

## Электромагнитные явления

### Задания для тренировки

1

Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения:  $I$  - сила тока;  $R$  - электрическое сопротивление. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

#### ФОРМУЛА

А)  $I^2 R$ Б)  $IR$ 

#### ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

1) работа электрического тока

2) мощность электрического тока

3) удельное электрическое сопротивление

4) напряжение

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

2

Металлический шарик 1, укрепленный на длинной изолирующей ручке и имеющий заряд  $+q = 10$  нКл, приводят поочередно в соприкосновение с двумя такими же шариками 2 и 3, расположенными на изолирующих подставках и имеющими, соответственно, заряды  $-q$  и  $+q$ .

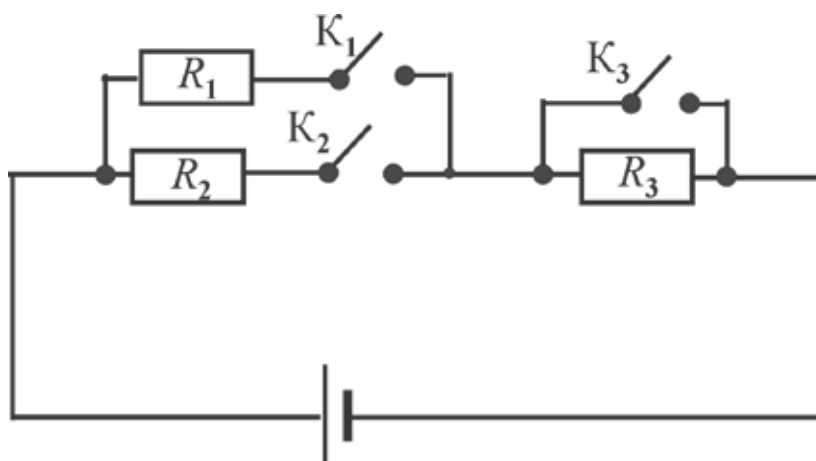


Какой заряд в результате останется на шарике 3?

Ответ: \_\_\_\_\_ нКл.

3

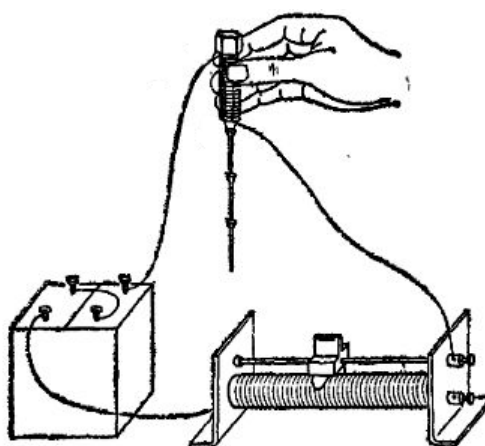
На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из трёх резисторов, источника постоянного напряжения и трёх ключей  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$ . Сопротивления резисторов:  $R_1 = 2R$ ,  $R_2 = 4R$ ,  $R_3 = R$ . Найдите отношение величины мощности, выделяющейся в цепи при замкнутых всех трёх ключах, к величине мощности, выделяющейся в цепи, если замкнут только ключ  $K_2$ . Ответ округлите до десятых долей.



Ответ: \_\_\_\_\_.

4

При пропускании постоянного электрического тока через провод, намотанный на железный болт, к болту притягиваются гвозди (см. рисунок), то есть болт превращается в электромагнит.



Как меняются общее сопротивление электрической цепи и подъёмная сила электромагнита при перемещении ползунка реостата вправо?

Установите соответствие между физическими величинами и их возможными изменениями.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

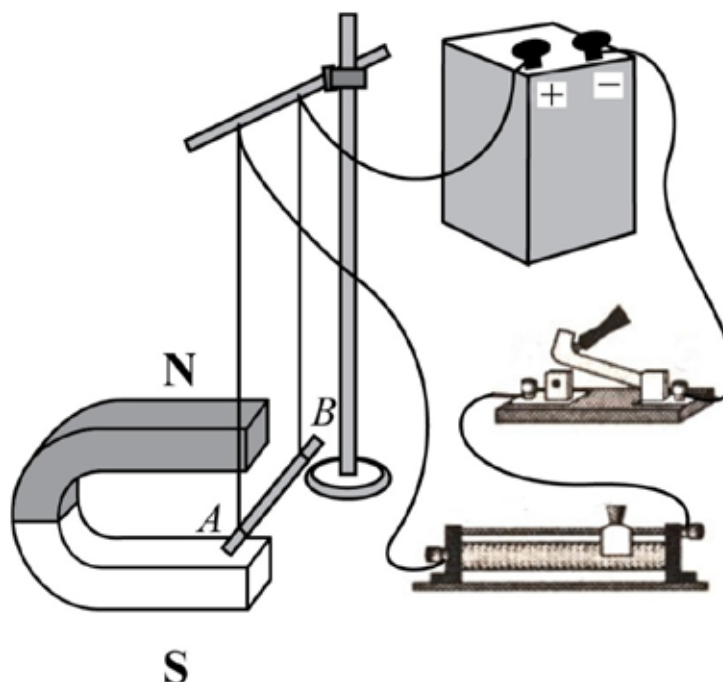
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Общее сопротивление | Подъёмная сила электромагнита |
|---------------------|-------------------------------|
|                     |                               |

5

Электрическая схема содержит источник тока, прямолинейный проводник  $AB$ , гибкие подводящие провода, ключ и реостат. Проводник  $AB$ , подвешенный при помощи гибких подводящих проводов, помещается между полюсами постоянного магнита (см. рисунок). При замыкании ключа подводящие провода, на которых висит проводник  $AB$ , отклоняются от вертикального положения. После этого ползунок реостата начинают медленно перемещать вправо. Проводник  $AB$  меняет своё положение.



Выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. Запишите в ответе их номера.

- 1) При замкнутом ключе электрический ток в проводнике имеет направление от точки  $B$  к точке  $A$ .
- 2) Магнитное поле в области расположения проводника  $AB$  направлено вертикально вверх.
- 3) Электрический ток в проводнике  $AB$  создаёт однородное магнитное поле.
- 4) При замкнутом ключе проводник будет выталкиваться из области магнита вправо.
- 5) При перемещении ползунка реостата вправо сила Ампера, действующая на проводник  $AB$ , увеличится.

Ответ:

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

**6**

Установите соответствие между научными открытиями и именами учёных, которым эти открытия принадлежат. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКОЕ ОТКРЫТИЕ**

- А) экспериментальное открытие магнитного взаимодействия двух проводников с током  
Б) экспериментальное открытие электромагнитных волн

**ИМЯ УЧЁНОГО**

- 1) А.С. Попов  
2) А. Ампер  
3) Г. Герц  
4) М. Фарадей

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

### Магнитная подвеска

Средняя скорость поездов на железных дорогах не превышает 150 км/ч. Сконструировать поезд, способный состязаться по скорости с самолетом, непросто. При больших скоростях колёса поездов не выдерживают нагрузки. Выход один: отказаться от колёс, заставив поезд лететь. Один из способов «подвесить» поезд над рельсами – использовать отталкивание магнитов.

В 1910 году бельгиец Э. Башле построил первую в мире модель летающего поезда и испытал её. 50-килограммовый сигарообразный вагончик летающего поезда разогнался до скорости свыше 500 км/ч! Магнитная дорога Башле представляла собой цепочку металлических столбиков с укрепленными на их вершинах катушками. После включения тока вагончик со встроенными магнитами приподнимался над катушками и разогнался тем же магнитным полем, над которым был подвешен.

Практически одновременно с Башле в 1911 году профессор Томского технологического института Б. Вейнберг разработал гораздо более экономичную подвеску летающего поезда. Вейнберг предлагал не отталкивать дорогу и вагоны друг от друга, что чревато огромными затратами энергии, а притягивать их обычными электромагнитами. Электромагниты дороги были расположены над поездом, чтобы своим притяжением компенсировать силу тяжести поезда. Железный вагон располагался первоначально не точно под электромагнитом, а позади него. При этом электромагниты монтировались по всей длине дороги. При включении тока в первом электромагните вагончик поднимался и продвигался вперёд, по направлению к магниту. Но за мгновение до того, как вагончик должен был прилипнуть к электромагниту, ток выключался. Поезд продолжал лететь по инерции, снижая высоту. Включался следующий электромагнит, поезд опять приподнимался и ускорялся. Поместив свой вагон в медную трубу, из которой был откачан воздух, Вейнберг разогнал вагон до скорости 800 км/ч!

**7**

Какое из магнитных взаимодействий можно использовать для магнитной подвески?

А. Притяжение разноимённых полюсов.

Б. Отталкивание одноимённых полюсов.

Из предложенных вариантов ответа выберите правильный и запишите его номер:

1) только А

2) только Б

3) ни А, ни Б

4) и А, и Б

Ответ:

- 8** При движении поезда на магнитной подвеске
- 1) силы трения между поездом и дорогой отсутствуют.
  - 2) силы сопротивления воздуха пренебрежимо малы.
  - 3) используются силы электростатического отталкивания.
  - 4) используются силы притяжения одноимённых магнитных полюсов.

Ответ:

9

Одному из двух одинаковых проводящих шариков сообщили заряд  $+6$  нКл, другому – заряд  $-2$  нКл. Затем шарики соединили проводником. Чему будет равен заряд каждого из шариков после соединения?

Ответ: \_\_\_\_\_ нКл.

10

Три резистора, сопротивления которых:  $R_1 = 3$  Ом;  $R_2 = 6$  Ом и  $R_3 = 9$  Ом, соединены последовательно. Вольтметр, подключённый параллельно второму резистору, показывает напряжение 12 В. Чему равно напряжение на всём участке цепи? Вольтметр считать идеальным.

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

Предмет, находящийся на расстоянии  $4F$  от собирающей линзы, приближают к линзе на расстояние  $3F$  ( $F$  – фокусное расстояние линзы). Как при этом изменяются фокусное расстояние линзы и расстояние от линзы до изображения предмета?

11

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

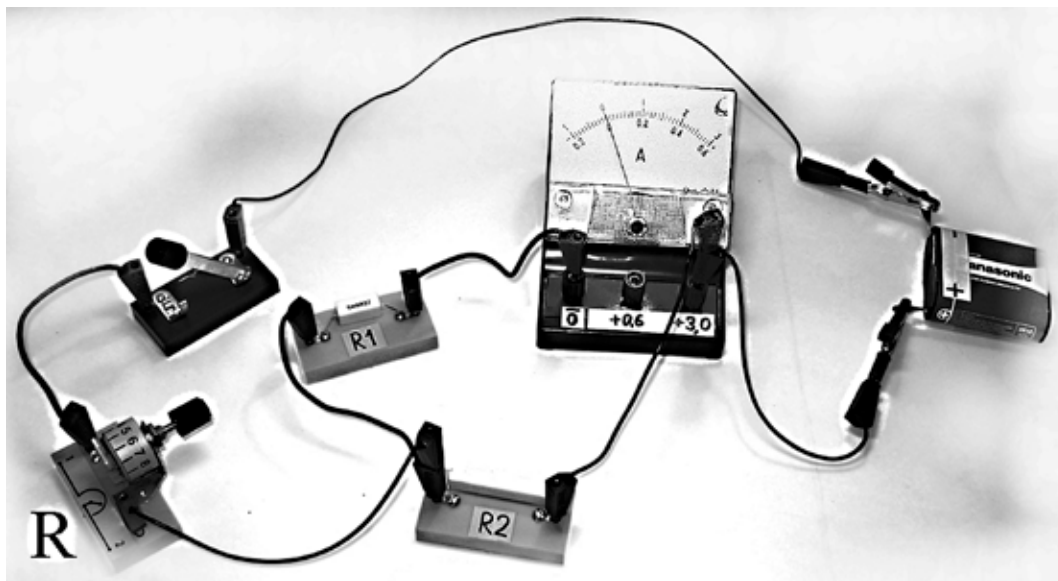
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Фокусное расстояние линзы | Расстояние от линзы до изображения предмета |
|---------------------------|---|
|                           |   |

12

Ученик собрал электрическую цепь, представленную на рисунке.



Какое утверждение верно?

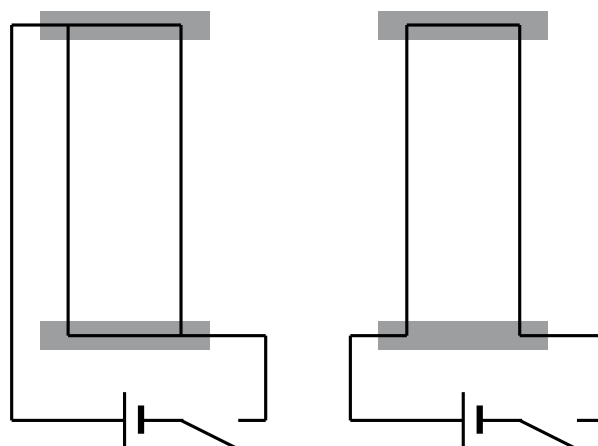
- 1) При замыкании ключа амперметр покажет силу электрического тока, протекающего через реостат R.
- 2) При замыкании ключа амперметр покажет силу электрического тока, протекающего через резистор R1.
- 3) При замыкании ключа амперметр покажет силу электрического тока, протекающего через резистор R2.
- 4) Амперметр включён в электрическую цепь с нарушением полярности подключения.

Ответ:

☐

13

Учитель на уроке, используя два параллельных провода, ключ, источник тока, соединительные провода, собрал две электрические схемы для исследования взаимодействия двух проводников с электрическим током (см. рисунок). Условия проведения опытов и наблюдаемое взаимодействие проводников представлены в таблице.



|   |  |
|---|--|
|   |  |
| <p>Опыт 1.</p> <p>Взаимодействие проводников при пропускании через них электрического тока <math>I_1</math> в одном направлении</p> | <p>Опыт 2.</p> <p>Взаимодействие проводников при пропускании через них электрического тока <math>I_2</math> в противоположных направлениях</p> |

Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. Укажите их номера.

- 1) Параллельные проводники с электрическим током притягиваются, если токи протекают в одном направлении.
- 2) Параллельные проводники с электрическим током отталкиваются, если токи протекают в противоположном направлении.
- 3) При увеличении расстояния между проводниками взаимодействие проводников ослабевает.
- 4) При увеличении силы тока взаимодействие проводников усиливается.
- 5) Вокруг каждого из проводников с током возникает магнитное поле.

Ответ:

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

**14**

Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе их работы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО**

- А) генератор электрического тока  
Б) двигатель внутреннего сгорания

**ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ**

- 1) действие магнитного поля на проводник с током  
2) превращение внутренней энергии в механическую  
3) превращение механической энергии во внутреннюю  
4) электромагнитная индукция

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

**15**

Установите соответствие между физическими величинами и единицами этих величин в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- А) электрическое напряжение  
Б) электрическое сопротивление  
В) электрический заряд

**ЕДИНИЦА ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) кулон (Кл)  
2) ватт (Вт)  
3) ампер (А)  
4) вольт (В)  
5) ом (Ом)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
|   |   |   |

**16**

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Учитель на уроке, используя две одинаковые лёгкие палочки и кусок шёлковой ткани, последовательно провёл два опыта по электризации. В первом опыте, взяв одну из палочек, учитель потёр друг о друга шёлковую ткань и эту палочку, после чего ученики могли наблюдать взаимное притяжение между палочкой и куском ткани (рис. 1).

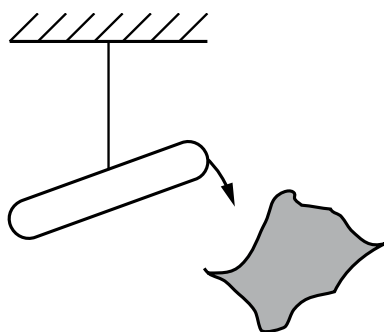


Рис. 1.

Это объясняется тем, что и палочка, и ткань \_\_\_\_\_ (А), причём они приобретают \_\_\_\_\_ (Б) заряды. А, как известно, взаимодействие разноимённых зарядов заключается в их взаимном \_\_\_\_\_ (В).

Во втором опыте после поочерёдного натирания о ткань обе палочки стали взаимно отталкиваться друг от друга (рис. 2).

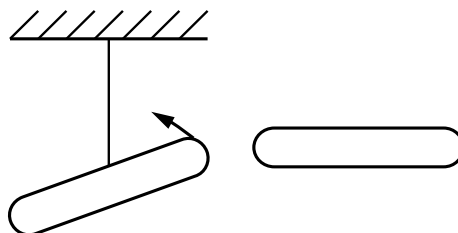


Рис. 2.

Так происходит потому, что обе палочки после натирания их одним и тем же куском ткани приобрели \_\_\_\_\_ (Г) электрические заряды. Взаимодействие же таких зарядов заключается в их взаимном отталкивании.

**Список слов и словосочетаний:**

- 1) одинаковые по знаку
- 2) противоположные по знаку
- 3) электризуются через влияние
- 4) электризуются при трении
- 5) отталкивание
- 6) притяжение
- 7) не проводят электрический заряд

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

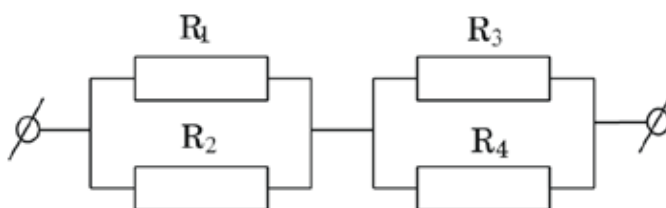
Ответ:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |

- 17** Чему равен заряд металлического шара, если на нём имеется  $N = 4 \times 10^{10}$  избыточных электронов?

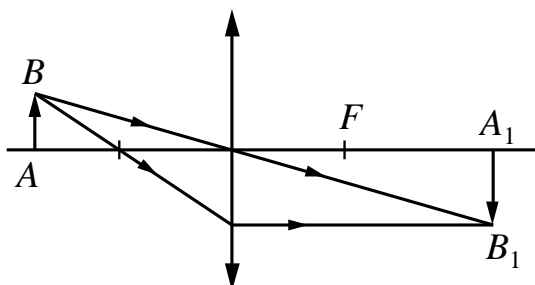
Ответ: \_\_\_\_\_ нКл.

- 18** Чему равно общее сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке, если  $R_1 = 8 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 8 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 1 \text{ Ом}$ ? Ответ выразите в виде десятичного числа с точностью до десятых долей.



Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

- 19** С помощью собирающей линзы получено изображение  $A_1B_1$  предмета  $AB$  (см. рисунок). Как изменятся размер и яркость изображения, если закрыть чёрной бумагой верхнюю половину линзы?



Установите соответствие между физическими величинами и их возможными изменениями.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

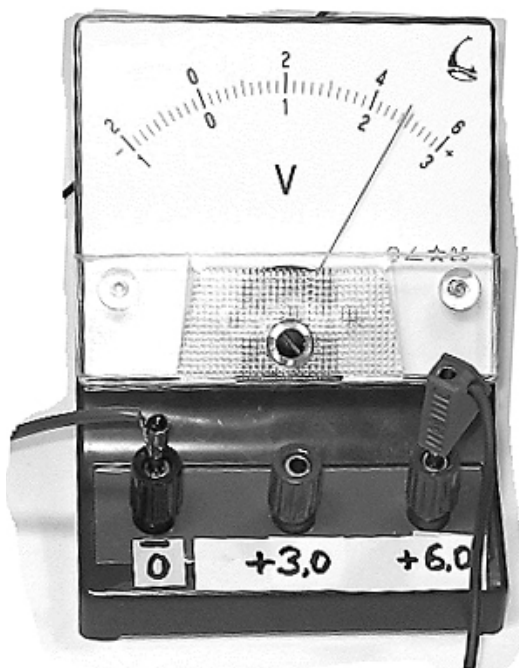
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Размер изображения | Яркость изображения |
|--------------------|---------------------|
|                    |                     |

20

Запишите результат измерения электрического напряжения (см. рисунок), учитывая, что погрешность измерения равна цене деления.

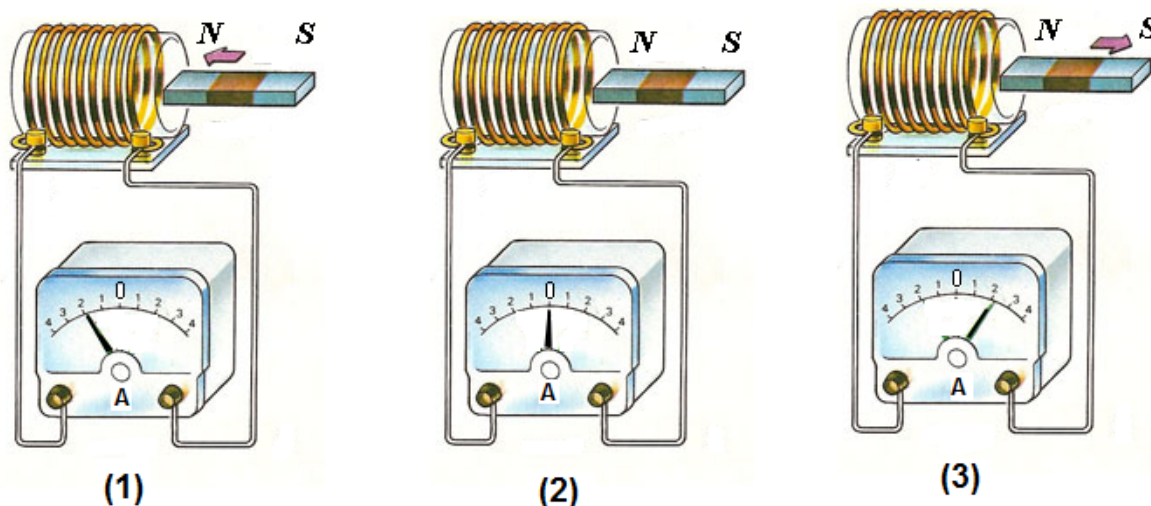


- 1)  $(2,4 \pm 0,2) \text{ В}$     2)  $(2,4 \pm 0,1) \text{ В}$     3)  $(4,4 \pm 0,1) \text{ В}$     4)  $(4,8 \pm 0,2) \text{ В}$

Ответ:

21

Используя катушку, замкнутую на амперметр, и полосовой магнит, ученик изучал явление электромагнитной индукции. На рисунке представлены результаты опыта для случая внесения магнита в катушку (1), для случая покоящегося магнита (2) и для случая вынесения магнита из катушки (3).



Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. Запишите в ответе их номера.

- 1) Величина индукционного тока зависит от геометрических размеров катушки
- 2) Величина индукционного тока зависит от скорости изменения магнитного потока, пронизывающего катушку
- 3) В постоянном магнитном поле индукционный ток в катушке не возникает
- 4) Направление индукционного тока зависит от того, вносят магнит в катушку или выносят из неё
- 5) Величина индукционного тока зависит от магнитных свойств магнита

Ответ:

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

**22**

Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе их работы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ  
УСТРОЙСТВО**

- А) электрическая плита  
Б) амперметр

**ФИЗИЧЕСКАЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ**

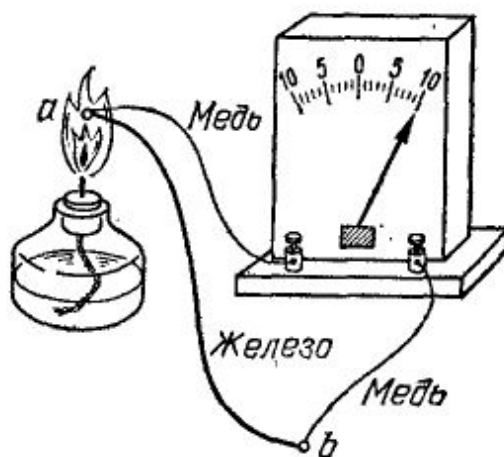
- 1) действие магнитного поля на проводник с током
- 2) превращение внутренней энергии в механическую
- 3) превращение электрической энергии во внутреннюю
- 4) электромагнитная индукция

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

### Термоэлементы

Рассмотрим цепь, составленную из проводников, изготовленных из разных металлов (см. рисунок). Если места спаев металлов находятся при одной температуре, то тока в цепи не наблюдается. Положение станет совершенно иным, если мы нагреем какой-нибудь из спаев, например, спай *a*. В этом случае гальванометр показывает наличие в цепи электрического тока, протекающего всё время, пока существует разность температур между спаями *a* и *b*.



*Рис. Цепь, состоящая из железного и двух медных проводников и гальванометра.*

Значение силы тока, протекающего в цепи, приблизительно пропорционально разности температур спаев. Направление тока зависит от того, какой из спаев находится при более высокой температуре. Если спай *a* не нагревать, а охлаждать (поместить, например, в сухой лёд), то ток потечёт в обратном направлении.

Описанное явление было открыто в 1821 г. немецким физиком Зеебеком и получило название термоэлектричества, а всякую комбинацию проводников из разных металлов, образующих замкнутую цепь, называют термоэлементом.

Важным применением металлических термоэлементов является их использование для измерения температуры. Термоэлементы, используемые для измерения температуры (так называемые термопары), обладают перед обычными жидкостными термометрами рядом преимуществ: термопары можно использовать для измерения как очень высоких (до 2000°C), так и очень низких температур. Более того, термопары дают более высокую точность измерения температуры и гораздо быстрее реагируют на изменение температуры.

**23**

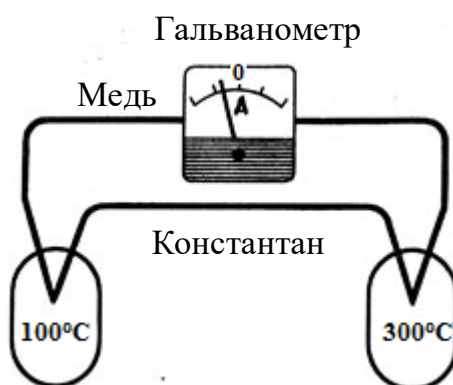
Термоэлемент – это

- 1) замкнутая цепь, состоящая из комбинации металлических проводников и гальванометра.
- 2) явление протекания электрического тока в замкнутой цепи, состоящей из разных металлов, при возникновении разности температур спаев.
- 3) явление протекания электрического тока в замкнутой цепи, состоящей из разных металлов.
- 4) замкнутая цепь, состоящая из комбинации проводников из разных металлов.

Ответ:

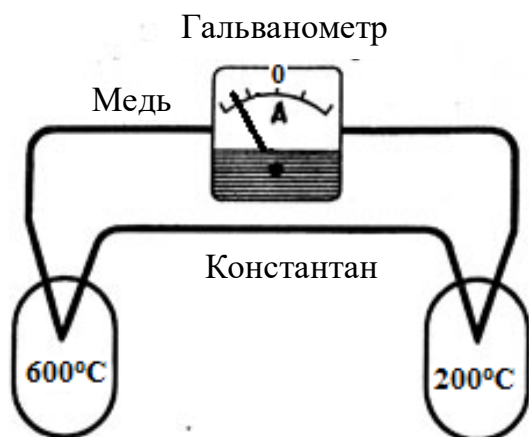
☐**24**

При нагревании спаев термопары из меди и константана до температур  $100^{\circ}\text{C}$  и  $300^{\circ}\text{C}$  через гальванометр проходит электрический ток (см. рисунок).

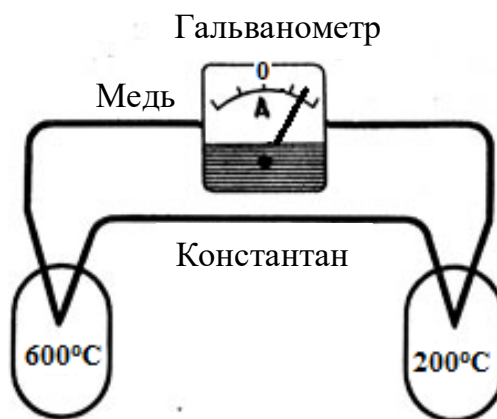


На каком из рисунков показания гальванометра правильно отражают направление и значение силы тока для новой разности температур?

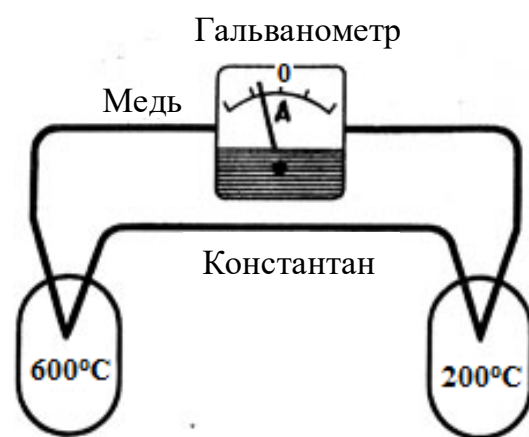
1)



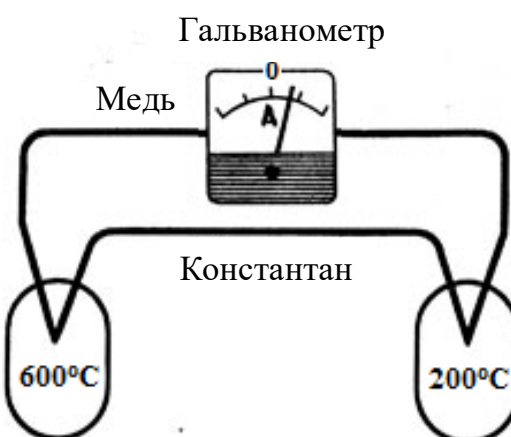
3)



2)



4)



Ответ:

- 25** Установите соответствие между физическими величинами и приборами, предназначенными для измерения: к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА         | ПРИБОР              |
|-----------------------------|---------------------|
| А) электрическое напряжение | 1) ваттметр         |
| Б) мощность тока            | 2) вольтметр        |
| В) влажность воздуха        | 3) барометр-анероид |
|                             | 4) амперметр        |
|                             | 5) гигрометр        |

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
|   |   |   |

- 26** Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения:  $I$  - сила тока;  $U$  - электрическое напряжение;  $t$  - время. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ФОРМУЛА  | ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА             |
|----------|---------------------------------|
| А) $It$  | 1) электрическое сопротивление  |
| Б) $IUt$ | 2) работа электрического тока   |
|          | 3) мощность электрического тока |
|          | 4) электрический заряд          |

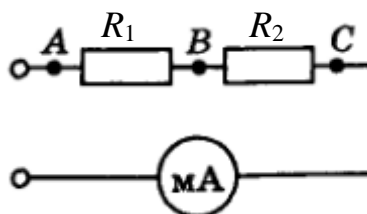
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

- 27** Два одинаковых металлических шарика, заряженных положительными зарядами  $q_1$  и  $q_2$ , привели в соприкосновение. При этом заряд второго шарика увеличился в 1,5 раза и стал равен  $q'_2 = 9 \text{ нКл}$ . Чему был равен заряд первого шарика  $q_1$  до соприкосновения?

Ответ: \_\_\_\_\_ нКл.

- 28** Два резистора сопротивлением  $R_1 = 1 \text{ кОм}$  и  $R_2 = 8 \text{ кОм}$  соединены последовательно (см. рисунок). Идеальный миллиамперметр показывает силу тока в цепи  $I = 3 \text{ мА}$ . Что будет показывать вольтметр, подключённый к точкам  $A$  и  $C$ ? Вольтметр считать идеальным.



Ответ: \_\_\_\_\_ В.

- 29** Кипятильник сопротивлением  $R_1$  был подключён к источнику постоянного напряжения. Затем этот кипятильник заменили на второй, сопротивление которого  $R_2$  в два раза меньше, чем сопротивление первого кипятильника. Как при этом изменяются сила тока и количество тепла, выделяемое за единицу времени вторым кипятильником, по сравнению с первым?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила тока, текущего через второй кипятильник | Количество тепла, выделяемое за единицу времени вторым кипятильником |
|--|--|
|  |  |

### Как возникают «озёрные» миражи

Для объяснения многих интересных оптических эффектов, наблюдаемых в атмосфере, необходимо учитывать такое явление, как рефракция света. Под этим термином понимают искривление световых лучей при прохождении в атмосфере, вызванное оптической неоднородностью атмосферного воздуха. Причина этого кроется в изменениях плотности воздуха (а значит, и показателя преломления) в зависимости от высоты или при нагревании или охлаждении.

Показатель преломления среды определяется формулой

$$n = c/v,$$

где  $c$  – скорость света в вакууме, а  $v$  – скорость света в данной среде. Скорость света  $v$  в среде всегда меньше скорости  $c$  и зависит, в частности, от плотности среды. Чем плотнее воздух, тем меньше  $v$  и, значит, тем больше показатель преломления воздуха. Плотность воздуха понижается при переходе от нижних слоёв атмосферы к верхним. Уменьшается она также при локальном нагревании и даже зависит от ветра.

При рефракции света в атмосфере наблюдатель видит объект не в том направлении, какое соответствует действительности; объект может представляться искажённым, например, диск заходящего солнца, находящегося у самой линии горизонта, кажется сплюснутым по вертикали. Особенно впечатляют явления, получившие название миражей. Различают верхние и нижние («озёрные») миражи.

Нижние миражи возникают над сильно нагретой поверхностью, например, в знойной пустыне или над асфальтовой дорогой в жаркий день. В пустыне непосредственно над горячим песком воздух так сильно нагрет, что его плотность и, соответственно, показатель преломления меньше, чем в более высоких воздушных слоях.

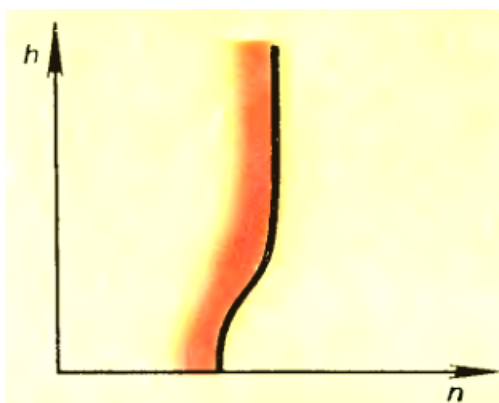


Рис. 1

На рисунке 1 показано изменение показателя преломления воздуха  $n$  с высотой  $h$  для пустыни в дневное время суток.

Благодаря неоднородности показателя преломления воздуха  $n$  луч света искривляется так, как показано на рисунке 2. Поэтому, когда луч попадает в глаз наблюдателя, то ему кажется, что он исходит из точки  $A\phi$ , а не из точки  $A$ .



Рис. 2

Таким образом, если на горизонте находятся пальмы или другие объекты, то наблюдатель видит их перевернутыми и воспринимает как отражения в несуществующих озёрах. Вода в этих «озёрах» - отражение голубого небосвода. Наблюдателю кажется, что оазис с пальмами находится на расстоянии один-два километра. Но по мере продвижения вперёд «озеро» всё так же находится где-то впереди, а вокруг по-прежнему одни пески.

Наблюдать нижний мираж можно не только в пустынях, но и в наших широтах. Например, при поездке на автомобиле в жаркий летний день на асфальтовой дороге, когда она сильно нагрета солнцем, можно увидеть лужи воды впереди автомобиля, хотя дорога сухая. По мере того как автомобиль движется по дороге вперёд, «лужи» отступают всё дальше и дальше, оставаясь недостижимыми.

**30**

Показатель преломления воздуха зависит

- 1) только от высоты
- 2) только от температуры
- 3) только от ветра
- 4) от всех вышеперечисленных причин

Ответ:

**31**

В пустыне в жаркий день показатель преломления воздуха  $n$

- 1) у самой поверхности земли больше, чем в более высоких воздушных слоях, а с ростом высоты плавно уменьшается.
- 2) у самой поверхности земли меньше, чем в более высоких воздушных слоях, а с ростом высоты вначале быстро увеличивается, а далее растёт очень медленно.
- 3) сохраняет постоянное значение.
- 4) у самой поверхности земли меньше, чем в более высоких воздушных слоях, с ростом высоты сначала плавно растёт, а затем снова уменьшается.

Ответ:

- 32** Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения:  $q$  - электрический заряд;  $t$  - время;  $A$  - работа при перемещении заряда в электрическом поле. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛА

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

А)  $q/t$

1) сила тока

Б)  $A/q$

2) напряжение

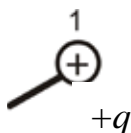
3) мощность электрического тока

4) электрическое сопротивление

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

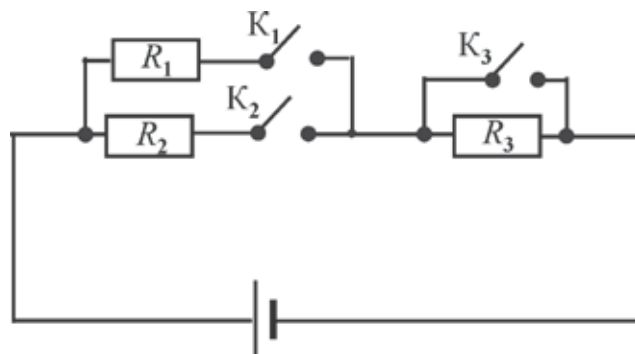
- 33** Металлический шарик 1, укрепленный на длинной изолирующей ручке и имеющий заряд  $+q = 20$  нКл, приводят поочерёдно в соприкосновение с двумя такими же изолированными незаряженными шариками 2 и 3, расположенными на изолирующих подставках.



Какой заряд в результате приобретёт шарик 2?

Ответ: \_\_\_\_\_ нКл.

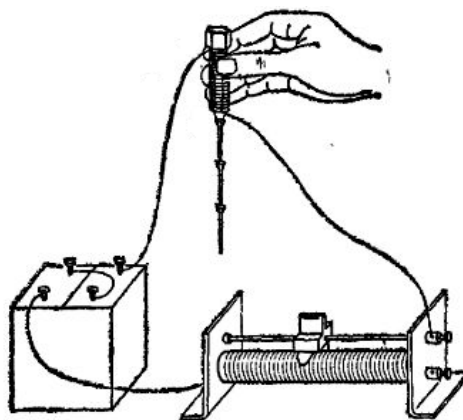
- 34** На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из трёх резисторов, источника постоянного напряжения и трёх ключей  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$ . Сопротивления резисторов:  $R_1 = 2R$ ,  $R_2 = 3R$ ,  $R_3 = R$ . Найдите отношение величины мощности, выделяющейся в цепи при замкнутых всех трёх ключах, к величине мощности, выделяющейся в цепи, если замкнут только ключ  $K_1$ . Ответ округлите до десятых долей.



Ответ: \_\_\_\_\_.

**35**

При пропускании постоянного электрического тока через провод, намотанный на железный болт, к болту притягиваются гвозди (см. рисунок), то есть болт превращается в электромагнит.



Как меняются общее сопротивление электрической цепи и подъёмная сила электромагнита при перемещении ползунка реостата влево?

Установите соответствие между физическими величинами и их возможными изменениями.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

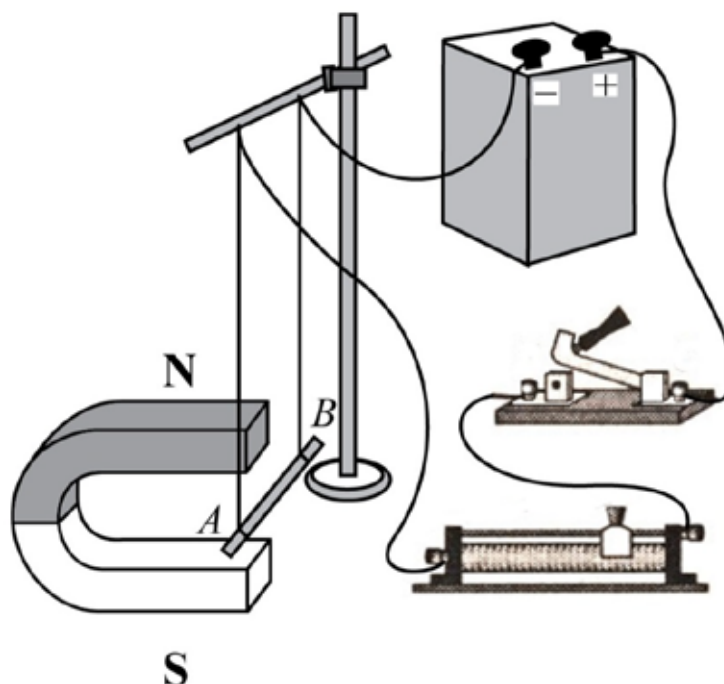
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Общее сопротивление | Подъёмная сила электромагнита |
|---------------------|-------------------------------|
|                     |                               |

36

Электрическая схема содержит источник тока, прямолинейный проводник  $AB$ , гибкие подводящие провода, ключ и реостат. Проводник  $AB$ , подвешенный при помощи гибких подводящих проводов, помещается между полюсами постоянного магнита (см. рисунок). При замыкании ключа подводящие провода, на которых висит проводник  $AB$ , отклоняются от вертикального положения. После этого ползунок реостата начинают медленно перемещать вправо. Проводник  $AB$  меняет своё положение.



Выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. Запишите в ответе их номера.

- 1) Магнитные линии поля постоянного магнита в области расположения проводника  $AB$  направлены вертикально вверх.
- 2) Электрический ток, протекающий в проводнике  $AB$ , создаёт однородное магнитное поле.
- 3) При замкнутом ключе электрический ток в проводнике имеет направление от точки  $A$  к точке  $B$ .
- 4) При замкнутом ключе проводник будет выталкиваться из области магнита вправо.
- 5) При перемещении ползунка реостата вправо сила Ампера, действующая на проводник  $AB$ , уменьшится.

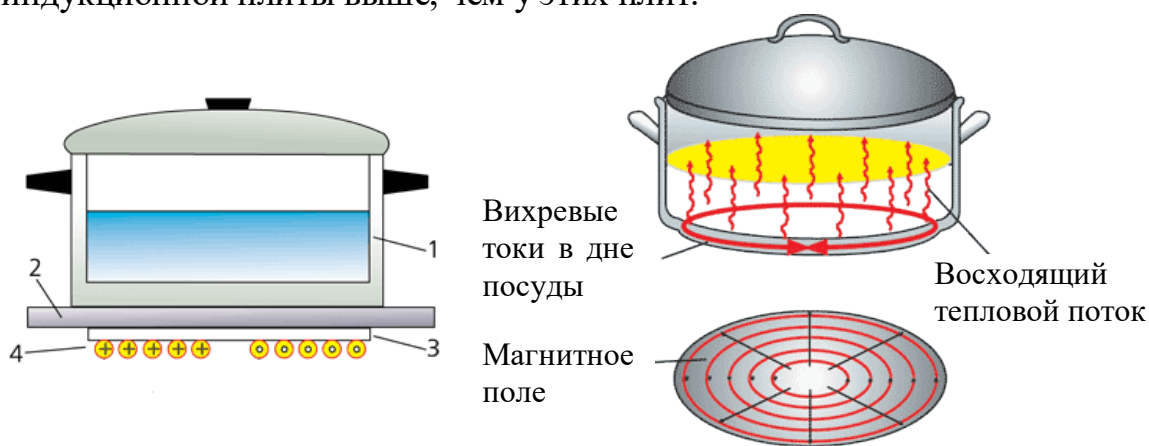
Ответ:

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

### Принцип действия индукционной плиты

В основе действия индукционной плиты лежит явление электромагнитной индукции – явление возникновения электрического тока в замкнутом проводнике при изменении магнитного потока через площадку, ограниченную контуром проводника. Индукционные токи при изменении магнитного поля возникают и в массивных образцах металла, а не только в проволочных контурах. Эти токи обычно называют вихревыми токами, или токами Фуко, по имени открывшего их французского физика. Направление и сила вихревого тока зависят от формы образца, от направления вектора магнитной индукции и скорости его изменения, от свойств материала, из которого сделан образец. В массивных проводниках вследствие малости электрического сопротивления токи могут быть очень большими и вызывать значительное нагревание.

Принцип работы индукционной плиты показан на рисунке. Под стеклокерамической поверхностью плиты находится катушка индуктивности, по которой протекает переменный электрический ток, создающий переменное магнитное поле. Частота тока составляет 20–60 кГц. В дне посуды наводятся токи индукции, которые нагревают его, а заодно и помещённые в посуду продукты. Нет никакой теплопередачи снизу вверх, от конфорки через стекло к посуде, а значит, нет и тепловых потерь. С точки зрения эффективности использования потребляемой электроэнергии индукционная плита выгодно отличается от всех других типов кухонных плит: нагрев происходит быстрее, чем на газовой или обычной электрической плите, а КПД нагрева у индукционной плиты выше, чем у этих плит.



Устройство индукционной плиты: 1 – посуда с дном из ферромагнитного материала; 2 – стеклокерамическая поверхность; 3 – слой изоляции; 4 – катушка индуктивности.

Индукционные плиты требуют применения металлической посуды, обладающей ферромагнитными свойствами (к посуде должен притягиваться магнит). Причём чем толще дно, тем быстрее происходит нагрев.

**37** Сила вихревого тока, возникающего в массивном проводнике, помещённом в переменное магнитное поле, зависит

- 1) только от формы проводника.
- 2) только от материала и формы проводника.
- 3) только от скорости изменения магнитного поля.
- 4) от скорости изменения магнитного поля, от материала и формы проводника.

Ответ:

☐

**38** Дно посуды для индукционных плит может быть выполнено из

- 1) стали                      2) алюминия                      3) меди                      4) стекла

Ответ:

☐

- 39** Одному из двух одинаковых проводящих шариков сообщили заряд  $-10$  нКл, другому – заряд  $-2$  нКл. Затем шарики соединили тонким проводником. Чему будет равен заряд каждого из шариков после соединения?

Ответ: \_\_\_\_\_ нКл.

- 40** Три резистора, сопротивления которых:  $R_1 = 8$  Ом;  $R_2 = 2$  Ом и  $R_3 = 4$  Ом, соединены параллельно и подключены к батарее, сопротивление которой пренебрежимо мало. Идеальный амперметр, подключённый последовательно с первым резистором, показывает силу тока  $I_1 = 0,5$  А. Чему равна сила тока, текущего через батарею?

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

- 41** Предмет, находящийся на расстоянии  $2F$  от собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$ , удаляют от линзы на расстояние  $3F$ . Как при этом меняются оптическая сила линзы и размер изображения предмета?

Установите соответствие между физическими величинами и их возможными изменениями.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

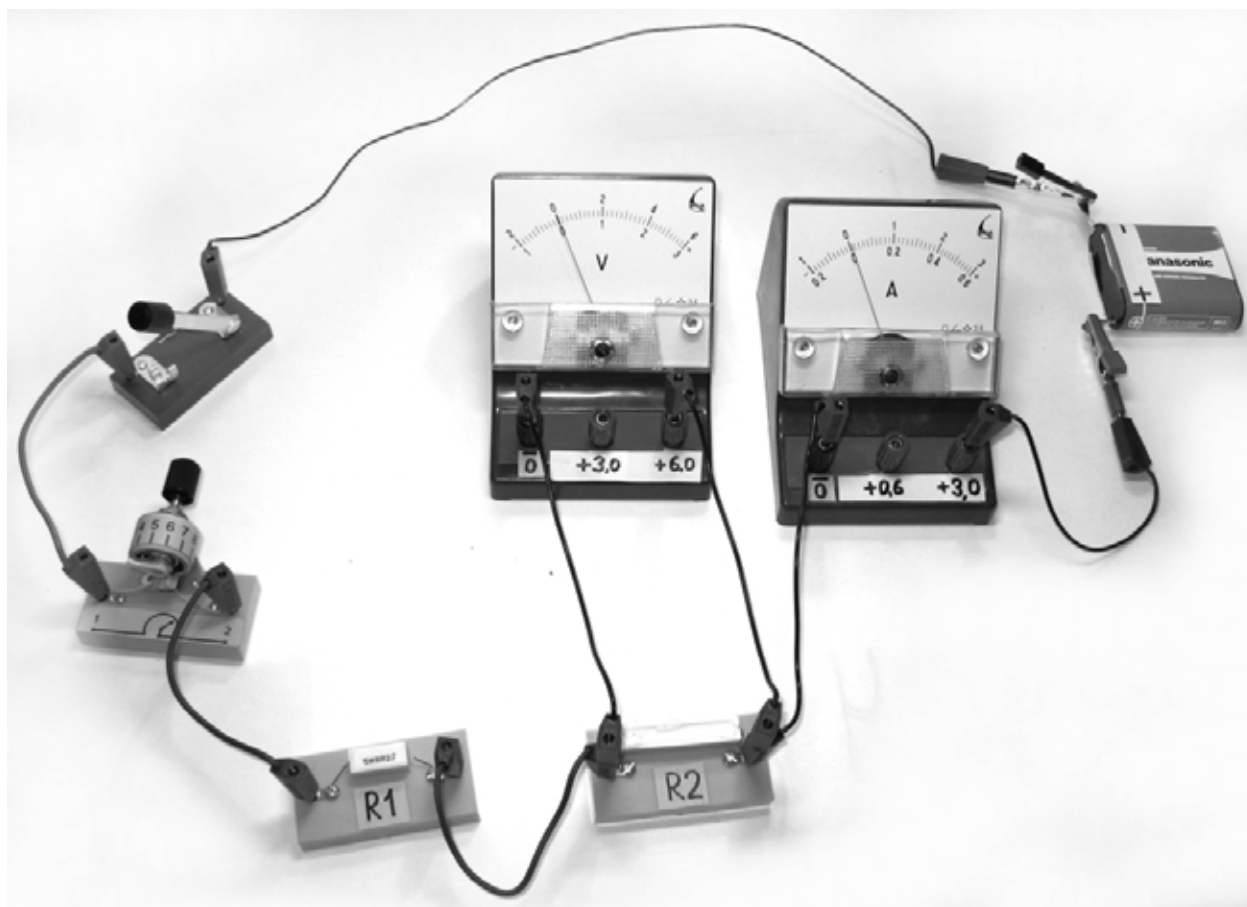
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Оптическая сила линзы | Размер изображения |
|-----------------------|--------------------|
|                       |                    |

42

Ученик собрал электрическую цепь, представленную на рисунке.



Какое утверждение верно?

- 1) Вольтметр включён в электрическую цепь с нарушением полярности подключения.
- 2) При замыкании ключа вольтметр покажет электрическое напряжение на резисторе R2.
- 3) При замыкании ключа вольтметр покажет общее электрическое напряжение на резисторах R1 и R2.
- 4) Амперметр включён в электрическую цепь с нарушением полярности подключения.

Ответ:

☐

43

Учитель провёл несколько опытов для изучения картин линий магнитного поля кругового витка с током и катушки с током, содержащей 5 витков (рис. 1, 2). Картина линий индукции магнитного поля визуализировалась при помощи железных опилок, первоначально хаотически насыпанных на гладкую прозрачную пластинку, располагавшуюся перпендикулярно плоскости витков. По проводникам пропусклся постоянный электрический ток, и в это время пластинка слегка встряхивалась для того, чтобы облегчить движение отдельных частиц опилок. В результате железные опилки располагались в виде цепочек, которые как раз и показывали форму линий магнитного поля.

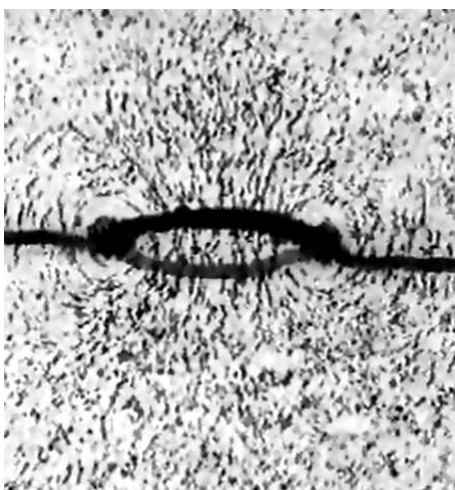


Рис. 1.

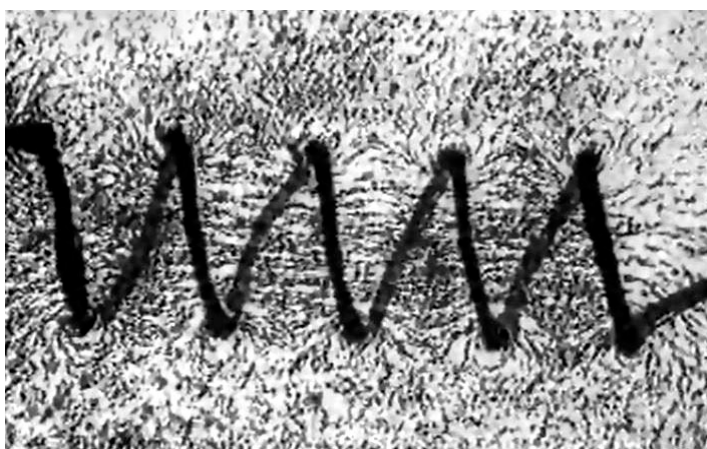


Рис. 2.

Используя рисунки, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. Запишите в ответе их номера.

- 1) Во всех точках внутри катушки, содержащей 5 витков, магнитные линии поля имеют приблизительно одно и то же направление, параллельное оси катушки.
- 2) Электрический ток, протекающий в катушке, создаёт однородное магнитное поле снаружи соленоида.
- 3) Один виток с током создаёт сильно неоднородное магнитное поле.
- 4) У витка с током магнитные полюса расположены в точках подключения к нему проводов.
- 5) При включении электрического тока железные опилки остаются на своих местах.

Ответ:

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

44

Установите соответствие между физическими величинами и единицами этих величин в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕДИНИЦА ФИЗИЧЕСКОЙ  
ВЕЛИЧИНЫ

А) работа тока

1) джоуль (Дж)

Б) мощность тока

2) ватт (Вт)

В) сила тока

3) вольт (В)

4) ампер (А)

5) ньютон (Н)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
|   |   |   |

45

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Учитель на уроке, используя палочку и два лоскутка одной и той же ткани, последовательно провёл два опыта по электризации. В первом опыте, взяв один из лоскутков ткани, учитель потёр друг о друга этот лоскуток и палочку, после чего ученики могли наблюдать взаимное притяжение между палочкой и куском ткани (рис. 1).

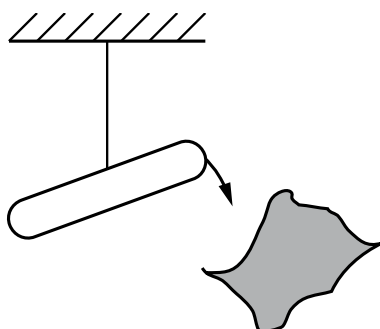


Рис.1.

Это объясняется тем, что в результате трения палочка и кусок ткани \_\_\_\_\_(А) и приобретают \_\_\_\_\_(Б) электрические заряды. А взаимодействие таких зарядов заключается в их взаимном \_\_\_\_\_(В).

Во втором опыте два лоскутка ткани по очереди потёрли о палочку. После этого лоскутки стали взаимно отталкиваться друг от друга (рис. 2).

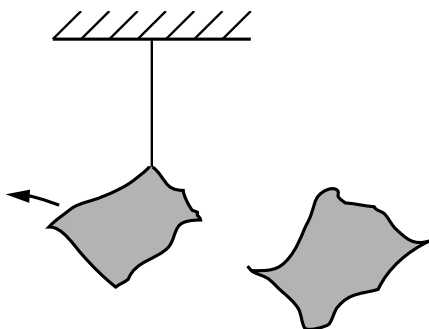


Рис.2.

Так происходит потому, что оба лоскутка ткани после трения их об одну и ту же палочку, приобрели \_\_\_\_\_ (Г) электрические заряды. Взаимодействие же подобных зарядов одного знака заключается в их взаимном отталкивании.

**Список слов и словосочетаний:**

- 1) притяжение
- 2) отталкивание
- 3) электризуются
- 4) намагничиваются
- 5) свободные электроны
- 6) противоположные по знаку
- 7) одинаковые по знаку

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
|   |   |   |   |

Ответ:

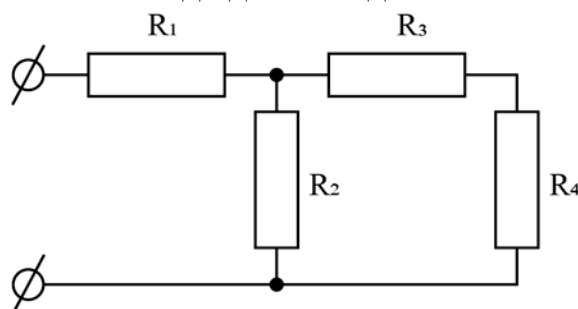
**46**

Сколько электронов было снято при трении с первоначально электронейтральной стеклянной палочки, если её заряд после электризации стал равен  $q = 8 \times 10^{-8}$  Кл?

Ответ: \_\_\_\_\_  $\times 10^{11}$ .

47

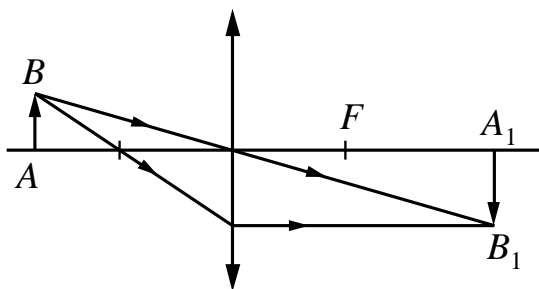
Чему равно общее сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке, если  $R_1 = 5 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 5 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 3 \text{ Ом}$ ? Ответ выразите в виде десятичного числа с точностью до десятых долей.



Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

48

С помощью собирающей линзы получено изображение  $A_1B_1$  предмета  $AB$  (см. рисунок). Как изменится оптическая сила линзы и размер изображения, если закрыть чёрной бумагой нижнюю половину линзы?



Установите соответствие между физическими величинами и их возможными изменениями.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Оптическая сила линзы | Размер изображения |
|-----------------------|--------------------|
|                       |                    |

- 49 Запишите результат измерения электрического напряжения (см. рисунок), учитывая, что погрешность измерения равна цене деления.

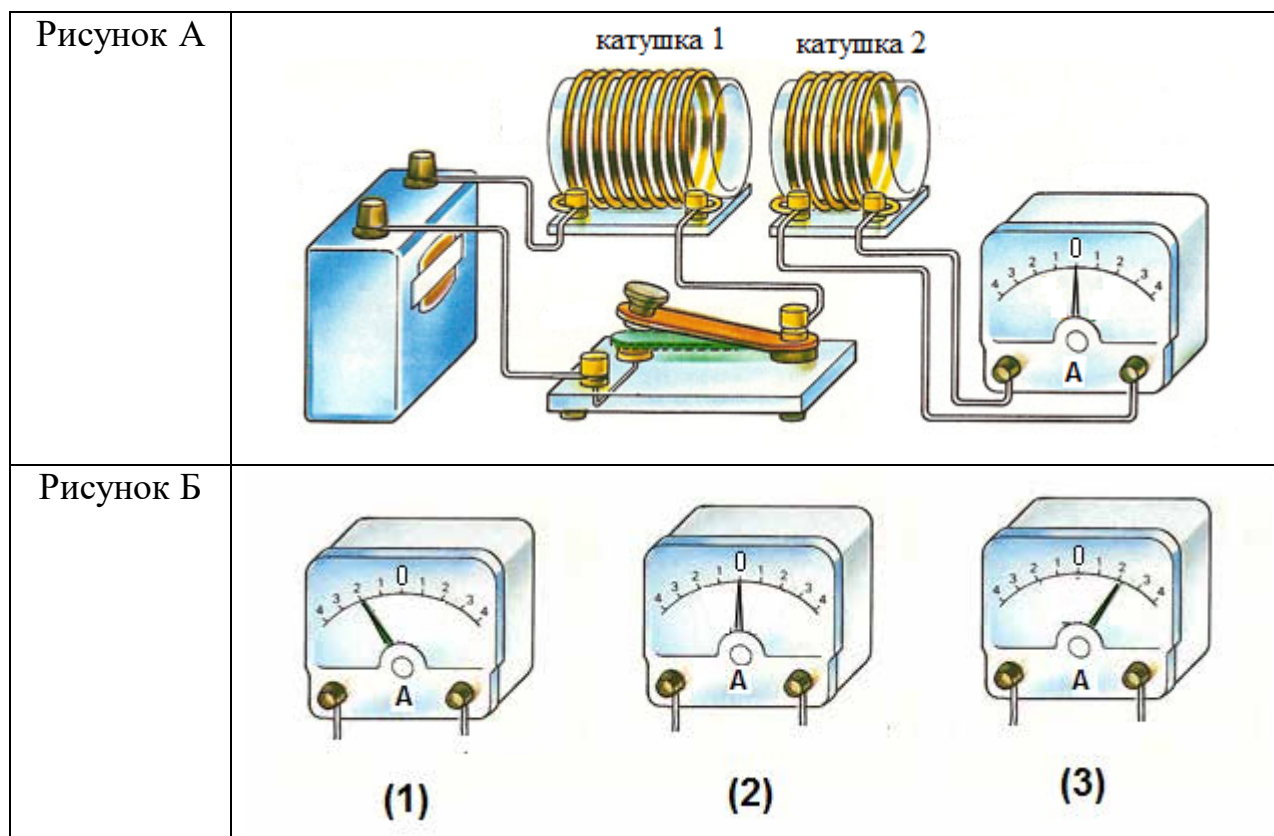


- 1)  $(1,4 \pm 0,2) \text{ В}$     2)  $(1,4 \pm 0,1) \text{ В}$     3)  $(2,8 \pm 0,1) \text{ В}$     4)  $(2,8 \pm 0,2) \text{ В}$

Ответ:

50

Используя две катушки, одна из которых подсоединена к источнику тока, а другая замкнута на амперметр, ученик изучал явление электромагнитной индукции. На рисунке А представлена схема эксперимента, а на рисунке Б – показания амперметра для момента замыкания цепи с катушкой 1 (рис.1), для установившегося постоянного тока, протекающего через катушку 1 (рис.2), и для момента размыкания цепи с катушкой 1 (рис.3).



Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. Запишите в ответе их номера.

- 1) В катушке 1 электрический ток протекает только в момент замыкания и размыкания цепи.
- 2) Направление индукционного тока зависит от скорости изменения магнитного потока, пронизывающего катушку 2.
- 3) При изменении магнитного поля, создаваемого катушкой 1, в катушке 2 возникает индукционный ток.
- 4) Направление индукционного тока в катушке 2 зависит от того, увеличивается или уменьшается электрический ток в катушке 1.
- 5) Величина индукционного тока зависит от магнитных свойств среды.

Ответ:

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

### Термоэлементы как генераторы тока

Знаменитый итальянский физик Алессандро Вольта в конце 18-го века установил, что в электрической цепи, составленной только из металлических проводников (относящихся к так называемым проводникам первого рода, в которых электрический ток не вызывает химических превращений), электрический ток не возникает. Это верно, однако, только в том случае, если все спаи, то есть места соединения проводников, находятся при одинаковой температуре.

В 1821 году немецкий физик Томас Иоганн Зеебек, проводя опыты с металлическими проводниками, заметил, что в замкнутой цепи, составленной из двух разных металлов, возникает электрический ток всякий раз, когда места контакта проводников имеют различные температуры.

Так, если взять железную проволоку и к её концам в точках *a* и *b* прикрутить по куску медной проволоки, а свободные медные концы присоединить к чувствительному гальванометру, то в полученной замкнутой цепи, тока не будет (рис. 1).

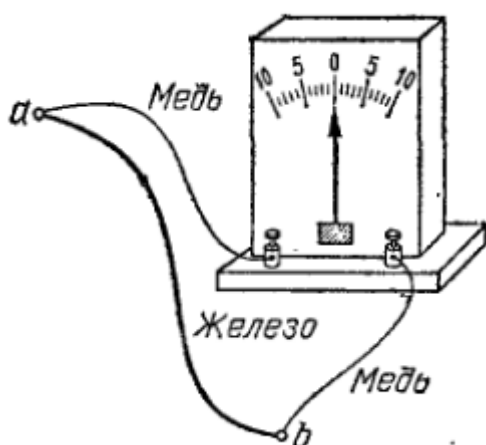


Рис. 1.

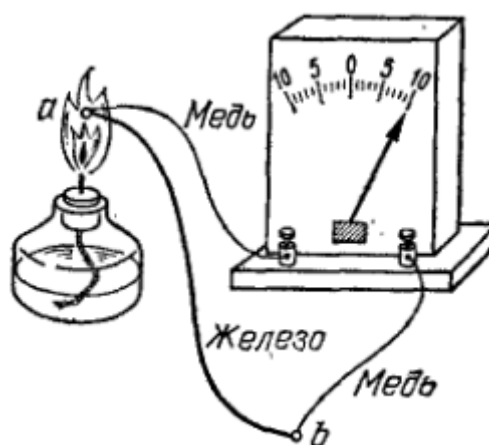


Рис.2.

Совсем иная картина будет наблюдаться, если нагреть какое-нибудь место соединения проволок (например, точку *a*), поднеся к нему горелку (рис. 2). В этом случае амперметр фиксирует в цепи электрический ток, который протекает в цепи всё то время, пока существует разность температур между точками *a* и *b*. Если переместить горелку так, чтобы нагревалась точка *b*, а точка *a* оставалась холодной, то амперметр тоже будет показывать ток, но обратного направления.

Описанное явление, открытое Зеебеком, получило название термоэлектричества, а всякую комбинацию разнородных проводников первого рода, образующих замкнутую цепь, называют термоэлементом.

Термоэлемент можно рассматривать как термоэлектрический генератор электрического тока, который, не имея движущихся частей превращает часть

тепловой энергии, нагревающей место соединения проволок  $a$ , в электрическую энергию; при этом остальная часть теплоты отдаётся в окружающую среду через контакт  $b$ . Опыт показывает, что таким способом можно получить напряжение, не превышающее нескольких милливольт. При этом коэффициент полезного действия (КПД) термоэлементов, составленных из металлических проводников, не превышает 0,5%. Всё дело в том, что из-за большой теплопроводности металлов теплота, переходящая путём теплопроводности от горячего контакта к холодному, значительно больше, чем теплота, которая превращается в электрическую энергию. Кроме того, часть электрической энергии, создаваемой термоэлементом, превращается в теплоту внутри самого же термоэлемента, и она также не может быть использована. Эти бесполезные траты большей части теплоты, передаваемой горячему контакту, настолько велики, что термоэлементы, изготовленные из металлических проволок, совершенно не пригодны как технические генераторы электроэнергии.

Однако если в качестве термоэлементов использовать специально изготовленные полупроводники в контакте с металлами, то создаваемое ими напряжение в десятки раз превышает напряжение, которое создают чисто металлические термоэлементы. Кроме того, КПД полупроводниковых термоэлементов значительно выше. Поэтому полупроводники позволяют решить вопрос о непосредственном получении электроэнергии из тепловой энергии.

**51**

Зеебек обнаружил, что

- 1) на границе соприкосновения различных проводников происходит разделение зарядов.
- 2) при протекании тока в проводниках первого рода выделяется теплота.
- 3) в замкнутой цепи, составленной из двух различных проводников, возникает электрический ток, если места контакта проводников имеют различные температуры.
- 4) нельзя получить гальванический элемент, если составить замкнутую цепь из одних только проводников первого рода (уголь и металлы).

Ответ:

**52**

КПД термоэлементов, составленных только из металлических проволок, ничтожно мал

- |   |  |
|---|--|
| 1) из-за малого напряжения, которое они могут создать   | 3) из-за того, что бóльшая часть теплоты, получаемой горячим контактом, бесполезно тратится на преодоление сил электростатического отталкивания зарядов, собирающихся в местах контакта проволок |
| 2) из-за того, что бóльшая часть теплоты, получаемой горячим контактом, бесполезно рассеивается термоэлементом в окружающую среду | 4) из-за наличия в металлах массивной кристаллической решётки  |

Ответ:

☐

- 53** Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения:  $U$  - электрическое напряжение;  $R$  - электрическое сопротивление. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛА

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

А)  $U/R$

1) сила тока

Б)  $U^2/R$

2) удельное электрическое сопротивление

3) мощность электрического тока

4) работа электрического тока

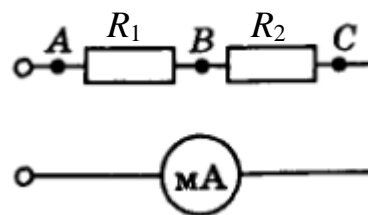
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

- 54** Два одинаковых металлических шарика, заряженных положительными зарядами  $q_1$  и  $q_2 = 2$  нКл, привели в соприкосновение. При этом заряд второго шарика увеличился в 2 раза. Чему был равен заряд первого шарика  $q_1$  до соприкосновения?

Ответ: \_\_\_\_\_ нКл.

- 55** Два резистора сопротивлением  $R_1 = 4$  кОм и  $R_2 = 6$  кОм соединены последовательно (см. рисунок). Идеальный миллиамперметр показывает силу тока в цепи  $I = 1,5$  мА. Что будет показывать вольтметр, подключённый к точкам  $B$  и  $C$ ? Вольтметр считать идеальным.



Ответ: \_\_\_\_\_ В.

**56**

К источнику постоянного напряжения подсоединены последовательно резистор сопротивлением  $R_1$  и идеальный амперметр. После того как первый резистор  $R_1$  заменили на второй сопротивлением  $R_2$ , амперметр показал в четыре раза бóльшую силу тока.

Как после замены резистора изменилось сопротивление электрической цепи и мощность тока? Сопротивление источника постоянного напряжения не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сопротивление электрической цепи | Мощность тока |
|----------------------------------|---------------|
|                                  |               |

**57**

Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе их работы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ТЕХНИЧЕСКОЕ  
УСТРОЙСТВО

ФИЗИЧЕСКАЯ  
ЗАКОНОМЕРНОСТЬ

- А) двигатель  
постоянного тока
- Б) электромотор

- 1) тепловое действие тока
- 2) взаимодействие проводника с током и постоянного магнита
- 3) взаимодействие электрических зарядов
- 4) взаимодействие постоянных магнитов

Ответ:

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

### Как возникают верхние миражи

Когда мы говорим о чём-то нереальном, неуловимом, мы используем слово «мираж». Он возникает перед наблюдателем чудесным видением, но при попытке приблизиться к нему исчезает. Миражи можно наблюдать не только в пустынях, но и в степях, и даже в более холодных широтах. Хорошо известна легенда из Средних веков о так называемом «Летучем голландце» - корабле-призраке, вызывавшем суеверный страх у матросов.

Различают несколько видов миражей. Основными являются нижние, так называемые озёрные, миражи и верхние миражи. «Озёрные» миражи возникают над сильно нагретой поверхностью, например, днём в пустыне. Верхние миражи возникают, наоборот, над сильно охлаждённой поверхностью, например, над холодной водой.

Одной из основных причин возникновения миражей является рефракция света в атмосфере, то есть искривление световых лучей при прохождении в атмосфере, вызванное оптической неоднородностью атмосферного воздуха. Учёные установили, что показатель преломления воздуха – это непостоянная величина, она зависит от ряда факторов, одним из основных является плотность воздуха. Плотность же воздуха в атмосфере изменяется как с высотой, так и в зависимости от степени локального нагрева или охлаждения. При увеличении плотности воздуха показатель преломления воздуха увеличивается.

Известно, что плотность воздуха понижается при переходе от нижних слоёв атмосферы к верхним. Кроме того, она уменьшается также при локальном нагревании и даже зависит от ветра.

Рассмотрим, например, как образуется простой верхний мираж.

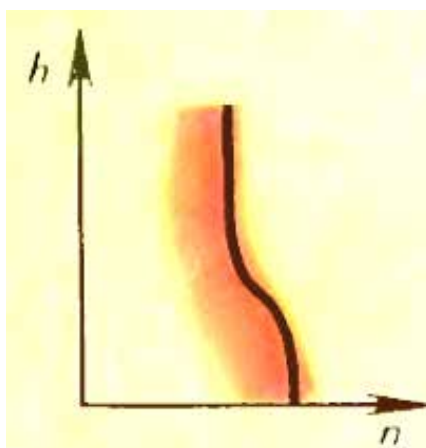


Рис. 1

На рисунке 1 показано изменение показателя преломления воздуха  $n$  с высотой  $h$  для случая, когда воздух у самой поверхности земли локально сильно охлаждён. Как видно из графика, показатель преломления воздуха  $n$  у самой поверхности земли больше, чем в более высоких воздушных слоях.

На некоторой высоте наблюдается плавный скачок, и далее с ростом высоты показатель преломления  $n$  уменьшается уже более медленно.

Световые лучи, идущие от какого-либо объекта, находящегося на такой сильно охлаждённой поверхности, будут изгибаться так, что их траектория будет обращена выпуклостью вверх (см. рисунок 2). Поэтому наблюдатель может даже видеть объекты, находящиеся за горизонтом, причём он будет видеть их вверху, как бы висящими над линией горизонта. Недаром такие миражи называют верхними.

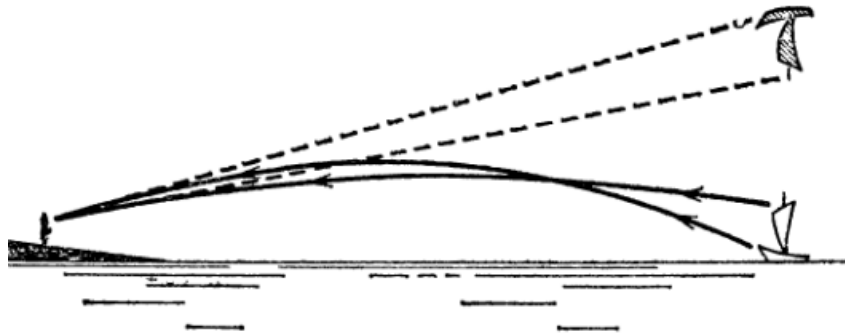


Рис. 2

Верхний мираж может давать как прямое, так и перевёрнутое изображение. Перевёрнутое изображение, как на рисунок 2, возникает, когда показатель преломления воздуха уменьшается с высотой достаточно быстро. В случае же относительно медленного уменьшения показателя преломления с высотой формируется прямое изображение.

58

Показатель преломления воздуха зависит

- 1) только от высоты
- 2) только от температуры и ветра
- 3) только от скорости изменения плотности воздуха
- 4) от высоты, температуры, наличия ветра и ещё ряда факторов

Ответ:

☐

59

Прямое изображение у верхнего миража формируется, если показатель преломления воздуха

- 1) уменьшается с высотой достаточно быстро
- 2) сначала с ростом высоты уменьшается, а потом увеличивается
- 3) относительно медленно уменьшается с высотой
- 4) не изменяется

Ответ:

☐