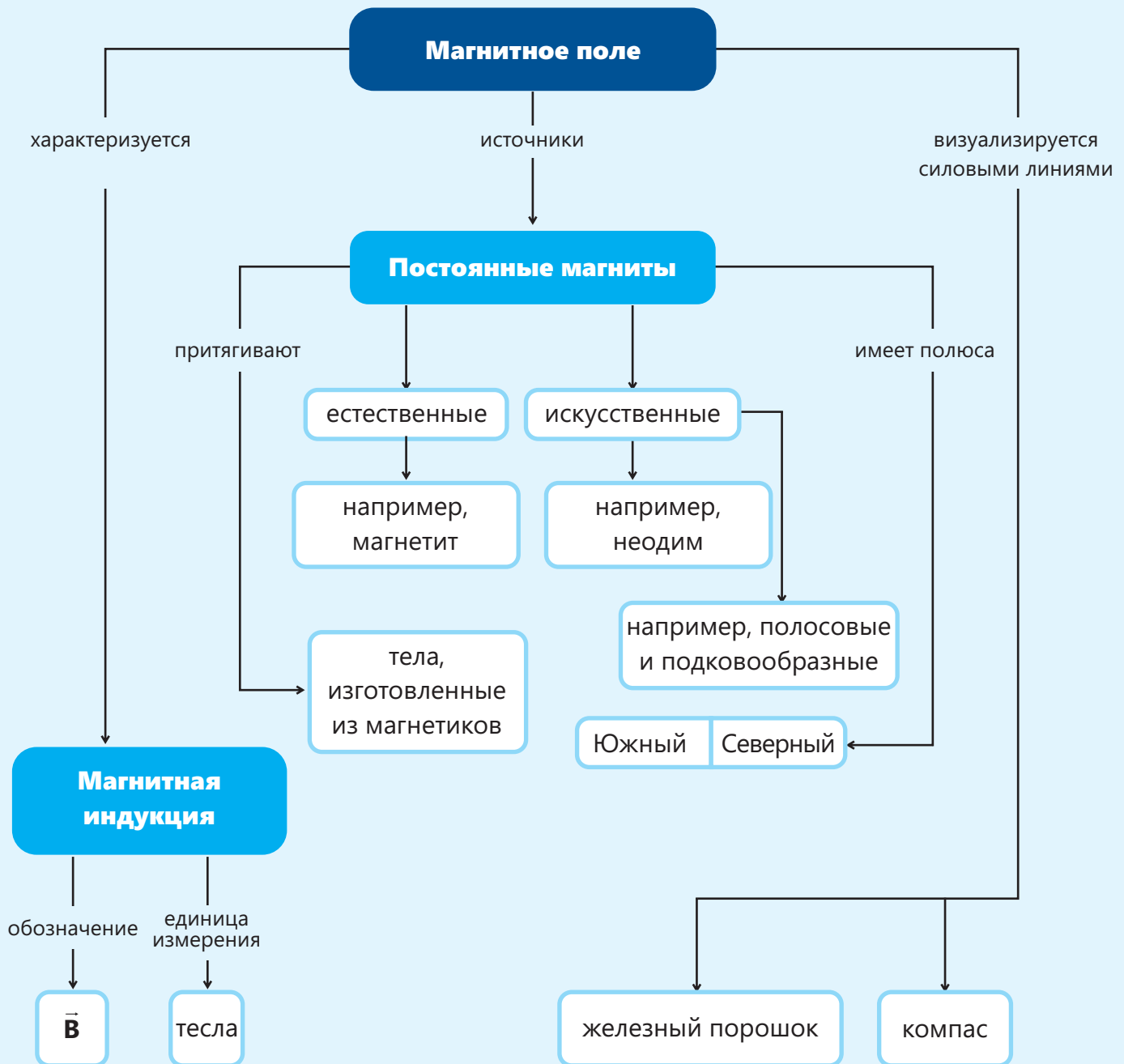


Аппарат МРТ



Магнитное поле аппарата МРТ

Заключение

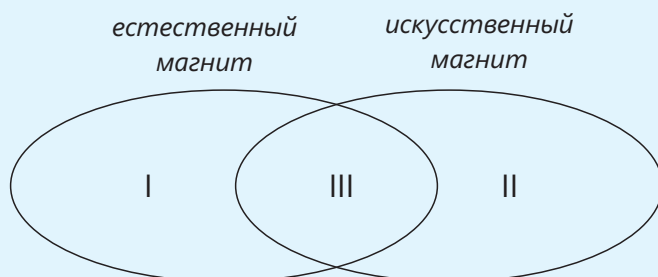


Обобщающие задания

1. Что называют постоянным магнитом?
2. Какие тела притягиваются магнитом?
3. Укажите, как минимум, два различия между искусственными и естественными магнитами.
4. Что из перечисленного можно убрать магнитом, если оно рассыпалось на пол?
 - a) стеклянные осколки
 - b) деревянные опилки
 - c) пластмассовые пуговицы
 - d) стальные скрепки

5. Заполните диаграмму Эйлера-Венна.

1. Является минералом под названием магнетит.
2. Производится.
3. Имеет северный и южный полюс.
4. Не имеет правильной формы.
5. Притягивает тела, являющиеся магнетиками.



6. 10-копеечная монета, изготовленная из стали, весит 5 г. Ответьте на следующие вопросы (принять $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$).

- a) Будет ли постоянный магнит притягивать 10-копеечную монету? Почему?
- b) Чему равна сила тяжести, действующая на 10-копеечную монету?
- c) Сколько ньютонов будет магнитная сила, действующая на монету, когда ее поднимают с земли с помощью магнита?



7. Как астронавт, прилетевший на другую планету, может определить, есть ли у этой планеты магнитное поле?

8. Ответьте на нижеследующие вопросы про магнит.

- a) Какие его части называются полюсами?
- b) Сколько у него полюсов?
- c) Как взаимодействуют разноимённые полюса?
- d) На что указывают силовые линии его поля?

9. Магнитное поле визуализируется двумя способами. Какими?

10. На рисунке изображены тела, два из которых являются полосовыми магнитами, а одно – стальное тело, не являющееся магнитом.

- 1) Как можно отличить полосовые магниты от стального тела?
- 2) Можно ли, различив магниты, без каких-либо других средств определить их северный и южный полюса?



11. Как изменится величина индукции магнитного поля по мере удаления от магнита?

12. На рисунке схематично изображены полосовой магнит и стрелка компаса. Перечертите схему в свою тетрадь и докончите ее в следующей последовательности.

- 1) определите полюса магнита и отметьте их
- 2) раскрасьте магнит в соответствующие цвета
- 3) нарисуйте силовые линии магнитного поля
- 4) укажите направление вектора индукции магнитного поля в трёх произвольных точках



Магнетики – вещества, притягивающиеся магнитом, как железо, кобальт и никель.

Гальванический элемент – источник тока, превращающий химическую энергию в электрическую.



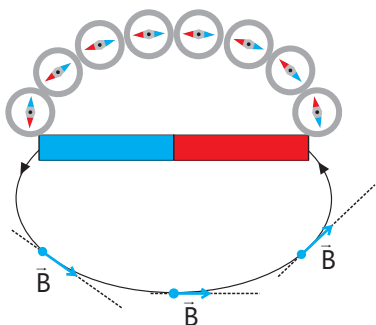
Диэлектрики – тела, не обладающие свободными носителями заряда.

Закон Ома – закон, выражающий постоянство отношения напряжения на концах элемента цепи к силе тока в этом элементе.

Напряженность электрического поля – отношение электрической силы, действующей на пробный заряд, к величине пробного заряда.

Ион – частица, в которую превращается атом, когда он приобретает или теряет электрон.

Индукция магнитного поля – векторная величина, характеризующая магнитное поле.



Искусственные магниты – постоянные магниты, изготовленные в различных формах из различных материалов.

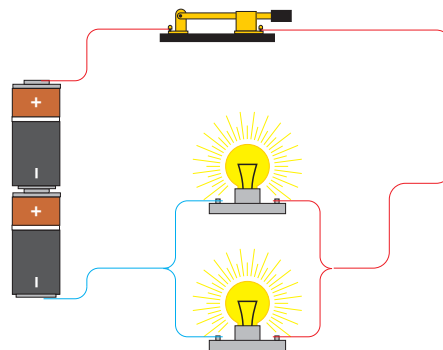
Магнитное взаимодействие – взаимодействие между магнитами, передающееся посредством магнитного поля, проявляющееся притяжением или отталкиванием.

Магнитное поле – поле, окружающее магнит, и передающее магнитное взаимодействие.

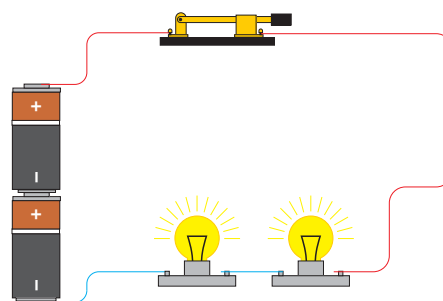
Напряжение – энергия, передаваемая источником тока заряду в 1 кулон.

Носители электрического заряда – заряженные частицы.

Параллельное соединение – соединение, при котором лампы к источнику тока подсоединяются каждая в отдельности.



Последовательное соединение – соединение ламп друг за другом к источнику тока.



Полюса магнита – участки магнита с самым сильным магнитным полем.



Постоянный магнит – магнит, изготовленный из веществ, длительное время сохраняющих свои магнитные свойства.

Проводники – вещества, обладающие свободными носителями заряда.

Свободные носители заряда – электроны, покинувшие атомы и способные свободно перемещаться внутри вещества.

Силовые линии магнитного поля – линии, изображающие магнитное поле.

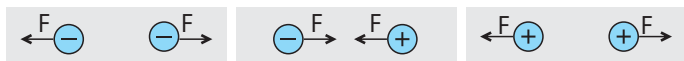
Сила тока – количество заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника за одну секунду.

Силовые линии электрического поля – линии, изображающие электрическое поле.

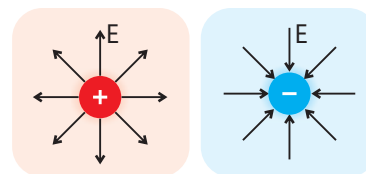
Последовательность электризации – показывает, от какого тела к какому перейдут электроны при трении их друг о друга.

Электрическое взаимодействие – сила притяжения или сила отталкивания, возникающая между электрическими частицами.

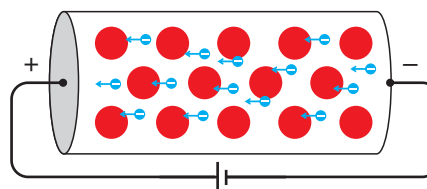
Электрическая сила – сила, действующая на заряженное тело или частицу со стороны электрического поля.



Электрическое поле – среда, существующая вокруг заряженных тел, посредством которого передается электрическая сила.



Электрический ток – упорядоченное движение заряженных частиц.



Электроскоп – прибор, позволяющий определить, обладает ли тело электрическим зарядом.

Электризация индукцией – электризация нейтрального тела наэлектризованным телом без контакта.

Элементарный заряд – наименьший электрический заряд, встречающийся в природе.

Электрический заряд тела – численно равен сумме заряда лишних или недостающих электронов тела.

Электрофорная машина – устройство, преобразующее кинетическую энергию в электрическую.

Электризация трением – электризация тел, изготовленных из различных веществ, трением их друг о друга.

BURAXILIŞ MƏLUMATI

Ümumi təhsil müəssisələrinin 7-ci sinifləri üçün
fizika fənni üzrə dərslik (2-ci hissə)
Rus dilində

Tərtibçi heyət:

Müəlliflər Yalçın İslamzadə
Anar Allahverdiyev
Dünyamalı Məmmədov

Tərcümə Mehriban Bağirova
İxtisas redaktoru Oqtay Həsənov
Dil redaktoru Aygün Əliyeva
Bədii redaktor Taleh Məlikov
Texniki redaktor Zeynal İsayev
Dizayner Taleh Məlikov
Rəssam Fərid Quliyev
Korrektor Olqa Kotova

Məsləhətçi

Şakir Nağıyev – fizika üzrə elmlər doktoru, professor

Rəyçilər

Həsən Hüseynli – ADA Məktəbi, fizika müəllimi, fizika üzrə fəlsəfə doktoru

Gülər Xasıyeva – 158 №-li tam orta məktəb, fizika müəllimi, fizika üzrə fəlsəfə doktoru

© **Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin qrif nömrəsi: 2024-058**

Müəlliflik hüquqları qorunur. Xüsusi icazə olmadan bu nəşri və yaxud onun hər hansı bir hissəsini yenidən çap etdirmək, surətini çıxarmaq, elektron informasiya vasitələri ilə yaymaq qanuna ziddir.

ISBN 978-9952-550-10-8

Hesab-nəşriyyat həcmi: 7,8. Fiziki çap vərəqi: 10,0. Səhifə sayı: 80.
Kəsimdən sonra: 220 × 275. Kağız formatı: 57 × 90 ¹/₈. Şrift və ölçüsü: Segoe, 12pt.
Ofset çapı. Sifariş____. Tiraj: 16 300. Pulsuz. Bakı – 2024

Əlyazmanın yığıma verildiyi və çapa imzalandığı tarix: 11.07.2024

Çap məhsulunu hazırlayan:
Azərbaycan Respublikasının Təhsil İnstitutu (Bakı ş., A.Cəlilov küç., 96).

Çap məhsulunu istehsal edən:
"Şərq-Qərb" ASC (Bakı, Aşıq Ələsgər küç. 17).

Pulsuz



Əziz məktəbli !

Bu dərslik sizə Azərbaycan dövləti tərəfindən bir dərs ilində istifadə üçün verilir. O, dərs ili müddətində nəzərdə tutulmuş bilikləri qazanmaq üçün sizə etibarlı dost və yardımçı olacaq.

İnanırıq ki, siz də bu dərsliyə məhəbbətlə yanaşacaq, onu zədələnmələrdən qoruyacaq, təmiz və səliqəli saxlayacaqsınız ki, növbəti dərs ilində digər məktəbli yoldaşınız ondan sizin kimi rahat istifadə edə bilsin.

Sizə təhsildə uğurlar arzulayırıq!

