

И. Ю. Ненашев

Ф

ИЗИКА

9

**СБОРНИК
ЗАДАЧ**

Одобрено
Министерством образования
и науки Украины

ИЗДАТЕЛЬСТВО
РАНОК

УДК 371.388:53

ББК 22.3я72

НЗ4

Одобрено для использования
в общеобразовательных учебных заведениях
МИНИСТЕРСТВОм ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
(письмо от 30.06.2009 г. № 1.4/18-Г-235)

Рецензенты:

И. П. Колупаев, доцент Национального технического университета
«Харьковский политехнический институт», канд. физ.-мат. наук;

И. М. Гельфгат, учитель-методист, учитель физики ФМЛ № 27
г. Харькова, заслуженный учитель Украины

Ненашев И. Ю.

НЗ4 Физика. 9 класс: Сборник задач / И. Ю. Ненашев. — 2-е изд., перераб. — Харьков: Издательство «Ранок», 2010. — 144 с.

ISBN 978-966-672-875-6

Пособие соответствует действующей программе по физике для 9 класса (12-летняя школа) и содержит задачи, дифференцированные по трем уровням сложности.

Издание построено максимально удобно для учителя и учащегося; приведены ответы, комментарии, решения. Задачи для любознательных помогут учителю подготовить учащихся к олимпиадам, будут способствовать формированию у учащихся навыков самостоятельного анализа физических ситуаций.

Пособие предназначено для учащихся 9 класса общеобразовательных учебных заведений и учителей физики.

УДК 371.388:53

ББК 22.3я72

Навчальне видання
НЕНАШЕВ Ігор Юрійович
ФІЗИКА. 9 КЛАС. ЗБІРНИК ЗАДАЧ
(російською мовою)

2-ге видання, перероблене

Редактор Г. Ю. Вепрік. Технічний редактор О. В. Сміян

Код Т10229Р. Підписано до друку 11.05.2010. Формат 60х90/16. Папір офсетний. Гарнітура Шкільна. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 9. Наклад 4000 пр. Зам. № 97.

ТОВ Видавництво «Ранок». Свідоцтво ДК № 3322 від 26.11.2008.

61071 Харків, вул. Кібальчича, 27, к. 135.

Для листів: 61045 Харків, а/с 3355. Е-mail: office@ranok.kharkov.ua

Тел. (057) 719-48-65, тел./факс (057) 719-58-67.

З питань реалізації: (057) 712-91-44, 712-90-87. Е-mail: commerce@ranok.kharkov.ua

• Книга — поштою: (057) 717-74-55, (067) 546-53-73. Е-mail: pochta@ranok.kharkov.ua

www.ranok.com.ua

Віддруковано з готових позитивів у ВАТ «Харківська книжкова фабрика ім. М. В. Фрунзе»
61057, м. Харків, вул. Донець-Захаржевського, 6/8.

© И. Ю. Ненашев, 2009

© И. Ю. Ненашев, перераб., 2010

© ООО Издательство «Ранок», 2010

ISBN 978-966-672-875-6

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данный сборник содержит задачи различного типа по всем темам курса физики 9 класса общеобразовательной школы. Содержание сборника полностью соответствует программе 12-летней школы.

Задачи, предложенные в сборнике, сгруппированы по уровням сложности (первый, второй и третий), которые в целом соответствуют среднему, достаточному и высокому уровням предполагаемых учебных достижений учащихся при усвоении курса физики 9 класса.

Общее количество задач, приведенных в пособии, достаточно велико. Это позволяет использовать сборник не только для решения типовых задач на уроках и отбора домашних задач, но и для организации текущего и тематического оценивания или для самообразования.

Практически в каждом разделе сборника представлена рубрика «Задачи для любознательных». Задачи, собранные под этой рубрикой, не предназначены для контроля уровня учебных достижений учащихся, а рассчитаны на тех, кто хочет проверить глубину полученных знаний и качественно подготовиться к олимпиадам юных физиков.

Сборник имеет такую структуру, которая будет удобна и учащемуся, и учителю:

- практически в каждом разделе есть примеры решения задач;
- качественные вопросы выделены пометкой ? (эти задания не требуют записи решения, с помощью этих заданий, например, можно организовывать мотивационный фронтальный опрос в начале урока);
- выделены группы однотипных задач: первая задача из группы выделена серым фоном — ее учитель может решить в классе с учащимися, другие же — они взяты в рамку — учащиеся по аналогии могут решать самостоятельно на уроке или дома.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

1. Электрический заряд. Строение атома

Примеры решения задач

Задача 1. Нейтральный атом имеет заряд ядра $4,8 \cdot 10^{-18}$ Кл. Какому элементу соответствует этот атом? В какую частицу он превратится, если потеряет один электрон? получит один электрон?

Решение

Заряд ядра атома любого элемента кратный заряду протона, то есть $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. В ядре атома, о котором идет речь в задаче, 30 протонов (заряд ядра разделим на заряд одного протона:

$$N = \frac{q_n}{q_p} = \frac{4,8 \cdot 10^{-18} \text{ Кл}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 30$$
). Теперь в таблице Менделеева найдем элемент под номером 30. Это цинк.

Если нейтральный атом цинка потеряет один электрон, то он превратится в положительно заряженный ион; если получит один электрон, то превратится в отрицательно заряженный ион.

Ответ: в задаче речь идет об атоме цинка; в случае потери или получения электрона нейтральный атом превращается в положительно или отрицательно заряженные ионы соответственно.

Задача 2. Предварительно незаряженная капля воды «потеряла» 20 миллиардов электронов. Какой заряд она приобрела?

Дано:

$$N = 2 \cdot 10^{10}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$q = ?$$

Решение:

У незаряженной капли воды общий отрицательный заряд всех электронов компенсирует общий положительный заряд ядер атомов водорода и кислорода, из которых состоят молекулы воды.

В случае потери одного электрона положительный заряд атомного ядра уже не компенсируется отрицательным зарядом электрона, поэтому капля приобретает положительный заряд, который по модулю равняется заряду электрона. Общий заряд капли легко определить по формуле

$$q = N|e|.$$

Определим числовое значение искомой величины:

$$q = 2 \cdot 10^{10} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} = 3,2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} = 3,2 \text{ нКл}.$$

Ответ: капля приобретет положительный заряд 3,2 нКл.

1-й уровень сложности

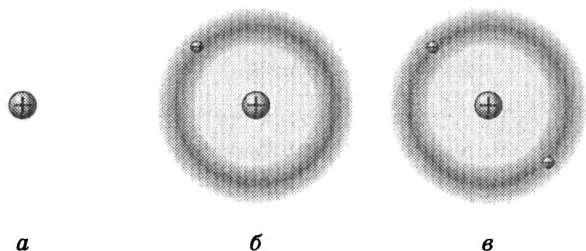
- ? 1.1.** Вспомните, где в атоме расположены электроны.
- ? 1.2.** В какой части атома находятся протоны?
- ? 1.3.** Какая часть атома несет положительный заряд?
- ? 1.4.** Где в атоме сосредоточен отрицательный заряд?
- ? 1.5.** Количество электронов в нейтральном атоме натрия составляет 11. Сколько протонов в ядре атома натрия?
- ? 1.6.** В ядре атома фтора 9 протонов. Сколько электронов сосредоточено вблизи ядра нейтрального атома фтора?
- ? 1.7.** Какие изменения происходят с атомом если он: а) теряет электрон; б) приобретает электрон?
- ? 1.8.** Нейтральный атом магния превратился в отрицательно заряженный ион. Какие изменения произошли с частицей?
- ? 1.9.** Какие изменения происходили с нейтральным атомом бериллия, если он превратился в положительно заряженный ион?
- ? 1.10.** Атом гелия потерял электрон. Отрицательно или положительно заряженный ион при этом образовался?
- ? 1.11.** Атом серы получил электрон. Отрицательно или положительно заряженный ион при этом образовался?

- ? 1.12.** Отрицательно заряженный ион железа превратился в нейтральный атом. Как изменилась масса частицы?
- ? 1.13.** Положительно заряженный ион бора превратился в нейтральный атом. Как изменилась масса частицы?
- ? 1.14.** Шарик из металлической фольги был заряжен положительно. Его разрядили, и шарик стал нейтральным. Можно ли утверждать, что заряд шарика исчез?
- ? 1.15.** Листок отрицательно заряженной металлической фольги привели в соприкосновение с другим, незаряженным, листком фольги. В результате заряд первого листка уменьшился. Можно ли утверждать, что часть заряда исчезла бесследно?
- ? 1.16.** Две монетки были заряжены одинаковыми по абсолютным значениям, но разными по знакам зарядами. После соприкосновения монетки стали нейтральными. Куда «исчез» заряд?
- ? 1.17.** Монетка, которая висит на шелковой нити, имеет определенный заряд. К ней подносят и касаются такую же незаряженную монетку. Сравните заряды монеток после соприкосновения.
- ? 1.18.** При проведении опытов по электричеству взаимодействие заряженных тел регистрируют по отклонению нитей, на которых подвешены заряженные тела. Почему в этих опытах используют шелковые нити?
- ? 1.19.** Почему электрики во время работы с оборудованием, которое может быть заряженным, одевают на руки резиновые перчатки?
- ? 1.20.** Почему правила техники безопасности требуют, чтобы рабочий, который работает с электрическими приборами, во время работы стоял на резиновом коврике?
- ? 1.21.** Для того чтобы заряженный металлический шар продолжительное время оставался заряженным, его удерживают на пластмассовую подставку. Почему?

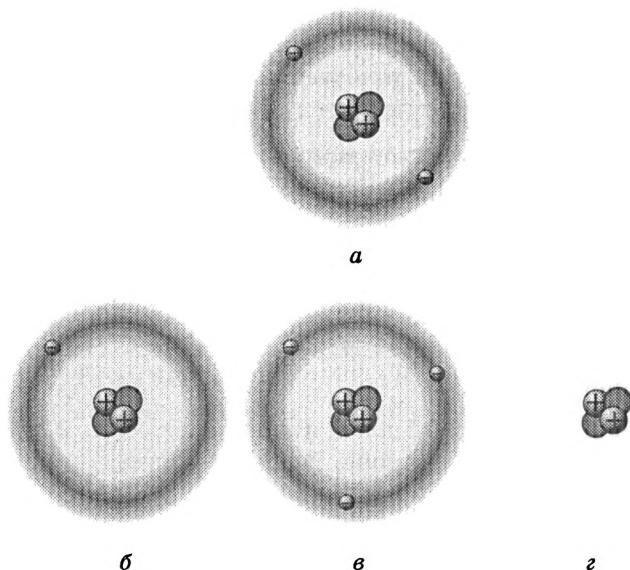
2-й уровень сложности

- ? 1.22.** Опишите строение простейшего атома — атома водорода.
- ? 1.23.** Опишите строение атома гелия.

- ? 1.24. На каком из рисунков схематично изображены: нейтральный атом водорода, положительно заряженный ион водорода, отрицательно заряженный ион водорода?



- ? 1.25. На рисунке *a* схематично изображен нейтральный атом гелия. Схематическое изображение каких частиц представлено на рисунках *б*, *в* и *г*?



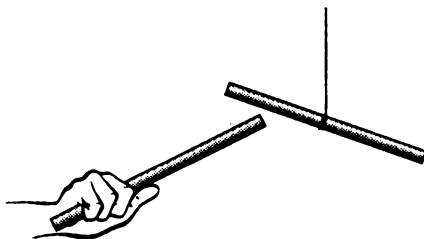
- ? 1.26. Нейтральный атом лития имеет 3 электрона. С учетом этого факта начертите схематическое изображение атома лития и его положительно заряженного иона.

- ? 1.27. Атом бериллия имеет 4 электрона. Начертите схематическое изображение нейтрально заряженного атома бериллия и его отрицательного иона.

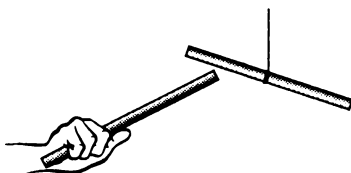
- 7 1.28. Количество электронов в нейтральном атоме хлора равно 17. Определите в зарядах электрона заряд ядра атома хлора.
- 7 1.29. В нейтральном атоме золота заряд ядра составляет $+79e$. Сколько электронов насчитывается в нейтральном атоме золота.
- 7 1.30. Атом кислорода потерял два электрона. Каким будет заряд образовавшегося иона?
- 7 1.31. Однозарядный* положительно заряженный ион серы получил два электрона. Каким будет заряд образовавшейся частицы?
- 7 1.32. Сравните количество электронов и протонов в положительно заряженном ионе?
- 7 1.33. Сравните количество электронов и протонов в отрицательно заряженном ионе?
- 7 1.34. Сравните количество электронов и протонов в нейтральном атоме?
- 7 1.35. Положительно заряженный ион кислорода потерял один электрон. Как изменился заряд иона?
- 7 1.36. Отрицательно заряженный ион лития потерял один электрон. Как изменился заряд иона?
- 7 1.37. Однозарядный отрицательно заряженный ион серы потерял два электрона. В какую частицу превратился ион?
- 7 1.38. Двухзарядный положительно заряженный ион лития получил два электрона. В какую частицу превратился ион?
- 7 1.39. Что имеет большую массу: отрицательно или положительно заряженные ионы фосфора?
- 7 1.40. Может ли отрицательно заряженный ион иметь заряд $-0,8 \cdot 10^{-19}$ Кл?
- 7 1.41. Может ли положительно заряженный ион иметь заряд $2,2 \cdot 10^{-19}$ Кл?

* Однозарядным называют ион, заряд которого по абсолютному значению равен заряду электрона.

- ? 1.42. Может ли нейтральный атом потерять заряд $1,2e$?
- ? 1.43. Может ли отрицательно заряженный ион превратиться в нейтральный атом, получив заряд $2,5e$?
- ? 1.44. Отрицательно заряженной эбонитовой палочкой прикоснулись к металлической чашке, которая стояла на сухом деревянном столе и предварительно не была заряжена. Потом чашку за изолирующую ручку перенесли в металлическую мойку. Как изменялся заряд чашки?
- ? 1.45. К подвешенному на шелковой нити металлическому шарiku сначала прикоснулись положительно заряженной стеклянной палочкой, а потом пальцем руки. Как изменялся заряд шарика?
- ? 1.46. К положительно заряженному металлическому шарiku, который висит на шелковой нити, прикоснулись положительно заряженной стеклянной палочкой. Заряд шарика увеличился. Как изменялось количество протонов и электронов в шарике?
- ? 1.47. Как можно разделить пополам заряд металлического шарика, если есть еще один такой же незаряженный?
- ? 1.48. Если расчесывать чистые волосы с помощью пластмассового гребешка, то видно, как волосы «прилипают» к гребешку. Почему это происходит?
- ? 1.49. Если из пластикового файла вытянуть лист бумаги и поднести его к файлу, то лист бумаги и файл будут заметно притягиваться. Почему?
- ? 1.50. Две резиновые палочки, которые потеряли о мех, поднесли друг к другу (см. рисунок). Как они будут себя вести? Ответ обоснуйте.



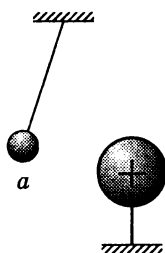
- ? 1.51. Как будут вести себя эбонитовая и стеклянная палочки, которые сначала потерли о мех и шелк соответственно и поднесли друг к другу (см. рисунок). Ответ обоснуйте.



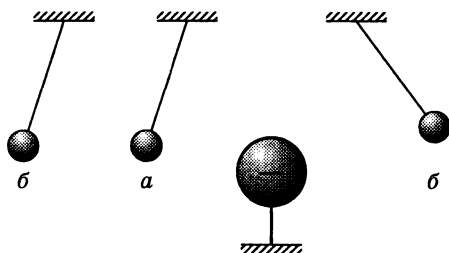
- ? 1.52. Как с помощью эбонитовой палочки и шерстяного платка определить знак заряда металлического шарика, который висит на шелковой нити?

- ? 1.53. К металлическому шарiku, который висит на шелковой нити, медленно подносят стеклянную палочку, которую предварительно потерли о шелк. Нить, на которой висит шарик, отклоняется в сторону палочки. Каков знак заряда шарика?

- ? 1.54. Определите знаки зарядов заряженных металлических шариков одинаковой массы и размера, которые подвешены на шелковых нитях одинаковой длины (см. рисунок). Сравните значения их зарядов? Ответ обоснуйте.



К задаче 1.54



К задаче 1.55

- ? 1.55. Определите знаки зарядов заряженных металлических шариков одинаковой массы и размера, которые подвешены на шелковых нитях одинаковой длины (см. рисунок). Сравните значения их зарядов. Ответ обоснуйте.

- ? 1.56. Два легких одинаковых заряженных металлических шарика подвешены на шелковых нитях в одной точке. Как изменится угол между нитями, если притронуться к одному шарiku рукой?

- ? 1.57.** Два легких одинаковых положительно заряженных металлических шарика подвешены на шелковых нитях в одной точке. Одного из шариков касаются заряженным телом на изолирующей ручке. Шарик соприкасается и снова расходится на начальное расстояние. Каким был знак заряда тела? Объясните поведение шариков.
- 1.58.** Два одинаковых незаряженных металлических шарика расположены вплотную друг к другу. Их касаются заряженной стеклянной палочкой. Один из шариков приобретает положительный заряд $3,2 \cdot 10^{-10}$ Кл. Какой заряд по знаку и значению приобретает второй шарик?
- 1.59.** Две одинаковые легкие незаряженные металлические пластинки подвешены на вертикальных шелковых нитях и касаются друг друга. Пластинкам передают заряд $9,6 \cdot 10^{-10}$ Кл. Какой заряд получает каждая пластинка? Как будут вести себя пластинки после получения заряда?
- ? 1.60.** Почему явление «прилипания» волос к гребешку не наблюдается при использовании металлического гребешка?
- ? 1.61.** Для того чтобы наэлектризовать латунный стержень, его нужно держать в резиновых перчатках. Почему?
- ? 1.62.** Какими свойствами, объясняющими проводимость металлов, обладает значительная часть электронов в металлических телах?
- ? 1.63.** Как известно, металлы — это кристаллические тела. Какие частицы в металлах находятся в узлах кристаллической решетки?
- ? 1.64.** В магазинах бытовой химии можно приобрести средство, при распылении которого воздух становится проводником электричества. Почему после применения в лаборатории этого средства опыты по электричеству невозможно будет проводить?

3-й уровень сложности

- ? 1.65.** Каков общий заряд частицы, в состав которой входят 1 электрон, 1 протон и 1 нейтрон?
- ? 1.66.** Определите в зарядах электрона заряд частицы, в состав которой входят 1 электрон, 2 протона и 2 нейтрона.
- ? 1.67.** Определите в зарядах электрона заряд частицы, в состав которой входят 8 электронов, 7 протонов и 6 нейтронов.

- ?** 1.68. Предложите опыты, с помощью которых можно установить, заряжено тело или нет.
- ?** 1.69. Какие экспериментальные факты свидетельствуют о том, что существуют заряды двух знаков?
- ?** 1.70. Вода вытекает тонкой струей из положительно заряженного металлического сосуда. Каков знак заряда капля воды в струе? Как влияет это на поведение капель во время падения?
- ?** 1.71. Известно, что во время падения в стакан с водой капли воды разбрызгиваются. Изменится ли степень разбрызгивания, если капли воды будут падать из отрицательно заряженного сосуда? Как изменится ответ, если сосуд, из которого вытекает вода, будет заряжен положительно?
- ?** 1.72. При покраске деталей сложной формы довольно часто используют способ нанесения краски путем распыления ее капелек. Почему, если зарядить детали зарядом одного знака, а источника краски — зарядом другого знака, то это существенно уменьшает потери краски?
- 1.73.** Два одинаковых незаряженных металлических шарика расположены вплотную друг к другу. Их касаются заряженной стеклянной палочкой. Один из шариков теряет $1,5 \cdot 10^{12}$ электронов. Какой заряд по знаку и значению приобретает второй шарик?
- 1.74.** Две легкие одинаковые незаряженные металлические пластинки подвешены на вертикальных шелковых нитях и касаются друг друга. Пластинкам передают $9,6 \cdot 10^{12}$ дополнительных электронов. Какой заряд по знаку и значению приобретает каждая пластинка? Как будут вести себя пластинки после получения заряда?
- ?** 1.75. Предложите опыты, которые бы дали возможность отличить проводник от диэлектрика.

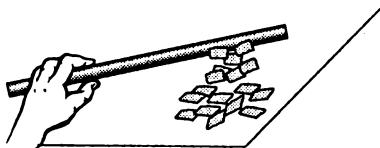
Задачи для любознательных

- ?** 1.76. Металлический шарик падает на стальную плиту. Сравните высоту подскакивания шарика после удара в случаях: а) шарик и плита незаряжены, б) шарик заряжен, плита незаряжена. Влияет ли на ответ знак заряда?

2. Электрическое поле. Электризация тел. Электроскоп. Измерение заряда электрона

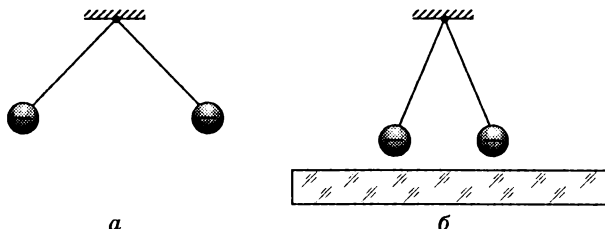
Примеры решения задач

Задача 1. Почему незаряженные клочки бумаги и ворсинки легко притягиваются к наэлектризованной стеклянной палочке (см. рисунок)?



Решение

Когда к незаряженным клочкам бумаги и ворсинкам подносят наэлектризованную стеклянную палочку, то вследствие действия электрического поля на связанные электроны атомов, из которых состоит бумага (или ворсинки), изменяется форма электронного облака — оно становится вытянутым. В результате на той части клочка бумаги, которая ближе к палочке, появляется заряд, противоположный заряду палочки, и палочка его притягивает, а на удаленной появляется заряд такого же знака, что и заряд палочки, и палочка его отталкивает. Сила притяжения больше, чем сила отталкивания, за счет разности в расстояниях между палочкой и по-разному наэлектризованными частями клочка бумаги, поэтому бумага притягивается к палочке.



Задача 2. Два отрицательно заряженных шарика подвешены на шелковых нитях (см. рисунок *a*). К ним снизу подносят заряженный лист оргстекла, вследствие чего угол между нитями заметно уменьшается (см. рисунок *б*). Укажите знак заряда оргстекла? Ответ обоснуйте.

Решение

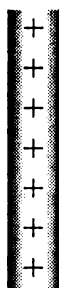
Шарики отталкиваются потому, что несут заряды одного знака. Поднося снизу к шарикам заряженный лист оргстекла, мы видим, что угол между нитями, на которых подвешены шарики, уменьшился. Это свидетельствует о том, что отталкивание шариков друг от друга частично компенсируется притяжением их к оргстеклу. То есть знак заряда листа оргстекла противоположен знаку заряда шариков. Лист оргстекла заряжен положительно.

1-й уровень сложности

- ?** 2.1. Натертый графитом маленький воздушный шарик, который висит на шелковой нити, поднесли к заряженной пластинке (см. рисунок). Имеет ли шарик заряд? Если имеет, то какой знак этого заряда?

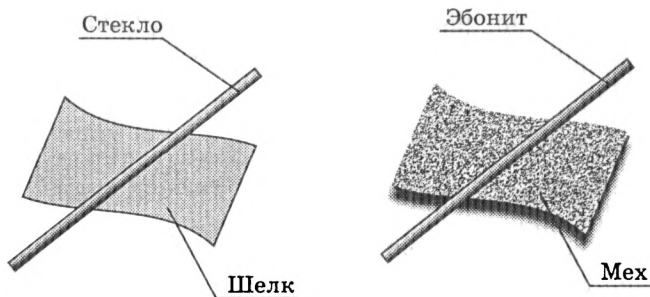


К задаче 2.1



К задаче 2.2

- ?** 2.2. Натертый графитом маленький воздушный шарик, который висит на шелковой нити, зарядили положительно и поднесли к заряженной пластинке (см. рисунок). Укажите знак заряда пластинки.
- ?** 2.3. Если заряженное тело соединить с землей, оно теряет заряд. Как называется такой метод, позволяющий разрядить тело?
- ?** 2.4. Если потереть тела из разного материала друг об друга, то они приобретают электрический заряд. Как называется такой способ получения электричества?
- ?** 2.5. В случае электризации путем трения стеклянной палочки о шелк палочка приобретает положительный заряд. Приобретает ли заряд шелк? Если приобретает, то какой по модулю и знаку?

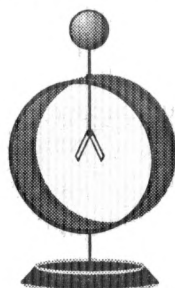


К задаче 2.4

- ? **2.6.** Всегда ли во время электризации трением электризуются оба тела. Сравните заряды, которые приобретают при этом тела.
- ? **2.7.** Если поднести (не касаясь) наэлектризованную эбонитовую палочку к металлическому предмету, то на его поверхности появятся заряды обоих знаков. С каким способом электризации мы сталкиваемся в этом случае?
- ? **2.8.** Если поднести (не касаясь) к металлическому шару положительно заряженное тело, наблюдается электризация шара. Сравните по модулю и знаку заряды, которые приобретают сторона шара, обращенная к заряженному телу, и противоположная сторона шара.
- ? **2.9.** Какие изменения произошли с исследователем и металлическим шаром на изолирующей подставке (см. рисунок)?
- ? **2.10.** Из металла или пластика нужно изготовить шар и стержень электроскопа (см. рисунок)? корпус электроскопа?



К задаче 2.9



К задаче 2.10

- ? 2.11. Как изменяется угол отклонения листков фольги электроскопа, когда его заряжают?
- ? 2.12. Почему с течением времени угол отклонения листков фольги заряженного электроскопа уменьшается?

2-й уровень сложности

- ? 2.13. Предложите опыты, с помощью которых можно доказать наличие электрического поля.
- ? 2.14. Во время работы телевизоров или мониторов с кинескопами их экраны довольно быстро покрываются слоем пыли. Почему пыль притягивается к экранам?
- ? 2.15. На производстве для улавливания пыли или уменьшения выбросов воздух очищают с помощью электрофильтров. В этих фильтрах воздух проходит мимо противоположно заряженных металлических стержней. Почему пыль притягивается к этим стержням?
- ? 2.16. В опытах по определению заряда электрона отрицательно заряженная пылинка «висит» в пространстве между двумя горизонтальными заряженными пластинами. Какой знак заряда имеет верхняя пластина?
- ? 2.17. В опыте по определению заряда электрона отрицательный заряд пылинки уменьшился. К какой пластине начнет двигаться пылинка: к положительно заряженной или к отрицательно заряженной? вверх или вниз?
- 2.18. С какой силой электрическое поле между двумя горизонтальными заряженными пластинами в опыте по определению заряда электрона действует на заряженную пылинку массой 0,2 мг?
- 2.19. Электрическое поле между пластинами установки по определению заряда электрона действует на заряженную пылинку вверх с силой 4 мкН? Какова масса пылинки, если она «висит» неподвижно благодаря действию поля?
- ? 2.20. Во время натирания стеклянной палочки о салфетку из шелковой ткани палочка приобретает положительный заряд. Какие изменения наблюдаются с некоторыми атомами, которые расположены на поверхности палочки?

2.21. Известно, что если потереть резиновой палочкой о шерстяную тряпку, то палочка приобретет отрицательный заряд. Во что превращаются некоторые нейтральные атомы на поверхности резиновой палочки?

2.22. Электризуются ли стеклянные палочки в случае натирания их друг об друга?

2.23. Для чего при электризации тела, например эбонитовую палочку и шерстяную тряпку, трут друг об друга?

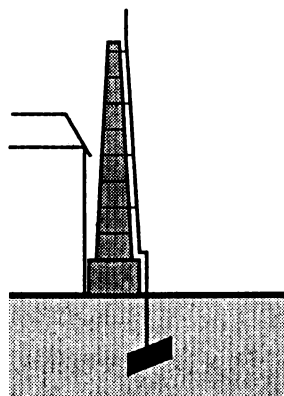
2.24. Если маленькая заряженная пылинка касается незаряженного металлического листа, то она практически полностью теряет весь заряд. Почему?

2.25. При заземлении заряженное тело теряет заряд. Почему?

2.26. При заземлении положительно заряженное тело приобретает или теряет электроны?

2.27. На крышах высоких домов, на промышленных трубах для защиты от ударов молнии устанавливают молниеотводы. Почему нижний конец молниеотвода нужно закапывать на несколько метров?

2.28. Для чего металлические корпуса электроприборов заземляют, то есть соединяют с проводом, который неизолированным концом закапывают на несколько метров?

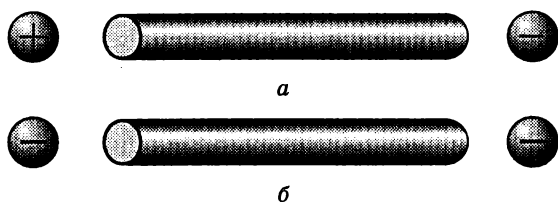


2.29. Заряженное тело поднесли к металлическому стержню (см. рисунок). Изобразите схематично, как распределились на поверхности стержня заряды, которые появились вследствие электризации влиянием. Рассмотрите отдельно варианты положительного и отрицательного знака заряда тела, которое поднесли к стержню.

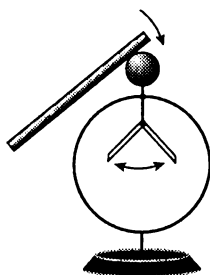


2.30. Заряженные тела поднесли к металлическим стержням (см. рисунок). Изобразите схематично, как распределились

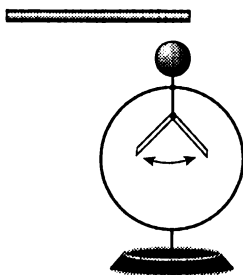
на поверхности стержней заряды, которые появились вследствие электризации влиянием, в случаях *а*, *б*?



- ?** 2.31. Почему листочки фольги электроскопа отклоняются, если электроскоп заряжают (см. рисунок)?



К задаче 2.31

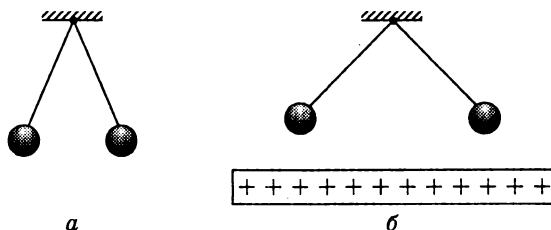


К задачам 2.33, 2.34

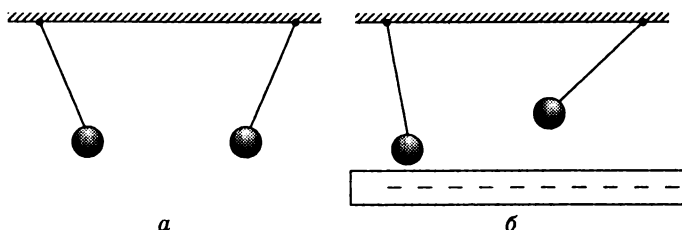
- ?** 2.32. Почему отклонение листочков фольги заряженного электроскопа не зависит от знака заряда?
- ?** 2.33. Почему, поднося к незаряженному электроскопу заряженное тело, еще до касания палочкой шара электроскопа можно заметить, что листки фольги отклоняются (см. рисунок)?
- ?** 2.34. Каков знак заряда палочки, которую поднесли к шару электроскопа, не касаясь его, если угол отклонения листков фольги увеличился (см. рисунок)? Электроскоп был заряжен отрицательно.
- ?** 2.35. У вас есть стеклянная палочка, шелковая тряпочка и заряженный электроскоп. Предложите способ определения знака заряда электроскопа, не изменяя его заряда.
- ?** 2.36. Как зарядить электроскоп с помощью заряженной отрицательно эбонитовой палочки, не касаясь палочкой электроскопа? Трогать шар электроскопа руками можно. Заряд какого знака получит электроскоп?

3-й уровень сложности

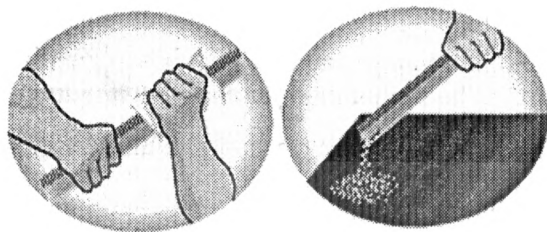
- 2.37. Докажите, что заряды на проводящих телах располагаются на поверхности.
- 2.38. Может ли быть внутри заряженного сплошного металлического тела электрическое поле? Ответ обоснуйте.
- 2.39. Полый металлический шарик зарядили отрицательным зарядом. Где расположатся заряды? Изобразите на рисунке распределение зарядов в теле?
- 2.40. Плоский медный лист зарядили положительным зарядом? Изобразите на рисунке распределение зарядов в листе. Как изменится распределение зарядов, если лист свернуть в цилиндр?
- 2.41. Два заряженных шарика подвешены на шелковых нитях (см. рисунок а). К ним снизу подносят положительно заряженный лист оргстекла, и угол между нитями увеличивается (см. рисунок б). Каков знак зарядов шариков? Ответ обоснуйте.



- 2.42. Два заряженных шарика подвешены на шелковых нитях (см. рисунок а). К ним снизу подносят отрицательно заряженную эбонитовую пластинку, и угол между нитями и вертикалью изменяется (см. рисунок б). Каковы знаки зарядов шариков? Ответ обоснуйте.

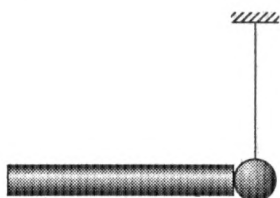


- 2.43.** Натертый графитом маленький воздушный шарик кладут между горизонтальными металлическими пластинками, которые имеют заряды противоположных знаков. Шарик после соприкосновения с нижней пластинкой подскакивает и сталкивается с верхней пластинкой. После касания верхней пластинки шарик снова начинает двигаться к нижней пластике. Потом движение шарика повторяется. Объясните поведение шарика.
- 2.44.** Существует ли способ зарядить хотя бы часть тела положительно или отрицательно, не касаясь этого тела другим заряженным телом? Ответ обоснуйте.
- 2.45.** Металлическую консервную банку поместили в электрическое поле. Существует ли поле внутри банки? Ответ обоснуйте.
- 2.46.** Поднося к незаряженным кусочкам бумаги заряженную эбонитовую палочку можно увидеть, что кусочки притягиваются к палочке. Почему незаряженные кусочки бумаги притягиваются к заряженной палочке? Ответ обоснуйте.

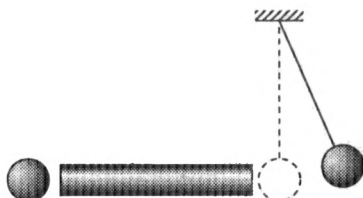


- 2.47.** Легкий пенопластовый шарик притягивается к заряженной положительно стеклянной палочке. Обязательно ли шарик заряжен отрицательно? Ответ обоснуйте.
- 2.48.** Легкий металлический шарик висит на шелковой нити. Его слегка касается одним концом горизонтальный металлический стержень (см. рисунок). Будет ли что-нибудь происходить с шариком, если к левому концу стержня поднести заряженное тело? Зависит ли ответ от знака заряда тела? длины стержня? Ответ обоснуйте.
- 2.49.** Легкий отрицательно заряженный металлический шарик висит на шелковой нити. К нему подносят

заряженный металлический стержень, от которого шарик отталкивается (см. рисунок). Положительно или отрицательно заряженное тело нужно поднести к другому концу стержня для того, чтобы нить заняла вертикальное положение? Ответ обоснуйте.

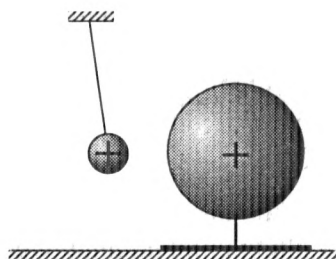


К задаче 2.48



К задаче 2.49

- ? 2.50. Может ли наблюдаться взаимодействие, изображенное на рисунке?



- ? 2.51. Как изменится сила притяжения двух разноименно заряженных тел, если между ними разместить незаряженный металлический стержень (см. рисунок)?

- ? 2.52. Как изменится сила отталкивания двух одноименно заряженных тел, если между ними разместить незаряженный металлический стержень (см. рисунок)?



К задаче 2.51



К задаче 2.52

- ? 2.53. Чтобы стрелка электроскопа заметно отклонялась, нужно несколько раз провести заряженной палочкой (эбонитовой или стеклянной) по шару электроскопа. Почему?

- ? 2.54. Почему шар электроскопа делают полым и с отверстием?

- ?** 2.55. Какую часть своего заряда передаст электроскопу небольшое металлическое заряженное тело, если им коснуться внутренней поверхности шара электроскопа? Ответ обоснуйте.
- ?** 2.56. В каком помещении электроскоп будет дольше сохранять свой заряд: в сухом или влажном? Ответ обоснуйте.
- ?** 2.57. Почему в помещении, где работает много людей, электроскоп быстро разряжается?
- ?** 2.58. Заряженный электроскоп быстро разряжается, если возле него есть источник открытого огня. Почему наличие огня приводит к разрядке электроскопа?

Задачи для любознательных

- ?** 2.59. Известно, что внутри незаряженных или заряженных металлических предметов нет электрического поля. Означает ли это, что если заряженное тело поместить внутрь незаряженного полого металлического тела (например, внутрь металлической консервной банки), электрическое поле вне металлического тела будет отсутствовать?
- ?** 2.60. Как с помощью заряженной эбонитовой палочки передать двум металлическим шарикам заряды разного знака, причем так, чтобы заряд самой палочки при этом не изменился?
- ?** 2.61. К шару школьного электрометра дотронулись рукой. После этого стрелка электрометра отклонилась. Почему?
- ?** 2.62. Как будет вести себя стрелка электрометра, если касаться заряженной эбонитовой палочкой не шарика, а металлической части корпуса электрометра? Ответ обоснуйте.
- ?** 2.63. Учитель подносит руку (не касаясь) к шарiku электрометра, и стрелка начинает отклоняться. Что предварительно нужно сделать, чтобы это наблюдалось?
- ?** 2.64. Как передать электроскопу заряд, который в несколько раз больше, чем заряд наэлектризованной стеклянной палочки? У вас, кроме заряженной палочки и электроскопа, есть небольшой металлический шарик на изолирующей ручке.

3. Закон Кулона

Примеры решения задач

Задача 1. На каком расстоянии два точечных заряда* 40 и -20 нКл притягиваются друг к другу с силой 2 мН?

Дано:

$$q_1 = 40 \text{ нКл} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$q_2 = -20 \text{ нКл} =$$

$$= -2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$F = 2 \text{ мН} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

$$R = ?$$

Решение:

Согласно закону Кулона сила взаимодействия двух точечных зарядов

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{R^2}.$$

Получим из этого выражения расстояние между зарядами:

$$R^2 = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{F} \Rightarrow R = \sqrt{k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{F}}.$$

Проверим единицы измерения:

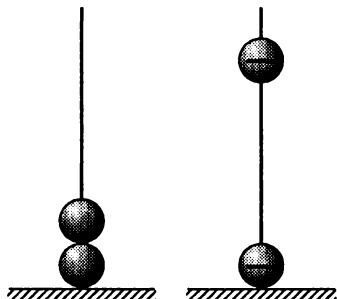
$$[R] = \sqrt{\text{Н} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{\text{Кл} \cdot \text{Кл}}{\text{Н}}} = \sqrt{\text{м}^2} = \text{м}.$$

Определим числовое значение искомой величины:

$$R = \sqrt{9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 10^{-8}}{2 \cdot 10^{-3}}} = \sqrt{36 \cdot 10^{-4}} = 6 \cdot 10^{-2} (\text{м}) = 6 (\text{см}).$$

Ответ: расстояние между зарядами должно быть 6 см.

Задача 2. На вертикальную диэлектрическую спицу нанизывают два одинаковых проводящих шарика (см. рисунок). Шарик может без трения скользить по спице. Какой общий отрицательный заряд нужно передать шарикам, чтобы верхний шарик занял на высоте 5 см. Масса каждого шарика 81 мг.



* Далее термин «точечный заряд» будет заменен на термин «заряд».

Дано:

$$h = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$m = 81 \text{ мг} = 8,1 \cdot 10^{-5} \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

$$q - ?$$

Решение:

После того как шарикам был передан заряд, верхний шарик поднялся на такую высоту, чтобы сила тяжести, которая на него действует, компенсировалась силой кулоновского отталкивания:

$$mg = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{h^2}.$$

Воспользуемся делимостью заряда: заряд каждого шарика по модулю в два раза меньше общего, поскольку шарики одинаковые:

$$|q_1| = |q_2| = \frac{|q|}{2}.$$

Подставим это в условие равновесия верхнего шарика и учтем то, что заряд шариков по условию отрицательный:

$$mg = k \frac{q^2}{4h^2} \Rightarrow q = -2h \sqrt{\frac{mg}{k}}.$$

Проверим единицы искомой величины:

$$[q] = \text{м} \cdot \sqrt{\frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{Кл}^2}}{\frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}}} = \text{м} \cdot \sqrt{\frac{\text{Кл}^2}{\text{м}^2}} = \text{Кл}.$$

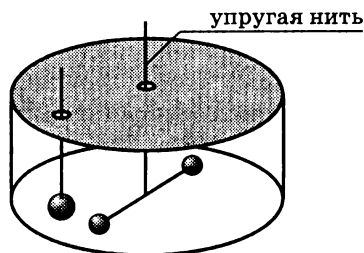
Определим числовое значение искомой величины:

$$\begin{aligned} q &= -2 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{\frac{8,1 \cdot 10^{-5} \cdot 10}{9 \cdot 10^9}} = -10^{-1} \cdot \sqrt{9 \cdot 10^{-14}} = \\ &= -3 \cdot 10^{-8} (\text{Кл}) = -30 (\text{нКл}). \end{aligned}$$

Ответ: шарикам был передан общий заряд -30 нКл .

1-й уровень сложности

3.1. Для чего в крутильных весах, которые использовал Ш. Кулон в своих опытах (см. рисунок), предназначена упругая нить?



- 3.2.** Что измерял Ш. Кулон с помощью крутильных весов в опытах по взаимодействию заряженных шариков?
- 3.3.** Как изменится сила взаимодействия двух зарядов, если расстояние между ними уменьшить в 3 раза?
- 3.4.** Расстояние между двумя зарядами увеличили вдвое. Как изменилась сила взаимодействия между зарядами?
- 3.5.** Два положительных заряда 1 и 2 нКл находятся на расстоянии 2 см друг от друга. С какой силой они отталкиваются друг от друга?
- 3.6.** Два заряда -2 и $+4$ нКл находятся на расстоянии 4 см друг от друга. С какой силой они притягиваются друг к другу?

2-й уровень сложности

- 3.7.** Два одинаковых заряда находятся на определенном расстоянии. Как изменится сила их взаимодействия, если значение каждого из зарядов увеличить вдвое?
- 3.8.** Как изменится сила взаимодействия двух одинаковых зарядов, если значение одного из зарядов вдвое увеличить, а второго — вдвое уменьшить?
- 3.9.** Два положительных заряда q_1 и q_2 находятся на определенном расстоянии. Между ними размещают маленький отрицательно заряженный металлический шарик (см. рисунок). Как изменится сила, которая действует на каждый из зарядов q_1 и q_2 ?



- 3.10.** Между двумя зарядами противоположных знаков q_1 и q_2 размещают положительно заряженный металлический шарик (см. рисунок). Как изменится сила, которая действует на каждый из зарядов q_1 и q_2 ?



3.11. Два одинаковых заряда находятся на расстоянии 5 см друг от друга и отталкиваются с силой 81 мН. Каково значение зарядов?

3.12. Расстояние между двумя одинаковыми зарядами равно 4 см, они отталкиваются с силой 25 мкН. Определите значения зарядов.

3-й уровень сложности

3.13. Два маленьких металлических шарика с зарядами q и $-q$ находятся на некотором расстоянии. Как изменится сила их взаимодействия, если каждому шарiku передать заряд $2q$?

3.14. Два маленьких металлических шарика имеют заряды $2q$ и $-q$ и находятся на некотором расстоянии. Как изменится сила их взаимодействия, если каждому шарiku передать заряд $-3q$?

3.15. Как изменится кулоновская сила взаимодействия двух одинаковых металлических шариков, которые имеют заряды q и $-4q$, если коснуться ими друг друга и развести на первоначальное расстояние?

3.16. Два маленьких металлических шарика находятся на расстоянии 1 см. Какой будет сила взаимодействия между ними, если пять миллиардов электронов с одного шарика перенести на другой?

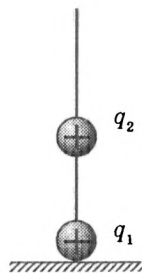
3.17. С одного маленького металлического шарика на другой перенесли определенное количество электронов. Шарик начал притягиваться с силой 16 мН. Сколько электронов было перенесено, если расстояние между шариками составляет 10 см?

3.18. На вертикальную диэлектрическую спицу нанизывают два одинаково заряженных шарика (см. рисунок). Шарик могут без трения скользить по спице. На какой высоте над нижним шариком расположится верхний, если заряд каждого шарика составляет 10 нКл, а масса 36 мг?

3.19. На вертикальную диэлектрическую спицу нанизывают два положительно заряженных шарика (см. рисунок). Шарик могут без трения скользить по спице. Заряды шариков $q_1 = 2$ нКл и $q_2 = 4$ нКл. Верхний шарик удерживается на высоте 2 см над нижним. Какова масса верхнего шарика?



К задаче 3.18



К задаче 3.19



К задаче 3.20

- 3.20.** На шелковой нити висят два положительно заряженных шарика массами 40 мг каждый (см. рисунок). Заряды шариков 10 нКл, расстояние между ними 5 см. Чему равна сила натяжения нити между шариками? Как изменится ответ в случае, если заряд одного из шариков изменить на противоположный?

Задачи для любознательных

- 3.21.** На расстоянии 9 см друг от друга расположены положительные заряды 8 и 2 нКл. Где нужно расположить третий заряд, чтобы компенсировать отталкивание этих положительных зарядов?
- 3.22.** Положительный заряд 9 нКл и отрицательный заряд -1 нКл расположены на расстоянии 8 см. Какой третий заряд нужно прибавить к этой системе, чтобы притяжение между зарядами «исчезло»?
- 3.23.** Двум металлическим шарикам передают общий заряд q и разводят их на определенное расстояние. Докажите, что сила взаимодействия этих шариков будет наибольшей в случае, если шарики получили равные заряды.
- 3.24.** Двум одинаковым металлическим шарикам передали определенные заряды и разместили их на расстоянии 3 см друг от друга. Оказалось, что на этом расстоянии шарики притягиваются друг к другу с силой 90 мкН. Потом шариками коснулись друг друга и развели их на то же расстояние. Теперь шарики начали отталкиваться с силой 40 мкН. Какие заряды были переданы шарикам в начале опыта?

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

4. Электрический ток. Источники тока

Примеры решения задач

Задача 1. Почему заряженный электроскоп довольно долго сохраняет заряд в помещении с чистым воздухом и быстро разряжается в помещениях, где в воздухе есть пыль или дым?

Решение

Разряд электроскопа — это процесс протекания тока через воздух, который окружает электроскоп. В чистом воздухе нет свободных носителей зарядов, и потому электроскоп не разряжается. В помещении с загрязненным воздухом частички пыли или дыма притягиваются к шару электроскопа, приобретают, прикасаясь к нему, заряд того же знака и за счет кулоновского отталкивания уносят этот заряд с поверхности шара. Электроскоп разряжается.

Задача 2. Можно ли изготовить источник тока из эбонитовой палочки и шерстяной варежки?

Решение

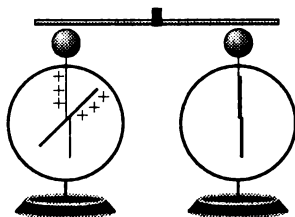
Главная задача любого источника тока — разделять положительные и отрицательные заряды. Именно это наблюдается, если эбонитовую палочку натирают об шерсть. Поэтому в принципе ничто не мешает создать источник тока из эбонитовой палочки и шерстяной варежки, но такой источник может обеспечить только кратковременные электрические разряды с очень малой силой тока. Такой источник тока не будет иметь какой-либо практической ценности.

1-й уровень сложности

4.1. Как ведут себя свободные заряды в проводнике, через который не идет электрический ток?

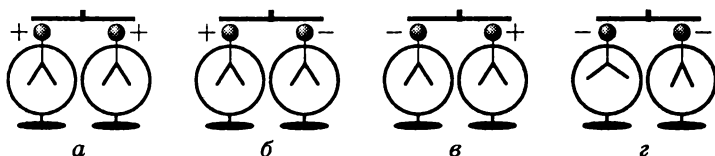
4.2. Ученик касается рукой заряженного электроскопа. Возникает ли при этом электрический ток?

4.3. Шары двух электроскопов, один из которых заряжен, соединяют металлическим проводом (см. рисунок). Возникает ли при этом электрический ток?



К задаче 4.3

- 4.4.** Шары двух заряженных электроскопов соединяют металлическим стержнем на изолирующей ручке (см. рисунок). В каком направлении потечет ток в стержне в каждом случае?



- 4.5.** Положительно заряженный шар заземляют с помощью металлического провода, соединенного с землей. В какую сторону по проводу потечет ток? Какие заряженные частицы и в какую сторону будут при этом двигаться?

- 4.6.** С помощью эбонитовой палочки, которую предварительно наэлектризовали с помощью шерсти, заряжают электроскоп. В какую сторону по стержню электроскопа при этом протекает ток?

- 4.7.** Назовите устройства, в которых используется тепловое действие электрического тока.

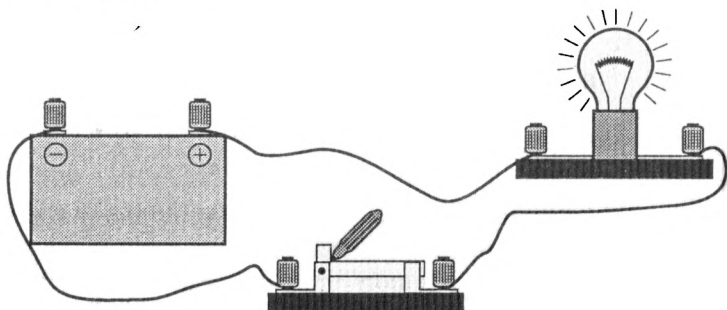
- 4.8.** Выберите из перечисленных устройств те, в которых используется магнитное действие электрического тока: электроутюг, электролампа, электромагнит, электрический звонок, электроплитка, электрочайник?

- 4.9.** Для чего нужны источники электрического тока?

- 4.10.** За счет чего источники тока создают электрическое поле для поддержания тока в электрической цепи?

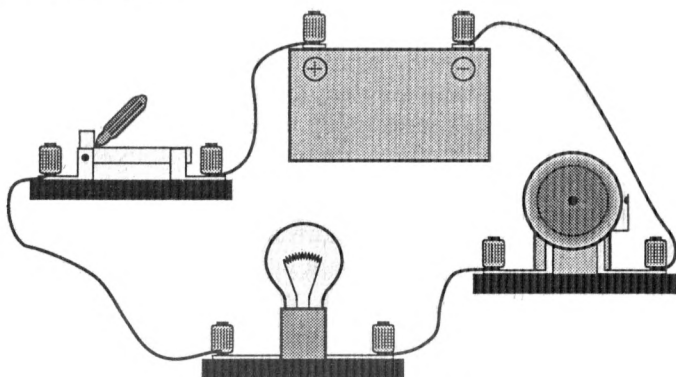
- 4.11.** От какого к какому полюсу источника тока течет ток в проводниках, которыми соединены элементы электрической цепи?

- ? 4.12. Перечислите элементы электрической цепи, изображенной на рисунке.



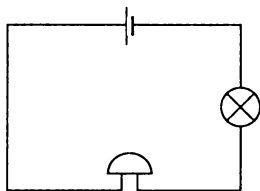
К задачам 4.12, 4.14

- ? 4.13. Перечислите элементы электрической цепи, изображенной на рисунке.

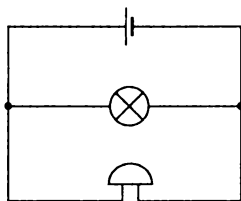


К задачам 4.13, 4.15

- 4.14. Нарисуйте в тетради принципиальную схему электрической цепи, которая изображена на рисунке. Укажите на схеме направление тока в цепи.
- 4.15. Нарисуйте в тетради принципиальную схему электрической цепи, которая изображена на рисунке. Укажите на схеме направление тока в цепи.
- ? 4.16. Укажите на схеме (см. рисунок) направление тока во всех участках цепи.
- ? 4.17. Укажите на схеме (см. рисунок) направление тока во всех участках цепи.



К задаче 4.16



К задаче 4.17

4.18. В вашем распоряжении есть гальванический элемент, лампочка, два ключа и соединительные провода. Нарисуйте принципиальную схему электрической цепи, в которой лампочка загорается только тогда, когда включены оба ключа.

4.19. Как нужно изменить схему электрической цепи (см. предыдущую задачу), чтобы лампочка работала хотя бы при одном замкнутом ключе? Ответ дайте в виде рисунка.

2-й уровень сложности

4.20. Всегда ли для существования электрического тока необходимо электрическое поле?

4.21. Из заряженного металлического сосуда на землю падают капли воды. Возникает ли при этом электрический ток?

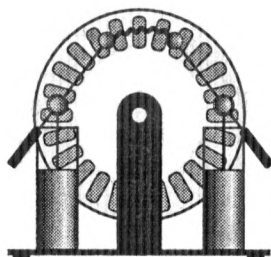
4.22. К заряженным положительно небольшим кусочкам бумаги, которые лежат на диэлектрической пластине, сверху подносят наэлектризованную о шерсть эбонитовую палочку. Кусочки бумаги начинают подскакивать к палочке. Возникает ли при этом электрический ток между пластиной и палочкой?

4.23. Протекает ли электрический ток во время вспышки молнии?

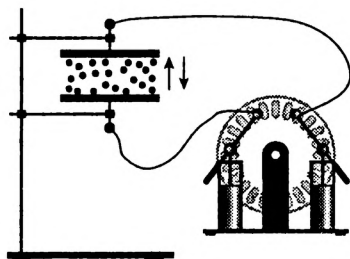
4.24. Если сблизить разрядники работающей электрофорной машины, то между ними начинают проскакивать искры (см. рисунок). Можно ли утверждать, что между разрядниками в воздухе протекает ток?

4.25. Если разрядники работающей электрофорной машины соединить с двумя горизонтальными металлическими пластинками (см. рисунок), то крупинки манки,

которые предварительно насыпаны на нижнюю пластинку, начнут подпрыгивать к верхней пластинке и возвращаться назад. Можно ли утверждать, что между пластинками протекает ток?

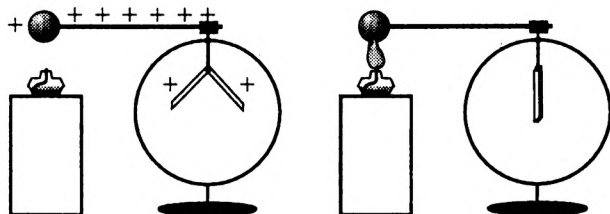


К задаче 4.24



К задаче 4.25

- ?** 4.26. Объясните, почему, когда подносят горящую спиртовку к шару электроскопа, он разряжается (см. рисунок).



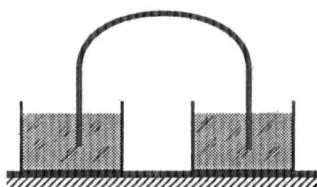
- ?** 4.27. Почему компьютер, который зимой внесли в теплую комнату после того, как его продолжительное время несли по улице, надо включать не сразу, а спустя 2–3 часа?

- ?** 4.28. Большинство электронных устройств (компьютеры, телевизоры, DVD-проигрыватели) нельзя эксплуатировать в помещениях, где высокая влажность воздуха. Почему?

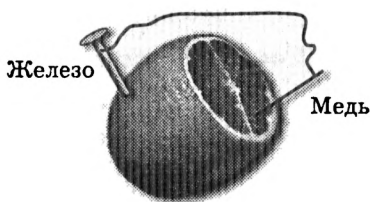
- ?** 4.29. Через водный раствор поваренной соли пропускают электрический ток. Какие действия тока можно при этом наблюдать?

- ?** 4.30. Электрический ток протекает через лампу накаливания. Какие действия тока можно при этом наблюдать?

- 4.31.** Можно ли утверждать, что в источниках тока возникают положительные и отрицательные заряды?
- 4.32.** В каком направлении течет ток внутри источника тока?
- 4.33.** К какому полюсу внутри источника тока двигаются отрицательные заряды?
- 4.34.** Медный провод обоими концами погрузили в разные сосуды с раствором серной кислоты (см. рисунок). Будет ли такое устройство работать как источник тока. Если да, то где у него будут положительный, а где отрицательный полюса?



К задаче 4.34



К задаче 4.35

- 4.35.** Железный гвоздь и отрезок медного провода воткнули в лимон (см. рисунок). Потечет ли ток через провод, которым соединяют гвоздь и провод?
- 4.36.** В чем состоит принципиальная разница между гальваническим элементом и аккумулятором как источниками тока?
- 4.37.** Какие преобразования энергии происходят в электрофорной машине и фотоэлементах, когда они работают как источники тока?
- 4.38.** Нарисуйте схему подключения двух лампочек к источнику тока так, чтобы перегорание одной не влияло на работу другой?
- 4.39.** Нарисуйте схему подключения лампочки и электрического звонка к источнику тока так, чтобы при перегорании лампочки звонок прекращал звонить.
- 4.40.** Предложите схему подключения двух лампочек и двух ключей к гальваническому элементу так, чтобы каждый ключ руководил работой «своей» лампочки.

4.41. Как нужно подключить к гальваническому элементу две лампочки и два ключа, чтобы в случае замыкания хотя бы одного ключа одновременно загорались обе лампочки? Сделайте соответствующий рисунок в тетради.

4.42. Добавьте к электрической цепи (см. предыдущую задачу) третий ключ, которым можно отключить всю цепь. Сделайте соответствующий рисунок в тетради.

3-й уровень сложности

4.43. Положительный ион при поглощении электрона превращается в нейтральный атом. Можно ли утверждать, что при этом протекает электрический ток?

4.44. Перечислите действия электрического тока, который протекает при вспышке молнии.

4.45. Почему невозможно пользоваться магнитным компасом в электричке, которая движется?

4.46. Магнитный компас значительно сильнее реагирует на троллейбус, который проезжает мимо наблюдателя, чем на автобус. Почему?

4.47. Для того чтобы электрическая цепь, по которой электродвигатели троллейбуса получают электрический ток, была замкнутой, троллейбусная линия имеет два контактных провода. Как же замыкается цепь питания электродвигателей трамваев и электричек, ведь их линии имеют лишь один контактный провод?

4.48. Для питания свечи зажигания в бензиновых двигателях внутреннего сгорания используется только один провод, который соединяет источник высокого напряжения со свечой. Но для того чтобы в цепи питания свечи шел ток, необходимо иметь два провода. Как же замыкается цепь питания свечи зажигания?

4.49. С потолка в месте крепления люстры свисают три провода. Если люстру подключить правильно, два выключателя (ключи) работают таким образом, что один из них включает и выключает одну лампу, а другой — остальные три. Нарисуйте в тетради схему соединения ламп в люстре, выключателей и источника тока.

Элетрик, подключая люстру (см. предыдущую задачу), перепутал провода: при включении первого выключателя горят с неполным накалом все лампы, а второй выключатель включает и выключает одну лампу. Нарисуйте в тетради возможную схему соединения ламп в люстре, выключателей и источника тока.

Задачи для любознательных

- 4.51. Предложите схему соединения источника тока лампочки и двух переключателей (переключатель — это устройство с тремя проводами, которое имеет два положения, при которых центральный провод замыкается поочередно на второй или третий провода) таким образом, чтобы лампочку можно было включать или выключать каждым переключателем независимо.

5. Сила тока. Электрическое напряжение

Примеры решения задач

Задача 1. Сколько электронов каждую секунду проходит через поперечное сечение проводника, если по нему течет ток 0,32 А?

Дано:

$$I = 0,32 \text{ А}$$

$$t = 1 \text{ с}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$N = ?$$

Решение:

По определению сила тока $I = \frac{q}{t}$. С другой

стороны, $q = N|e|$.

Для количества электронов, которые проходят

каждую секунду через сечение проводника, получаем:

$$N = \frac{It}{|e|}.$$

Проверим единицы искомой величины:

$$[N] = \frac{\text{А} \cdot \text{с}}{\text{Кл}} = 1.$$

Определим числовое значение искомой величины:

$$N = \frac{0,32 \cdot 1}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2 \cdot 10^{18}.$$

Ответ: каждую секунду через поперечное сечение проводника проходит $2 \cdot 10^{18}$ электронов.

Задача 2. Через нить лампы накаливания течет ток 2 А. При каком напряжении работает лампа, если за 1 мин электрическое поле в нити лампы выполняет работу 1,44 кДж?

Дано:

$$I = 2 \text{ А}$$

$$t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$$

$$A = 1,44 \text{ кДж} = \\ = 1440 \text{ Дж}$$

$$U = ?$$

Решение:

$$\text{Как известно, } U = \frac{A}{q}; q = It.$$

Окончательно получаем:

$$U = \frac{A}{It}.$$

Проверим единицы:

$$[U] = \frac{\text{Дж}}{\text{А} \cdot \text{с}} = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = \text{В}.$$

Определим числовое значение искомой величины:

$$U = \frac{1440}{2 \cdot 60} = 12 (\text{В}).$$

Ответ: $U = 12 \text{ В}$.

1-й уровень сложности

5.1. Через сечение проводника за 4 секунды проходит электрический заряд 16 Кл. Какой силы ток течет по проводнику?

5.2. За 12 секунд через контакты ключа, который включает лампочку, прошел заряд 6 Кл. Какой силы ток протекал через замкнутый ключ?

5.3. Какой заряд каждую секунду проходит через сечение проводника, если сила тока в нем составляет 3 А?

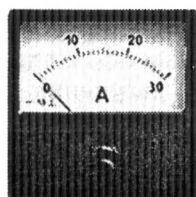
5.4. Сила тока, который питает лампу накаливания, составляет 0,8 А. Какой заряд пройдет через нить накала лампы за 2 с?

5.5. Какой заряд проходит через обмотку электродвигателя за 5 секунд, если сила тока в его обмотках равна 10 А?

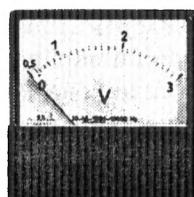
5.6. Каково напряжение на обмотке электровозонка, если при прохождении через нее заряда в 2 Кл электрическое поле выполняет работу 10 Дж?

5.7. При прохождении 10 Кл электричества через нить накала лампы электрическое поле выполнило работу 360 Дж. Под каким напряжением работает лампа?

5.8. Назовите приборы, изображенные на рисунке.

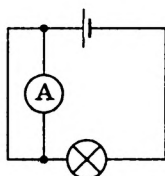


a

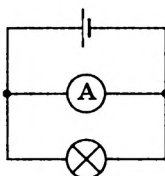


б

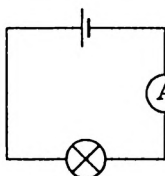
5.9. На каком рисунке изображено правильное подключение амперметра для измерения силы тока через лампочку?



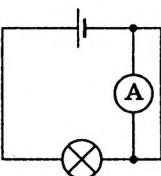
a



б

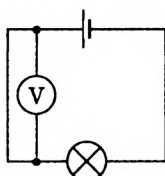


в

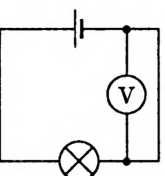


г

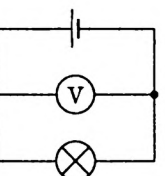
К задаче 5.9



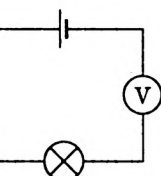
a



б



в



г

К задаче 5.10

5.10. Как правильно подключить вольтметр, для того чтобы измерить напряжение на лампочке (см. рисунок)?

2-й уровень сложности

5.11. Автомобильный аккумулятор был поставлен на зарядку. Какой заряд прошел через аккумулятор за 8 часов при силе тока 5 А?

5.12. Для проведения химических реакций в полном объеме через ванну с химическим раствором нужно пропустить 900 Кл электричества. Сколько времени длится процесс, если сила тока через ванну равна 0,2 А?

5.13. При протекании электрического тока через водный раствор кислоты выделяется водород. Какой электрический заряд проходит через раствор кислоты, если при силе тока 2 А процесс получения необходимого количества водорода длится 5 часов?

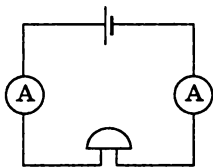
5.14. Изображение на экране кинескопа в телевизорах формируется благодаря тому, что на внутреннюю поверхность экрана попадает пучок электронов. Сколько электронов каждую секунду попадает на экран кинескопа, если сила тока в электронном луче кинескопа составляет 80 мкА?

5.15. Микроамперметр показывает проходит ток 0,4 мкА. Сколько электронов проходит каждую минуту через измерительный прибор?

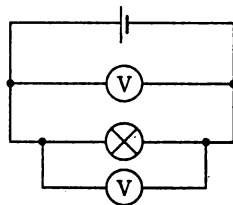
5.16. Какой заряд прошел через сечение проводника в цепи питания лампы накаливания, если лампа работает при напряжении 220 В, а электрическое поле за время прохождения заряда выполнило работу 13,2 кДж?

5.17. Лампочка карманного фонарика работает от гальванического элемента, который обеспечивает напряжение на лампочке 1,5 В. Какую работу выполнит электрическое поле, созданное гальваническим элементом, за время прохождения через нить накала лампочки 0,4 Кл электричества?

5.18. Одинаковый ли ток покажут амперметры (см. рисунок)? Ответ обоснуйте.



К задаче 5.18



К задаче 5.19

5.19. Одинаковое ли напряжение покажут вольтметры (см. рисунок)? Ответ обоснуйте.

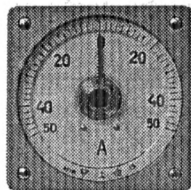
5.20. У вас есть эталонный амперметр и амперметр, у которого нет шкалы. Предложите схему включения амперметров для того, чтобы проградуйровать амперметр без шкалы. Нарисуйте в тетради эту схему.

5.21. Для градуирования вольтметра после ремонта электротехник использовал эталонный вольтметр. Как он подключил приборы к электрической сети? Нарисуйте в тетради возможную схему.

5.22. Назовите приборы, изображенные на рисунке. Определите цену деления каждого из них.



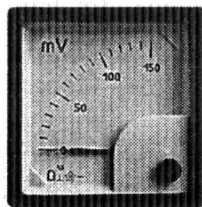
a



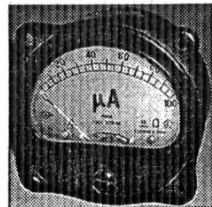
б



в

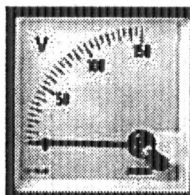


г

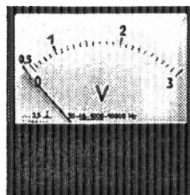


д

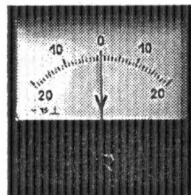
5.23. У какого прибора наименьшая цена деления? Определите ее.



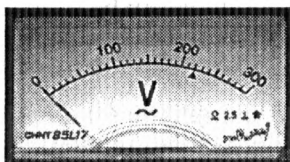
a



б

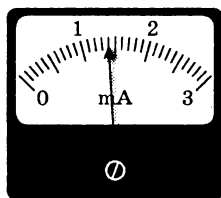


в

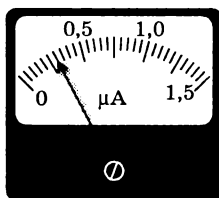


г

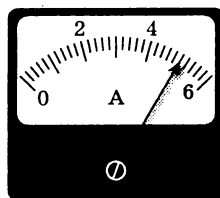
- 5.24.** Какой ток течет через амперметры, изображенные на рисунке? Запишите показания приборов.



a

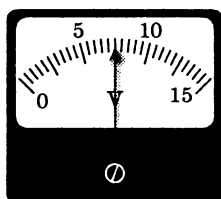


б

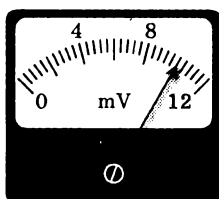


в

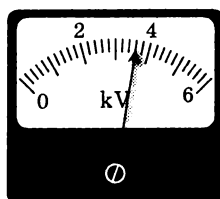
- 5.25.** С помощью вольтметров измеряется напряжение на участках разных электрических цепей. Запишите показания приборов.



a



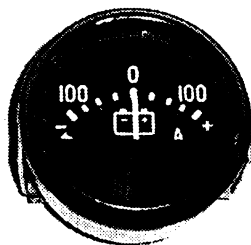
б



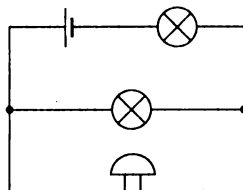
в

3-й уровень сложности

- 5.26.** Почему амперметр, который показывает силу тока, идущего через провод, которым аккумулятор автомобиля соединяется с бортовой электрической сетью (см. рисунок), имеет на шкале и положительные и отрицательные значения?



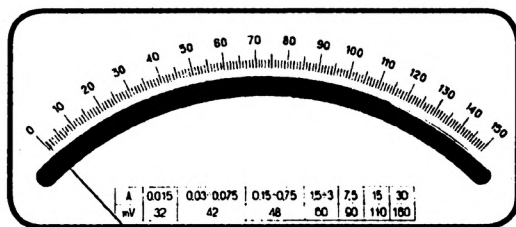
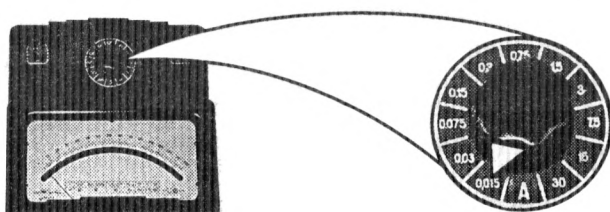
К задаче 5.26



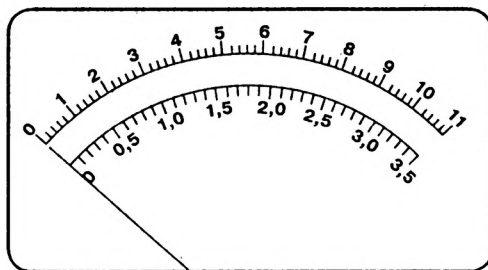
К задаче 5.27

- 5.27.** Какое наименьшее количество измерений нужно сделать, чтобы установить распределение токов и напряжений в электрической цепи (см. рисунок)?

- 5.28.** Какой максимальный и минимальный ток можно измерять с помощью амперметра с переключателем диапазонов измерения (см. рисунок)? Какова цена деления этого измерительного прибора с учетом представленного на рисунке положения переключателя диапазонов?



К задаче 5.28



К задаче 5.29

- 5.29.** Как пользоваться вольтметром, шкала которого изображена на рисунке? Как снимать показания со шкалы этого прибора?

Задачи для любознательных

- 5.30.** В проводнике в каждом кубическом сантиметре содержится $2 \cdot 10^{22}$ свободных электронов. С какой средней скоростью электроны упорядоченно двигаются

по проводнику, если сила тока в нем 8 А? Площадь поперечного сечения проводника составляет 1 мм².

- 5.31. В вакууме первоначально неподвижный электрон под действием электрического поля проходит между двумя точками, напряжение между которыми составляет 15 кВ. Какую скорость приобретает электрон?

6. Электрическое сопротивление. Закон Ома. Реостаты

Пример решения задачи

Задача. При изготовлении реостата на керамический цилиндр диаметром 5 см было намотано 122 витка нихромового провода с площадью поперечного сечения 0,8 мм². На какое максимальное напряжение рассчитан этот реостат, если сила тока в нем не может превышать 0,8 А?

Дано:

$$d = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$N = 122$$

$$S = 0,8 \text{ мм}^2$$

$$I = 0,8 \text{ А}$$

$$\rho = 1,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$U = ?$$

Решение:

Согласно закону Ома,

$$U = IR.$$

Сопротивление реостата можно рассчитать по формуле:

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

где $l = \pi dN$.

Отсюда $U = I\rho \frac{\pi dN}{S}$. Проверим единицы:

$$[U] = \text{А} \cdot \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot \frac{\text{м}}{\text{мм}^2} = \text{А} \cdot \text{Ом} = \text{В}.$$

Определим числовое значение искомой величины:

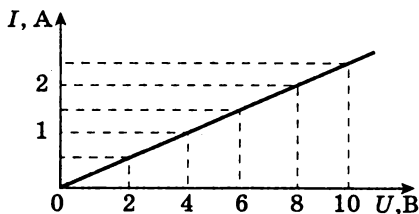
$$U = 0,8 \cdot 1,1 \cdot \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 122}{0,8} = 21 \text{ (В)}.$$

Ответ: $U = 21 \text{ В}$.

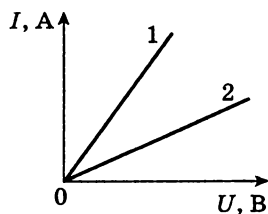
1-й уровень сложности

- ?** 6.1. По графику зависимости силы тока в резисторе (см. рисунок) определите силу тока, если напряжение на резисторе 2 В, 8 В, 10 В.

- 6.2.** По графику зависимости силы тока в резисторе (см. рисунок) определите напряжение на резисторе, которое соответствует силе тока через резистор 1 А, 1,5 А, 2,5 А.



К задачам 6.1, 6.2, 6.8



К задаче 6.7

- 6.3.** Если на резисторе напряжение равно 12 В, то по нему протекает ток 0,8 А. Какое напряжение нужно подать на резистор, чтобы сила тока стала 0,6 А?

- 6.4.** Если напряжение на резисторе 8 В, сила тока равна 0,2 А. При каком напряжении сила тока в резисторе будет равна 0,3 А?

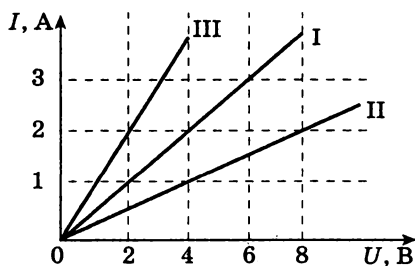
- 6.5.** Если напряжение на резисторе 24 В, сила тока в резисторе составляет 1,2 А. Какой будет сила тока, если напряжение уменьшить до 18 В?

- 6.6.** При напряжении на резисторе 9 В сила тока в нем равна 0,6 А. Какой будет сила тока в этом резисторе, если напряжение увеличить до 22,5 В?

- 6.7.** На рисунке изображены вольт-амперные характеристики двух резисторов. Какой из них имеет большее сопротивление?

- 6.8.** По графику зависимости силы тока в резисторе от напряжения (см. рисунок) определите сопротивление резистора.

- 6.9.** По графику зависимости силы тока в резисторах от напряжения (см. рисунок) определите сопротивление каждого резистора.

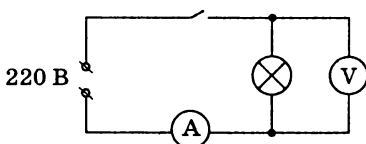


6.10. Две лампочки накаливания рассчитаны на одинаковое напряжение $4,5\text{ В}$. Но сила тока в рабочем режиме через нити этих лампочек составляет $0,18\text{ А}$ и $0,28\text{ А}$. Чем определяется разная сила тока через лампочки в рабочем режиме?

6.11. Когда на резисторе напряжение равно 6 В , то через него протекает ток $0,2\text{ А}$. Вычислите сопротивление резистора.

6.12. На цоколе электрической лампочки накаливания написано « $3,5\text{ В}$, $0,7\text{ А}$ ». Вычислите сопротивление нити накала лампочки в рабочем режиме.

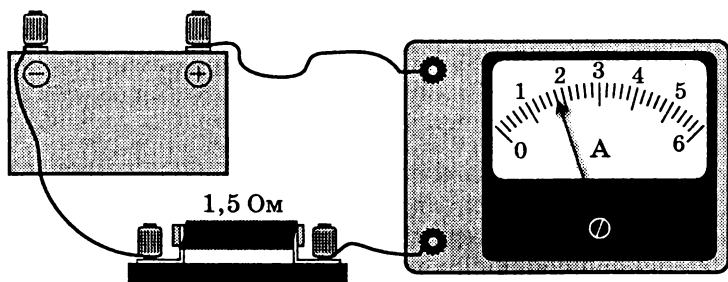
6.13. Электрическую лампочку подключили к сети 220 В (см. рисунок). Каково сопротивление лампочки, если при замкнутом ключе амперметр показывает $0,25\text{ А}$? Что показывает вольтметр?



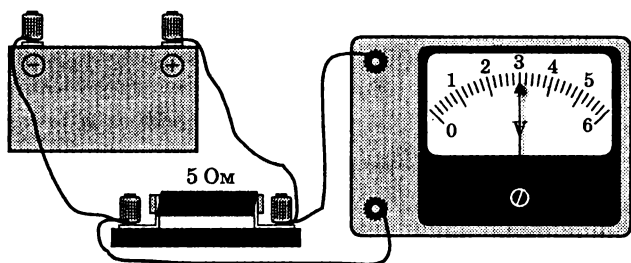
6.14. Какое напряжение нужно приложить к обмотке электромагнита сопротивлением $0,2\text{ Ом}$, для того чтобы сила тока в обмотке равнялась 4 А ?

6.15. При каком напряжении через резистор сопротивлением 3 Ом будет протекать ток $2,4\text{ А}$?

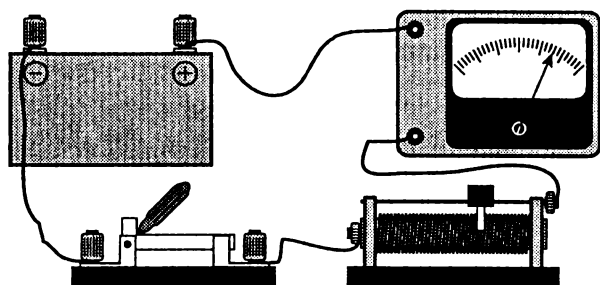
6.16. При выполнении лабораторной работы ученик составил электрическую цепь (см. рисунок). Вычислите напряжение на резисторе.



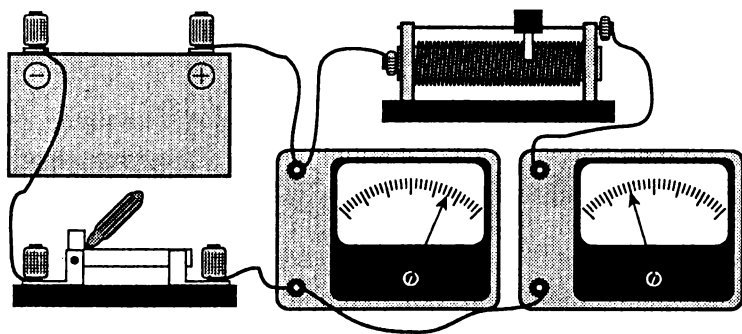
6.17. При выполнении лабораторной работы ученик составил электрическую цепь (см. рисунок). Чему равна сила тока через резистор?



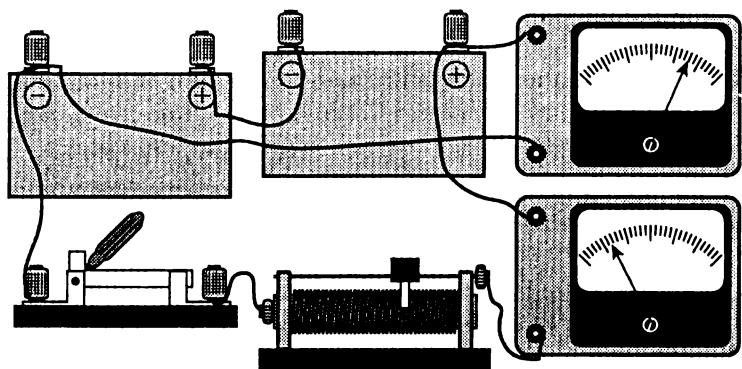
- 6.18.** Какое сопротивление имеет нихромовый провод длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 мм^2 ?
- 6.19.** Длина и площадь поперечного сечения алюминиевого и железного проводов одинаковые. Какой из проводов имеет большее сопротивление? Во сколько раз?
- 6.20.** Длина и площадь поперечного сечения свинцового и серебряного проводов одинаковые. Какой из проводов имеет меньшее сопротивление? Во сколько раз?
- 6.21.** Есть два медных провода одинакового поперечного сечения, но разной длины. Какой из проводов будет иметь меньшее сопротивление?
- 6.22.** Два манганиновых провода одинаковой длины имеют разную толщину. Какой из проводов имеет большее сопротивление?
- 6.23.** Какое сопротивление имеет медный провод длиной 10 м и площадью поперечного сечения $0,17 \text{ мм}^2$?
- 6.24.** Какое сопротивление имеет никелиновый провод длиной 200 м и площадью поперечного сечения $0,21 \text{ мм}^2$?
- 6.25.** Изобразите в тетради схемы электрических цепей, которые представлены на рисунке.



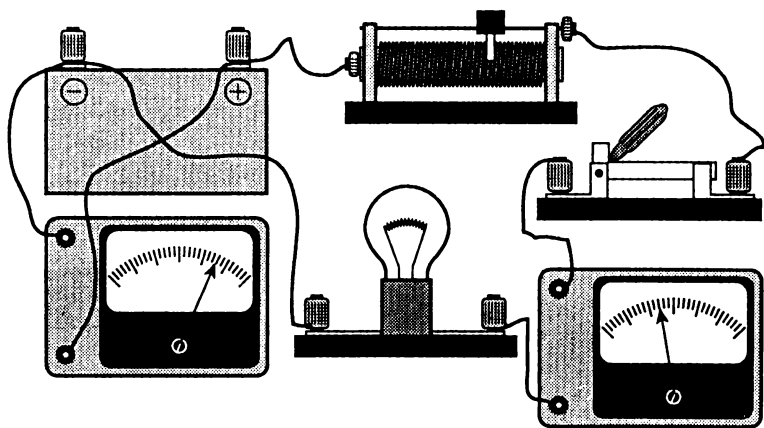
a



б



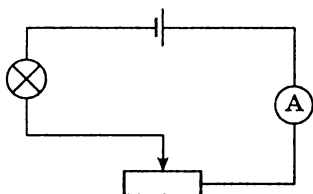
в



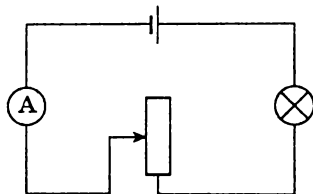
г

К задаче 6.25

- ? **6.26.** В электрическую цепь включен реостат (см. рисунок). Как будут изменяться показания амперметра при передвижении ползунка реостата влево?



К задаче 6.26



К задаче 6.27

- ? **6.27.** Как изменятся показания амперметра, если ползунок реостата передвинуть вниз (см. рисунок)?

2-й уровень сложности

- ? **6.28.** Согласно закону Ома для участка цепи, $R = \frac{U}{I}$. Можно ли на этом основании считать, что сопротивление данного участка цепи прямо пропорционально напряжению на этом участке и обратно пропорционально силе тока в нем?

- ? **6.29.** Согласно закону Ома для участка цепи, сила тока через участок прямо пропорциональна напряжению на этом участке $I = \frac{1}{R} \cdot U$. Можно ли сделать так, чтобы при изменении напряжения на участке цепи сила тока в нем не изменялась?

- ? **6.30.** Почему на цоколях электрических ламп всегда указывают напряжение, на которое рассчитаны лампы?

- ? **6.31.** Два резистора имеют сопротивления 1,2 и 3,2 Ом. Эти резисторы поочередно подключают к источнику тока, напряжение на полюсах которого может меняться в пределах от 2,4 до 9,6 В. Постройте графики зависимости силы тока для каждого резистора от напряжения на полюсах источника.

- ? **6.32.** Сила тока через резистор сопротивлением 35 Ом изменяется от 0,1 до 0,4 А. В каких пределах меняется напряжение на резисторе? Постройте график зависимости силы тока от напряжения.

6.33. Медный провод с площадью поперечного сечения $0,34 \text{ мм}^2$ заменяют железным проводом такой же длины. Какой должна быть площадь поперечного сечения железного провода, чтобы его сопротивление было таким же, как и у медного?

6.34. В измерительном приборе платиновый проводок с площадью поперечного сечения $0,3 \text{ мм}^2$ заменяют на никелиновый той же длины. Какой должна быть площадь сечения никелинового проводка, чтобы прибор «не заметил» подмены?

6.35. Медный провод длиной 120 м заменяют железным проводом с такой же площадью поперечного сечения. Какой длины нужно взять железный провод, чтобы его сопротивление было таким же, как и у медного?

6.36. Во время ремонта нагревательного элемента электрического утюга никелиновый провод длиной 250 м заменили на нихромовый провод с такой же площадью поперечного сечения. Какой длины нужно взять нихромовый провод, чтобы утюг работал после ремонта так же, как и до ремонта?

6.37. Какой длины нужно взять нихромовый провод с площадью поперечного сечения $0,5 \text{ мм}^2$, чтобы изготовить из него резистор сопротивлением $2,2 \text{ кОм}$?

6.38. Какой может быть длина константановой проволоки с площадью сечения $0,2 \text{ мм}^2$, чтобы из нее можно было изготовить нагревательный элемент сопротивлением 500 Ом ?

6.39. Медный провод длиной 250 м имеет сопротивление $0,68 \text{ Ом}$. Какова площадь поперечного сечения провода?

6.40. Для изготовления нагревательного элемента электрического чайника был использован нихромовый провод длиной 20 м. Какова площадь поперечного сечения провода, если сопротивление нагревательного элемента чайника составляет 22 Ом ?

6.41. Какое сопротивление имеет отрезок алюминиевого провода длиной 1962,5 м, если радиус сечения проволоки составляет $2,5 \text{ мм}$?

6.42. Спираль электроплитки изготовили из нихромового провода длиной 25 м и диаметром сечения 1 мм. Какое сопротивление имеет спираль?

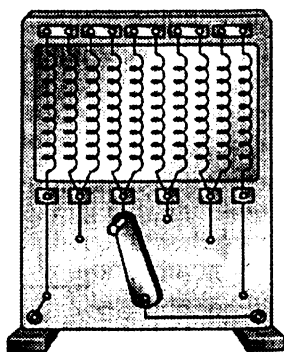
6.43. Какое удельное сопротивление имеет материал проволоки с площадью сечения $0,4 \text{ мм}^2$, если 150 м этой проволоки имеют сопротивление 90 Ом ?

6.44. К источнику с напряжением 24 В подключен реостат с максимальным сопротивлением 240 Ом . Постройте график зависимости силы тока через реостат в зависимости от его сопротивления. Минимальное сопротивление реостата 30 Ом .

6.45. К реостату приложено постоянное напряжение 48 В . Постройте график зависимости силы тока через реостат от его сопротивления, если минимальная сила тока в цепи составляет 1 А , а максимальная — 8 А .

6.46. Рычажный реостат (см. рисунок) включен в электрическую цепь. В каком направлении нужно двигать переключатель реостата, чтобы сила тока в цепи уменьшалась?

6.47. Рычажный реостат (см. рисунок) рассчитан на максимальное сопротивление 80 Ом . Чему равно сопротивление одной спирали? Каково сопротивление реостата при положении переключателя, изображенного на рисунке?



К задачам 6.46, 6.47

3-й уровень сложности

6.48. Во сколько раз отличаются сопротивления двух железных проводов, если первый из них имеет в 4 раза большую длину и в 5 раз большую площадь поперечного сечения, чем второй?

6.49. После протягивания провода через волочильный станок его длина увеличилась в 4 раза. Как изменилось сопротивление этого провода?

6.50. Провод, сопротивление которого составляет 200 Ом , разрезали на 4 равные части и скрутили из них жгут. Каково сопротивление этого проволоочного жгута?

6.51. В соответствии со стандартами, сопротивление заземления не должно превышать $0,5 \text{ Ом}$. Можно ли

для заземления использовать отрезок железной водопроводной трубы длиной 2 м, внешним диаметром 17 мм и толщиной стенок 2 мм?

6.52. Какой из сплошных железных стержней разного диаметра имеет большее электрическое сопротивление? Массы стержней одинаковые.

6.53. Два сплошных медных стержня имеют одинаковое сопротивление, но разную длину. Какой из стержней будет иметь большую массу?

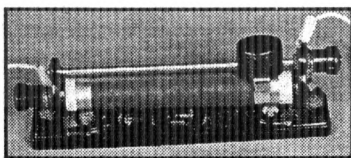
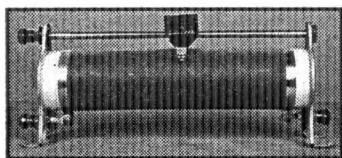
6.54. Линия электропередач должна иметь сопротивление не больше определенного значения. Из меди или алюминия нужно изготовить провода для этой линии, чтобы механическая нагрузка на опоры линии была наименьшей?

6.55. Двухметровый медный провод с площадью поперечного сечения $0,1 \text{ мм}^2$ подключен к гальваническому элементу напряжением 1,5 В. Ток какой силы течет в проводе?

6.56. Рассчитайте силу тока, который течет в реостате, изготовленном из никелинового провода длиной 40 м и площадью поперечного сечения 1 мм^2 , если напряжение на зажимах реостата равно 21 В.

6.57. Через железный провод длиной 10 м течет ток 2 А. Каково напряжение источника тока, к которому подключен этот провод, если площадь сечения провода составляет $0,4 \text{ мм}^2$?

6.58. Каково напряжение на концах нихромового проводника длиной 140 м и площадью поперечного сечения 2 мм^2 , если сила тока в проводе равна 2 А?



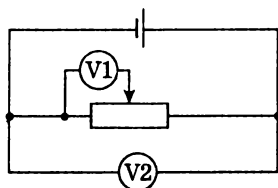
К задаче 6.59

6.59. Для изготовления обмоток реостатов был использован одинаковый провод (см. рисунок). Какой из реостатов имеет большее сопротивление, если диаметр

керамического цилиндра, на который намотан провод, и длина катушки у первого реостата больше в 1,5 раза, чем у второго?

6.60. Реостат какого сопротивления был изготовлен из никелинового провода, если на керамический цилиндр диаметром 2 см было намотано вплотную друг к другу 150 витков провода? Длина катушки составила 15 см.

? **6.61.** Показания первого и второго вольтметров (см. рисунок) соответственно равны 4 и 8 В. Как будут изменяться показания приборов, если ползунок реостата передвигать влево? Напряжение на полюсах источника тока во время опыта не изменяется.



Задачи для любознательных

6.62. Сопротивление медного провода для электрификации железнодорожного полотна равно 1,7 Ом, а масса составляет 89 кг. Какой длины участок железнодорожного полотна можно электрифицировать этим проводом?

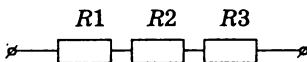
? **6.63.** Как с помощью измерительных приборов определить длину медного провода, спутанного в клубок? Какие приборы для этого понадобятся? Поверхность провода покрыта тонким слоем непроводящего лака. Концы провода торчат из клубка.

7. Последовательное соединение проводников

Пример решения задачи

Задача. Участок цепи содержит три резистора, которые соединены последовательно (см. рисунок). Сила тока в первом резисторе равна 0,5 А, напряжение на втором резисторе — 6 В, общее напряжение на участке цепи — 23 В. Вычислите общее сопротивление участка цепи и сопротивления каждого из резисторов, если

известно, что сопротивление третьего резистора в 3 раза больше сопротивления первого.



Дано:

$$I_1 = 0,5 \text{ A}$$

$$U_2 = 6 \text{ В}$$

$$U = 24 \text{ В}$$

$$R_3 = 3R_1$$

$$R_1, R_2, R_3 - ?$$

Решение:

Общее сопротивление участка цепи можно вычислить из закона Ома:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{24}{0,5} = 48 \text{ (Ом)}$$

Поскольку резисторы соединены последовательно, общая сила тока равна силе тока в каждом резисторе:

$$I = I_1 = I_2 = I_3.$$

Тогда сопротивление второго резистора:

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U_2}{I_1} = \frac{6}{0,5} = 12 \text{ (Ом)}.$$

Также общее сопротивление участка:

$$R = R_1 + R_2 + R_3.$$

Учитывая, что $R_3 = 3R_1$, получаем:

$$R = R_1 + R_2 + 3R_1 \Rightarrow R_1 = \frac{R - R_2}{4} = \frac{48 - 12}{4} = 9 \text{ (Ом)}.$$

Окончательно

$$R_3 = 3R_1 = 27 \text{ (Ом)}.$$

Ответ: $R = 48 \text{ Ом}$, $R_1 = 9 \text{ Ом}$, $R_2 = 12 \text{ Ом}$, $R_3 = 27 \text{ Ом}$.

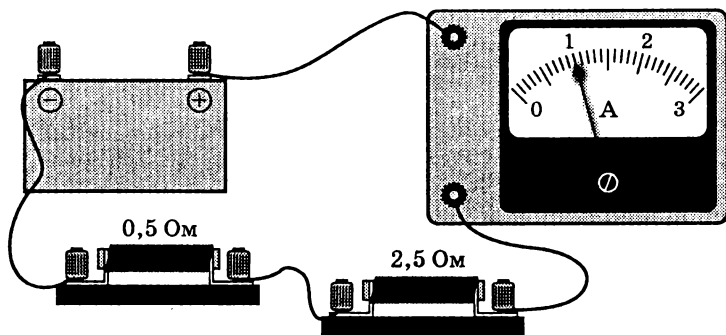
1-й уровень сложности



7.1. Почему накал лампы, которую подключают к источнику питания длинными проводами, уменьшается по мере возрастания длины проводов?



7.2. При выполнении опыта ученик составил электрическую цепь и с помощью амперметра измерил силу тока (см. рисунок). Определите по данным опыта напряжение на полюсах источника тока.

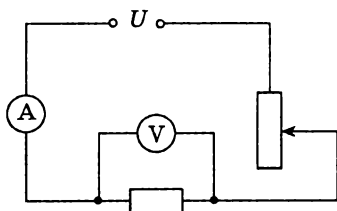


К задачам 7.2, 7.3

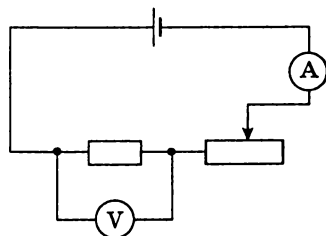
- 7.3.** При выполнении опыта ученик составил электрическую цепь и с помощью амперметра измерил силу тока (см. рисунок). Определите по данным опыта напряжение на первом резисторе.
- 7.4.** Участок цепи состоит из двух резисторов 100 и 300 Ом, которые включены последовательно. Какое напряжение приложено к участку цепи, если в первом резисторе протекает ток 24 мА?
- 7.5.** Последовательно с нитью накала лампы с сопротивлением 7,8 Ом включен резистор, сопротивление которого 2,2 Ом. Определите их общее сопротивление.
- 7.6.** Лампа сопротивлением 4,22 Ом и резистор сопротивлением 1,58 Ом соединены последовательно. Определите их общее сопротивление.
- 7.7.** Первый резистор сопротивлением 2,5 Ом соединен последовательно со вторым резистором. Их общее сопротивление составляет 7 Ом. Определите сопротивление второго резистора.
- 7.8.** С резистором какого сопротивления нужно последовательно соединить лампочку от карманного фонарика сопротивлением 6 Ом, для того чтобы общее сопротивление их соединения было 9,5 Ом?

2-й уровень сложности

- 7.9.** Как изменятся показания измерительных приборов (см. рисунок) в случае перемещения ползунка реостата вниз? вверх?



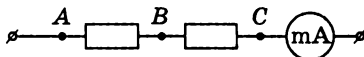
К задаче 7.9



К задаче 7.10

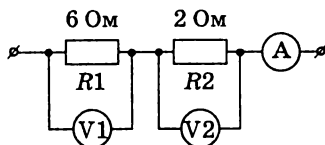
7.10. Как изменятся показания амперметра и вольтметра (см. рисунок), если ползунок реостата переместить из крайнего правого положения в крайнее левое?

7.11. Цепь состоит из двух последовательно соединенных резисторов сопротивлениями 12 и 4 Ом соответственно (см. рисунок). Миллиамперметр показывает силу тока в цепи 8 мА. Какими будут показания вольтметров, которые подключены между точками *AB*, *BC* и *AC*?

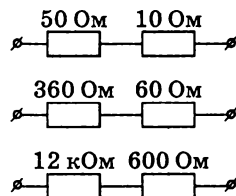


7.12. Первый вольтметр (см. рисунок) показывает напряжение 18 В. Что показывают амперметр и второй вольтметр?

7.13. Во сколько раз напряжение на первом резисторе больше, чем на втором, для каждого участка цепи (см. рисунок)?



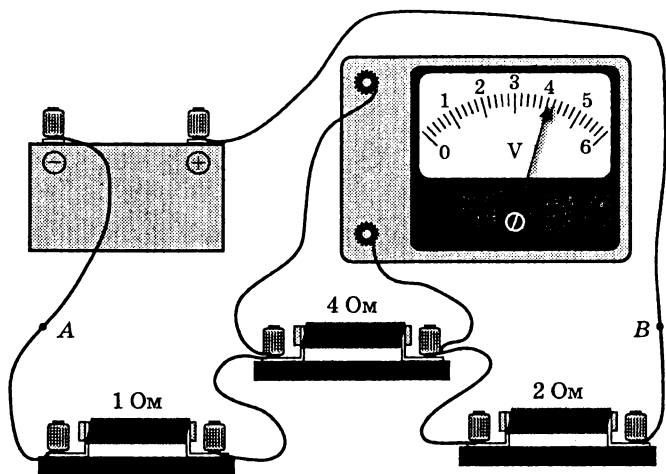
К задаче 7.12



К задаче 7.13

7.14. К полюсам источника тока присоединены последовательно два провода одинаковых размеров — алюминиевый и никелиновый. На концах какого провода вольтметр покажет большее напряжение? Во сколько раз большее?

7.15. При выполнении опыта ученик собрал электрическую цепь (см. рисунок). Какова сила тока в цепи?

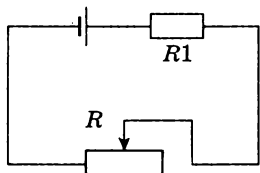


К задачам 7.15 — 7.17

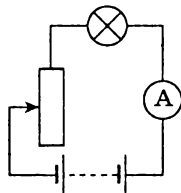
7.16. При выполнении опыта ученик собрал электрическую цепь (см. рисунок). Чему равно напряжение на резисторе 2 Ом?

7.17. При выполнении опыта ученик собрал электрическую цепь (см. рисунок). Чему равно напряжение между точками AB ?

7.18. В каких пределах можно менять сопротивление в цепи (см. рисунок), если максимальное сопротивление реостата R составляет 200 Ом? Сопротивление резистора R_1 равно 50 Ом.



К задаче 7.18

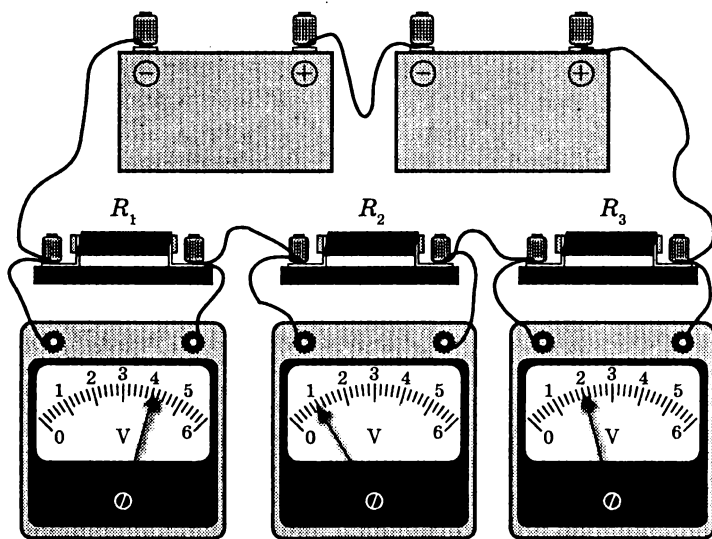


К задаче 7.19

7.19. Лампочка от карманного фонарика с сопротивлением 3 Ом подключена к батарее гальванических элементов напряжением 9 В через реостат (см. рисунок). Определите сопротивление реостата, если лампочка, рассчитанная на напряжение 5,1 В, работает в нормальном режиме.

3-й уровень сложности

- 7.20.** Проводя опыт, ученик собрал электрическую цепь (см. рисунок). Каково сопротивление резистора R_1 , если сопротивление резистора R_2 равно 10 Ом?



К задачам 7.20, 7.21, 7.22

- 7.21.** Проводя опыт, ученик собрал электрическую цепь (см. рисунок). Какая сила тока течет через источник, если сопротивление резистора R_1 равно 80 Ом?
- 7.22.** Проводя опыт, ученик собрал электрическую цепь (см. рисунок). Каково сопротивление резистора R_2 , если в резисторе R_3 течет ток 500 мА?

- 7.23.** К сети напряжением 220 В нужно подключить лампочку сопротивлением 54 Ом, рассчитанную на напряжение 36 В. В вашем распоряжении есть реостат с максимальным сопротивлением 400 Ом. Нарисуйте в тетради возможную схему подключения лампочки и определите сопротивление реостата.

- 7.24.** Для ограничения силы тока через обмотку электрического нагревателя к нему подключили резистор сопротивлением 4 Ом. Начертите схему электрической цепи и определите сопротивление нагревателя, если по резистору идет ток 2 А, а напряжение в сети составляет 24 В.

- 7.25. Елочная гирлянда состоит из одинаковых лампочек, рассчитанных на напряжение 5,5 В каждая. Какое минимальное количество лампочек понадобится и как их нужно соединить, чтобы гирлянду можно было подключать к сети 220 В?

8. Параллельное соединение проводников

Пример решения задачи

Задача. Участок цепи, который состоит из двух резисторов, соединенных между собой параллельно, подключили к источнику тока. Сила тока в первом резисторе равна 400 мА, во втором — 1,2 А. Общее сопротивление участка цепи составляет 7,5 Ом. Чему равно сопротивление каждого резистора? Какое напряжение на этом участке обеспечивает источник тока?

Дано:

$$I_1 = 400 \text{ мА} = 0,4 \text{ А}$$

$$I_2 = 1,2 \text{ А}$$

$$R = 7,5 \text{ Ом}$$

$$I = 0,8 \text{ А}$$

$$R_1, R_2 — ?$$

$$U — ?$$

Решение:

При параллельном соединении двух резисторов:

$$I = I_1 + I_2 = 0,4 + 1,2 = 1,6 \text{ А.}$$

Согласно закону Ома,

$$U = IR = 1,6 \text{ А} \cdot 7,5 \text{ Ом} = 12 \text{ В.}$$

Также для параллельно соединенных проводников имеем:

$$U = U_1 = U_2.$$

То есть напряжение и сила тока на каждом резисторе известны. Используем теперь закон Ома для вычисления сопротивлений:

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{U}{I_1} = \frac{12 \text{ В}}{0,4 \text{ А}} = 30 \text{ Ом,}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U}{I_2} = \frac{12 \text{ В}}{1,2 \text{ А}} = 10 \text{ Ом.}$$

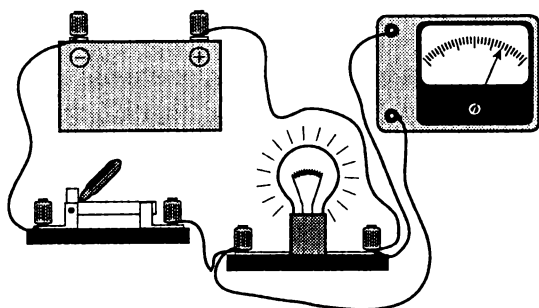
Ответ: $R_1 = 30 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$, $U = 12 \text{ В}$.

1-й уровень сложности

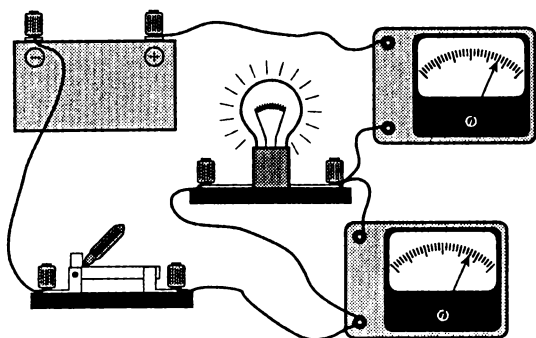
- 8.1. Почему электрические приборы в квартирах подключают к электрической сети параллельно?

8.2. Как нужно подключить лампочки, рассчитанные на напряжение 220 В, к сети 220 В? Как повлияет перегорание одной лампочки на работу других?

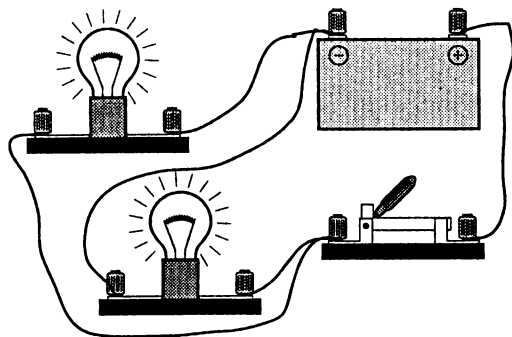
8.3. Начертите в тетради схемы электрических цепей, которые представлены на рисунке.



a



б



в

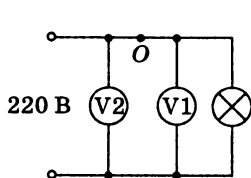
8.4. Начертите в тетради схему электрической цепи, в которой две лампочки питаются от источника тока и каждая выключается своим выключателем.

8.5. Начертите в тетради схему электрической цепи, которая состоит из источника тока, трех ламп, включенных параллельно, амперметров, которые измеряют силу тока в каждой лампе и во всей цепи, и выключателя, общего для всей цепи.

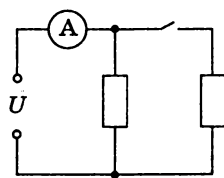
8.6. Почему выключатели, через которые подключаются люстры с большим количеством мощных ламп, обычно нагреваются и быстро выходят из строя?

8.7. Сила тока, который идет через лампочку накаливания, небольшая: около 0,5 А. Почему же провода, по которым ток питает люстру с пятью лампочками, должны быть рассчитаны на значительно большую силу тока?

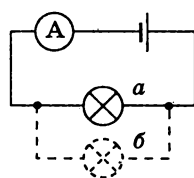
8.8. Сравните показания вольтметров до и после разрыва цепи в точке *O* (см. рисунок).



К задаче 8.8



К задаче 8.9



К задаче 8.10

8.9. Сравните показания амперметра до и после замыкания ключа (см. рисунок).

8.10. Сравните показания амперметра до и после добавления еще одной лампочки в цепь (см. рисунок).

8.11. Как изменится сопротивление участка цепи, если параллельно к ней подключить резистор?

8.12. Два одинаковых резистора подключены параллельно. Каково сопротивление этого соединения?

8.13. К резистору сопротивлением 90 Ом, который подключен к гальваническому элементу, параллельно подключили резистор сопротивлением 30 Ом. Через какой резистор протекает больший ток? Во сколько раз больший?

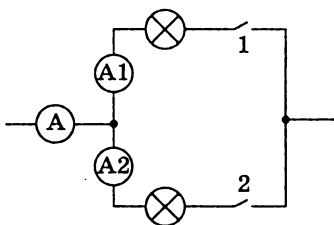
8.14. Два резистора включены параллельно. В первом резисторе течет в четыре раза больший ток, чем во втором резисторе. Сопротивление какого резистора больше? Во сколько раз?

8.15. Резисторы сопротивлением 180 и 60 Ом подключены параллельно. Чему равно их общее сопротивление?

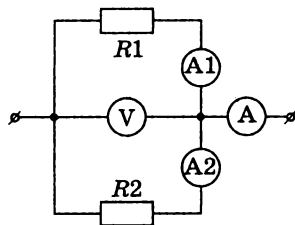
8.16. Два резистора 120 и 80 Ом подключены параллельно. Каково сопротивление этого соединения?

2-й уровень сложности

8.17. В цепь (см. рисунок) включены две одинаковые лампы. При замкнутых ключах 1 и 2 амперметр А показывает силу тока 1,2 А. Что покажет амперметр A_2 , если последовательно размыкать ключи 1 и 2?



К задаче 8.17



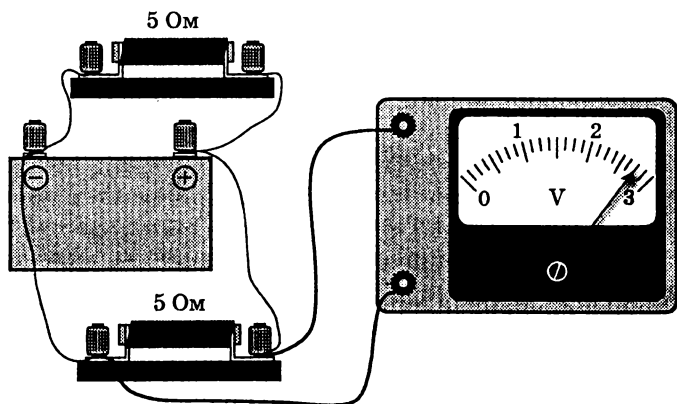
К задаче 8.18

8.18. Амперметр А (см. рисунок) показывает силу тока 2,4 А при напряжении 54 В. Сопротивление резистора $R_1 = 90 \text{ Ом}$. Определите сопротивление резистора R_2 и показания амперметров A_1 и A_2 .

8.19. Во время выполнения лабораторной работы ученик с помощью вольтметра определил напряжение на одном из резисторов, которые составляют электрическую цепь (см. рисунок). Определите силу тока через источник.

8.20. К источнику тока 22,5 В подключены параллельно резисторы сопротивлением 180 и 60 Ом. Ток какой силы течет через источник?

8.21. Участок цепи состоит из двух резисторов 120 и 180 Ом, которые включены параллельно. Какая сила тока протекает через участок, если напряжение на первом резисторе равно 36 В?



К задаче 8.19

8.22. Две электрические лампы включены параллельно в сеть с напряжением 48 В. Определите силу тока в каждой лампе и в проводниках, которые подводят ток к лампам, если сопротивление первой лампы 600 Ом, а второй — 400 Ом.

8.23. Два резистора, которые между собою включены параллельно, подключили к источнику тока с напряжением 44 В. Сила тока в первом резисторе равна 200 мА, во втором — 1,8 А. Чему равно общее сопротивление участка цепи? Сопротивление какого резистора больше? Во сколько раз?

8.24. Резисторы с сопротивлениями 500 Ом и 1,5 кОм соединены параллельно. Какая часть общего тока идет через второй резистор?

8.25. Резисторы с сопротивлениями 400 Ом и 2,4 кОм соединены параллельно. Какая часть общего тока идет через первый резистор?

8.26. Два провода, железный и медный, одинаковой длины и одинакового диаметра подключены к полюсам источника тока параллельно. По какому из них течет больший ток? Во сколько раз больший?

8.27. Нихромовый и никелиновый провода одинаковых размеров подключены параллельно к источнику тока. По какому из них течет меньший ток? Какую долю он составляет от общего тока, идущего через провода?

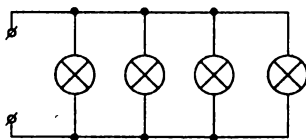
3-й уровень сложности

8.28. Три резистора с сопротивлениями 4, 6 и 8 Ом соединили параллельно и подключили к источнику тока. Резистором какого сопротивления можно заменить эти три резистора? Какая сила тока будет протекать по каждому из резисторов, если напряжение на полюсах источника 2,4 В?

8.29. К источнику тока параллельно подключены три одинаковых резистора. Как изменится сила тока через источник, если удалить из цепи один резистор?

8.30. Определите минимальное сопротивление, которое можно получить из трех резисторов с сопротивлениями 10 Ом, 20 Ом, 30 Ом.

8.31. Общее сопротивление четырех одинаковых ламп, включенных так, как показано на рисунке, равно 24 Ом. Чему равно сопротивление каждой лампы?



8.32. Провод сопротивлением 8 Ом разрезали пополам, а полученные куски соединили параллельно. Какое сопротивление было получено?

8.33. Провод был разрезан на три одинаковые части, которые потом соединили параллельно. Сопротивление соединенного таким образом провода оказалось 3 Ом. Каким было сопротивление провода до разрезания?

8.34. Участок цепи состоит из двух одинаковых резисторов, которые включены параллельно. Во сколько раз изменится сопротивление этого участка, если сопротивление первого резистора вдвое уменьшить, а второго — вдвое увеличить?

8.35. К гальваническому элементу параллельно друг другу подключили два железных провода одинакового размера. Как изменится сила тока через гальванический элемент, если один из проводов разрезать пополам и за счет одной из частей увеличить длину второго провода? После

манипуляций с проводами они снова параллельно друг другу подключаются к гальваническому элементу.

8.36. Каково сопротивление вольтметра, если при подключении его к лампочке сила тока в цепи возрастает на 2 мА? Вольтметр показывает напряжение 12 В.

8.37. На сколько процентов изменится сила тока в цепи, если вольтметр внутренним сопротивлением 250 кОм подключают к резистору сопротивлением 20 Ом?

8.38. Каково сопротивление вольтметра, если при подключении его к резистору сопротивлением 10 кОм, общий ток в цепи изменяется на 5 процентов?

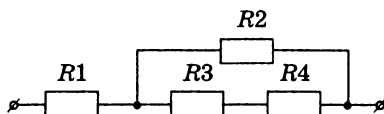
Задачи для любознательных

8.39. Однородный провод сопротивлением 360 Ом соединили кольцом. В каких точках этого кольца нужно к нему подключиться, чтобы получить сопротивление 80 Ом?

9. Расчет электрических цепей

Пример решения задачи

Задача. Участок цепи, который состоит из четырех резисторов (см. рисунок), подключен к источнику с напряжением 40 В. Вычислите силу тока в резисторах R_1 и R_2 и напряжение на резисторе R_3 . Сопротивления резисторов равны $R_1 = 2,5$ Ом, $R_2 = R_3 = 10$ Ом, $R_4 = 20$ Ом.



Дано:

$$U = 40 \text{ В}$$

$$R_1 = 2,5 \text{ Ом}$$

$$R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 20 \text{ Ом}$$

$$I_1, I_2 - ?$$

$$U_3 - ?$$

Решение:

Через резистор R_1 течет такой же ток, как и через весь участок, — $I_1 = I$.

Согласно закону Ома,

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I_1 = \frac{U}{R}.$$

Вычислим сопротивление участка цепи. Он состоит из двух частей (резистор R_1 и три резистора R_2 , R_3 , R_4), которые между собою

подключены последовательно. Поэтому $R = R_1 + R_{234}$. Сопротивление второй части R_{234} легко вычислить: резистор R_2 соединен параллельно резисторам R_3, R_4 , которые, в свою очередь, соединены друг с другом последовательно. Для R_{234} получаем:

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4} \Rightarrow R_{234} = \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4}.$$

Окончательно сопротивление участка цепи:

$$R = R_1 + \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4} = 2,5 + \frac{10 \cdot 30}{40} = 10 \text{ (Ом)}.$$

Найдем силу тока через резистор R_1 :

$$I_1 = \frac{U}{R} = \frac{40}{10} = 4 \text{ (А)}.$$

Через резистор R_2 течет сила тока, во столько раз бóльшая силы тока через резисторы R_3 и R_4 , во сколько раз сопротивление резистора R_2 меньше общего сопротивления резисторов R_3 и R_4 :

$$\frac{I_2}{I_{34}} = \frac{R_3 + R_4}{R_2} = 3.$$

А сумма этих токов равна току через резистор R_1 :

$$I_2 + I_{34} = I_1 = 4 \text{ (А)}.$$

Поэтому $I_2 = 3 \text{ А}$, $I_3 = I_4 = 1 \text{ А}$. Отсюда $U_3 = I_3 R_3 = 1 \cdot 10 = 10 \text{ (В)}$.

Ответ: $I_1 = 4 \text{ А}$, $I_2 = 3 \text{ А}$, $U_3 = 10 \text{ В}$.

1-й уровень сложности

9.1. К двум последовательно соединенным резисторам прибавили последовательно еще один. Как изменилось общее сопротивление участка цепи?

9.2. К двум параллельно соединенным резисторам прибавили параллельно еще один. Как изменилось общее сопротивление участка цепи?

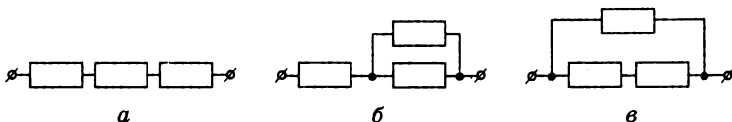
9.3. К двум последовательно соединенным резисторам прибавили параллельно еще один. Как изменилось общее сопротивление участка цепи?

9.4. К одному из двух параллельно соединенных резисторов прибавили последовательно еще один. Как изменилось общее сопротивление участка цепи?

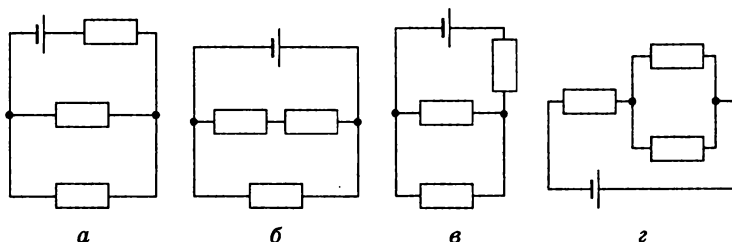
- 9.5.** К одному из двух последовательно соединенных резисторов прибавили параллельно еще один. Как изменилось общее сопротивление участка цепи?

2-й уровень сложности

- 9.6.** Вычислите сопротивления участков электрических цепей, которые изображены на рисунке. Сопротивление каждого резистора составляет 2 Ом.



- 9.7.** К источнику тока подключили три одинаковых резистора. При каком соединении резисторов сила тока через источник будет наибольшей?

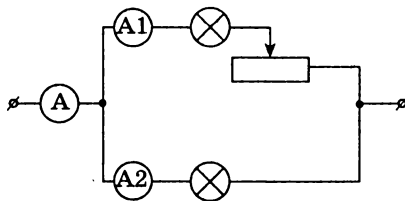


- 9.8.** Определите максимальное сопротивление, которое можно получить из трех резисторов сопротивлениями 2 Ом, 4 Ом, 6 Ом.

- 9.9.** Предложите, как из одинаковых резисторов сопротивлением в 5 Ом каждый получить участок цепи сопротивлением 12 Ом. Нарисуйте соответствующую схему.

- 9.10.** Сколько одинаковых резисторов по 4 Ом нужно, чтобы получить сопротивление 9 Ом? Нарисуйте соответствующую схему.

- 9.11.** В цепь (см. рисунок) включены две одинаковые лампы. При крайнем правом положении ползунка реостата амперметр A_1 показывает силу тока 0,5 А. Что показывают амперметры A и A_2 ? Изменяются ли показания амперметров по мере передвижения ползунка влево?

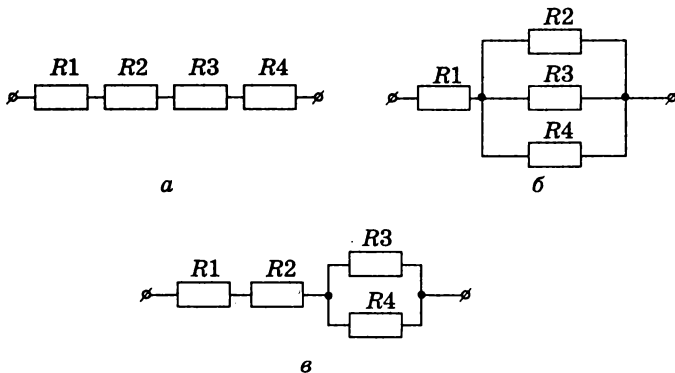


К задаче 9.11

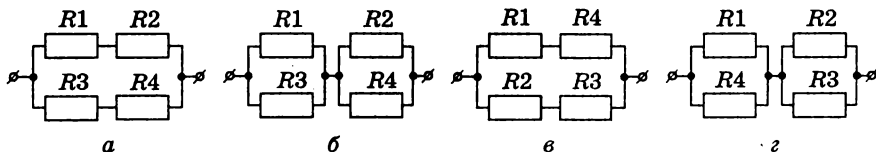
9.12. К источнику тока напряжением 12 В сначала последовательно, а потом параллельно было подключено два одинаковых резистора сопротивлениями по 240 Ом каждый. Определите силу тока в каждом резисторе при первом и втором варианте соединения.

3-й уровень сложности

9.13. Вычислите сопротивление участков электрических цепей, которые изображены на рисунке. Сопротивление резисторов составляет $R_1 = 100 \text{ Ом}$, $R_2 = R_3 = R_4 = 300 \text{ Ом}$.



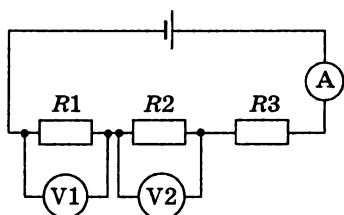
9.14. Вычислите сопротивление участков электрических цепей, которые изображены на рисунке. Сопротивление резисторов составляет $R_1 = R_4 = 100 \text{ Ом}$, $R_2 = R_3 = 400 \text{ Ом}$.



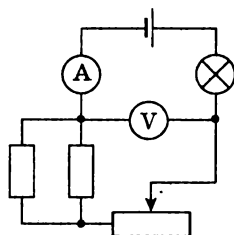
9.15. Сопротивление одного резистора больше, чем сопротивление второго в 4 раза. Их соединяют сначала последовательно, а потом параллельно. Определите, во сколько раз отличается общее сопротивление соединений.

9.16. Два резистора сначала соединили последовательно, а потом параллельно. Сопротивления соединений оказались 120 и 22,5 Ом. Определите сопротивление большего резистора.

9.17. Как изменятся показания электроизмерительных приборов в цепи, схема которой изображена на рисунке, если параллельно резистору R_3 подключить еще один резистор?



К задаче 9.17



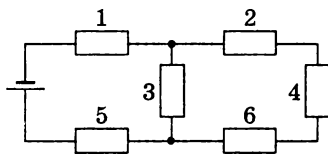
К задачам 9.18, 9.19, 9.20

9.18. Как будут меняться показания электроизмерительных приборов, если перемещать ползунок реостата влево? вправо (см. рисунок)?

9.19. Какими будут показания амперметра в электрической цепи, схема которой показана на рисунке, если напряжение источника тока 33 В, сопротивление лампочки 4 Ом, максимальное сопротивление реостата 20 Ом, сопротивление каждого из двух одинаковых резисторов 36 Ом? Ползунок реостата занимает крайнее левое положение.

9.20. Какими будут показания вольтметра в электрической цепи, схема которой показана на рисунке, если напряжение источника тока 24 В, сопротивление лампочки 4 Ом, максимальное сопротивление реостата 26 Ом, сопротивление каждого из двух одинаковых резисторов 36 Ом? Ползунок реостата занимает крайнее правое положение.

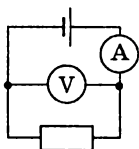
- 9.21.** Найдите силу тока в каждом из резисторов (см. рисунок), если сопротивления резисторов одинаковы и равны по 120 Ом , а напряжение источника тока 33 В .



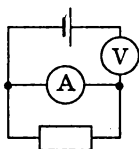
К задачам 9.21, 9.22

- 9.22.** Найдите напряжение на каждом из резисторов (см. рисунок), если сопротивление каждого резистора 8 Ом , а напряжение источника тока 11 В .

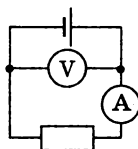
- 9.23.** Какая из схем позволяет определить сопротивление резистора возможно точнее? Амперметр и вольтметр реальные, то есть имеют конечные сопротивления, сопротивление резистора соизмеримо с сопротивлением вольтметра. Ответ обоснуйте.



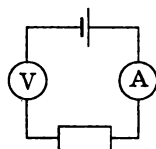
а



б



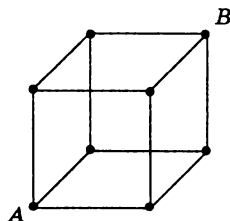
в



г

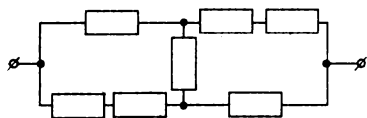
Задачи для любознательных

- 9.24.** Из 12 одинаковых отрезков провода сделан каркас в виде куба (см. рисунок). Каково сопротивление этого каркаса между точками A и B , если сопротивление каждого отрезка провода равно 6 Ом ?

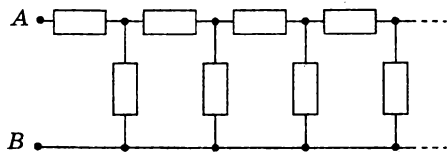


- 9.25.** Чему равно общее сопротивление цепи, схема которой изображена на рисунке? Сопротивление каждого резистора составляет 4 Ом .
- 9.26.** Чему равно общее сопротивление цепи между точками A и B , которая состоит из бесконечного количества

одинаковых ячеек (см. рисунок)? Сопротивление каждого резистора составляет 2 Ом.



К задаче 9.25

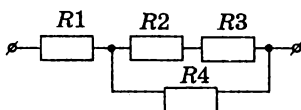


К задаче 9.26

10. Работа и мощность электрического тока

Пример решения задачи

Задача. Участок цепи, который состоит из четырех резисторов (см. рисунок), подключен к источнику с напряжением $U = 200$ В. Вычислите общую мощность тока во всем участке цепи и мощность тока в резисторах R_2 и R_4 . Какую массу воды можно нагреть на 10°C за счет количества теплоты, которая выделится за 7 мин в резисторе R_1 ? Сопротивления резисторов равны $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = R_3 = 25$ Ом, $R_4 = 75$ Ом.



Дано:

$$U = 200 \text{ В}$$

$$R_1 = 20 \text{ Ом}$$

$$R_2 = R_3 = 25 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 75 \text{ Ом}$$

$$\Delta t = 10^\circ\text{C}$$

$$\tau = 7 \text{ мин} = 420 \text{ с}$$

$$P = ?$$

$$P_2 = ?$$

$$P_4 = ? \quad m = ?$$

Решение:

Полное сопротивление участка цепи:

$$R = R_1 + \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4} = 20 + \frac{50 \cdot 75}{125} = 50 \text{ (Ом)}.$$

Мощность тока во всем участке цепи:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(200 \text{ В})^2}{50 \text{ Ом}} = 800 \text{ Вт}.$$

Сила тока в резисторах R_1 , R_2 , R_4 :

$$I_1 = I = \frac{U}{R} = \frac{200}{50} = 4 \text{ (А)}.$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{I_{23}}{I_4} &= \frac{R_4}{R_2 + R_3} = 1,5 \\ I_{23} + I_4 &= I_1 = 4 \text{ А} \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_{23} = 2,4 \text{ А}; \quad I_4 = 1,6 \text{ А}.$$

Мощность тока в резисторах R_2 и R_4 :

$$P_2 = I_2^2 R_2 = (2,4 \text{ А})^2 \cdot 25 \text{ Ом} = 144 \text{ Вт}$$

$$P_4 = I_4^2 R_4 = (1,6 \text{ А})^2 \cdot 75 \text{ Ом} = 192 \text{ Вт}.$$

Вычислим массу воды:

$$Q = cm\Delta t; A_1 = I_1^2 R_1 \tau;$$

$$Q = A_1 \Rightarrow m = \frac{I_1^2 R_1 \tau}{c \Delta t} = \frac{(4 \text{ А})^2 \cdot 20 \text{ Ом} \cdot 300 \text{ с}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}} \cdot 10^\circ\text{С}} = 3,2 \text{ кг}.$$

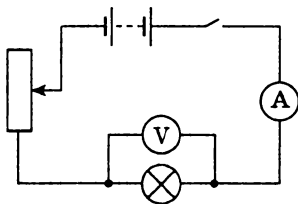
Ответ: $P = 800 \text{ Вт}$, $P_2 = 144 \text{ Вт}$, $P_4 = 192 \text{ Вт}$, $m = 3,2 \text{ кг}$.

1-й уровень сложности

10.1. В каком случае работа, которую за определенно время выполняет на участке цепи электрический ток, будет возрастать: а) если уменьшать напряжение на участке цепи; б) если увеличивать напряжение? С помощью реостата сила тока поддерживается постоянной.

10.2. При неизменном напряжении на участке цепи было уменьшено его сопротивление. Возросла или уменьшилась работа, которую выполняет ток за определенное время?

10.3. Как будет изменяться потребляемая лампой электроэнергия, если ползунок реостата переместить вверх; вниз?



10.4. Спираль электроплитки очень сильно нагревается во время прохождения по ней электрического тока. Почему же провода, которыми электроплитка подключена к источнику тока, нагреваются значительно меньше?

10.5. Почему в квартирных счетчиках электрической энергии предусмотрены предохранители, которые не позволяют возрастать силе тока через счетчик выше определенного значения?

- 10.6.** Почему возрастание потребления электроэнергии электрическими приборами в квартире может привести к расплавлению изоляции на соединительных проводах и, как следствие, к пожару?
- 10.7.** Почему для плавких предохранителей не используют железный провод вместо свинцового?
- 10.8.** Почему в плавком предохранителе используют провод более тонкий, чем в проводах, которые соединяют источник тока и потребителей электроэнергии?
- 10.9.** Елочная гирлянда состоит из определенного количества одинаковых лампочек, которые соединены последовательно. Как изменится мощность, которая потребляется гирляндой, если к ней последовательно прибавить еще несколько лампочек?
- 10.10.** Как изменится мощность электрического тока, который потребляет спираль электроплитки, если после ремонта спираль немного укоротили?
- 10.11.** Сколько энергии потребляет электрическая плитка каждую секунду при напряжении 220 В, если сила тока в ее спирали составляет 6 А?
- 10.12.** Какую работу каждую секунду выполняет двигатель электродрели, если при напряжении 220 В сила тока равна 4 А?
- 10.13.** Какую работу выполняет ток в электродвигателе подъемника за 20 с, если при напряжении 380 В сила тока в двигателе равна 25 А?
- 10.14.** Сколько энергии потребляет электрический чайник за 5 мин, если сила тока в нем 1,5 А? Чайник подключен к сети напряжением 220 В.
- 10.15.** Сопротивление электрического чайника 22 Ом. Напряжение, при котором он работает, 220 В. Определите мощность тока, которую потребляет чайник.
- 10.16.** Какую мощность потребляет лампа накаливания, нить которой в рабочем состоянии имеет сопротивление 6 Ом? Лампа работает от аккумулятора напряжением 12 В.

10.17. На цоколе лампы накаливания написано: «48 В, 96 Вт». Какая сила тока должна протекать через нить накала лампы, чтобы она работала при номинальной мощности?

10.18. Какова мощность электрического тока в автомобильной лампе, если напряжение в бортовой сети автомобиля 14,4 В, а сила тока в лампе равна 7,5 А?

10.19. Сопротивление электрического нагревателя 11 Ом. В сеть с каким напряжением нужно включить нагреватель, чтобы мощность электрического тока в нем была 4,4 кВт?

10.20. Электрический паяльник, который рассчитан на мощность 80 Вт, в рабочем состоянии имеет сопротивление 605 Ом. При подключении к источнику тока какого напряжения паяльник будет иметь номинальную мощность?

2-й уровень сложности

10.21. При напряжении 37,5 В за 4 мин электрический двигатель выполняет работу 900 Дж. Определите силу тока, который течет через двигатель.

10.22. За 2 мин электродвигатель насоса выполнил работу 14,4 кДж. Какая сила тока протекала по проводам, которыми насос был подключен к источнику тока, если напряжение источника составляет 12 В?

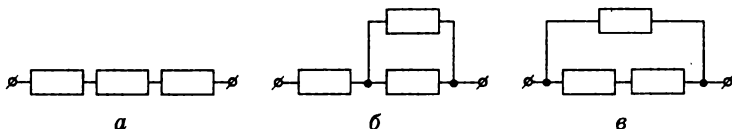
10.23. Каково удельное сопротивление материала, из которого изготовлена спираль нагревательного элемента мощностью 2200 Вт? Длина спирали 11 м, поперечное сечение — $0,21 \text{ мм}^2$, напряжение в сети 220 В.

10.24. Каково удельное сопротивление материала, из которого изготовлена спираль нагревательного элемента мощностью 1100 Вт? Длина спирали 24 м, поперечное сечение — $0,12 \text{ мм}^2$, сила тока в спирали 5 А.

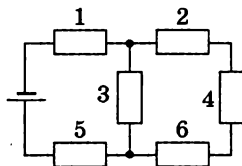
10.25. Резисторы 50 и 10 Ом соединили последовательно и подключили к источнику тока. Одинаковые ли мощности тока в резисторах? Если нет, то в каком большая? Во сколько раз?

10.26. Резисторы 400 и 800 Ом соединили параллельно и подключили к источнику тока. Одинаковые ли мощности тока в резисторах? Если нет, то в каком большая? Во сколько раз?

10.27. К источнику тока с напряжением 4,5 В подключили три одинаковых резистора по 1 Ом любой (см. рисунок). Определите общую мощность, которую потребляют резисторы в каждом варианте соединения.



10.28. Участок электрической цепи состоит из одинаковых резисторов сопротивлением 6 Ом каждый. Какую мощность будет потреблять участок, если его подключить к источнику с напряжением 33 В?



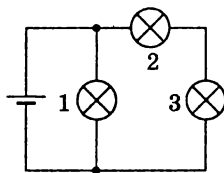
10.29. Небольшой дизель-генератор мощностью 40 кВт питает электрической энергией поселок полярников. Сколько 200 Вт лампочек можно использовать для освещения поселка, если на потребности освещения можно использовать не больше 12 % электроэнергии, которую дает генератор?

10.30. В цехе одновременно работает 15 станков, электрическая мощность каждого из которых составляет 3 кВт. Какую мощность потребляет цех, если, кроме питания станков, электроэнергия расходуется еще и на освещение? На освещение расходуется 10 % электроэнергии, которая потребляется в цехе.

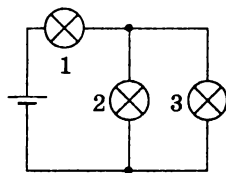
10.31. Последовательно друг другу к сети 200 В было подключено две лампочки, на цоколе которых написано: «220 В, 120 Вт» и «220 В, 60 Вт». Какая из этих лампочек будет светить ярче? Ответ обоснуйте.

10.32. Определите напряжение на каждой лампочке (см. условие предыдущей задачи).

10.33. К источнику тока подключили участок цепи, который состоит из трех одинаковых электрических лампочек (см. рисунок). Сравните их накал. Ответ обоснуйте.



К задаче 10.33



К задаче 10.34

10.34. К источнику тока подключили участок цепи, который состоит из трех одинаковых электрических лампочек (см. рисунок). Сравните их накал. Ответ обоснуйте.

10.35. В люстру было включено две лампочки 60 Вт и 120 Вт, которые рассчитаны на напряжение 220 В. В какой из лампочек течет больший ток во время работы люстры? Во сколько раз больший?

3-й уровень сложности

10.36. В каком случае при сверлении отверстий с помощью электродрели затраты электроэнергии становятся большими: если используется заточенное или затупленное сверло? Ответ обоснуйте.

10.37. Два одинаковых троллейбуса одинаковое время двигаются по горизонтальной дороге. Скорость первого больше, чем скорость второго. Какой из троллейбусов израсходует больше электроэнергии? Зависимостью силы сопротивления движения от скорости можно пренебречь.

10.38. Поезд метрополитена питается от сети напряжением 825 В. Какова сила тока в обмотках электродвигателей поезда, если скорость его движения 54 км/ч? Масса поезда 22 т, коэффициент сопротивления движению 0,06. Считайте, что $g = 10 \text{ м/с}^2$.

10.39. С какой скоростью движется троллейбус, если сила тока в обмотках его двигателя равна 400 А, напряжение контактной сети 550 В? Масса троллейбуса 11 т, коэффициент сопротивления движению 0,1. Считайте, что $g = 10 \text{ м/с}^2$.

10.40. Какую полезную работу выполняет двигатель электрического миксера за 2 мин, если при напряжении 220 В сила тока в обмотке двигателя равна 0,5 А? КПД двигателя составляет 76 %.

10.41. Двигатель кондиционера потребляет силу тока 5 А от сети напряжением 220 В. Какую полезную работу выполняет двигатель за 10 мин, если его КПД равно 90 %?

10.42. Двигатель лифта работает от сети 220 В. Его КПД составляет 80 %. Какую силу тока потребляет двигатель лифта при условии равномерного подъема кабины массой 500 кг со скоростью 2 м/с? Считайте, что $g = 10 \text{ м/с}^2$.

10.43. Напряжение сети, от которой работает электродвигатель подъемного крана, равно 380 В. Двигатель потребляет силу тока 39 А. Определите КПД подъемного крана, если элемент строительной конструкции массой 2 т кран поднимает на высоту 25 м за 45 с? Считайте, что $g = 10 \text{ м/с}^2$.

10.44. В электрическом чайнике за 10 мин можно нагреть 0,2 л воды на 10 °С. Сколько воды можно нагреть на те же 10 °С за 10 мин в этом чайнике, если увеличить напряжение в сети вдвое? Зависимость сопротивления нагревателя чайника от температуры не учитывайте. Тепловыми потерями можно пренебречь.

10.45. В электрическом чайнике за 10 мин можно нагреть 1 л воды на 10 °С. Сколько воды можно нагреть на те же 10 °С за 10 мин в двух таких же электрических чайниках, которые включены в сеть последовательно? Зависимость сопротивления нагревателей чайников от температуры не учитывайте, напряжение в сети в первом и в втором случаях одинаковое. Тепловыми потерями можно пренебречь.

10.46. Определите длину нихромового провода с площадью сечения 0,25 мм², из которого изготовлен нагреватель электрического чайника. Чайник питается от сети

напряжением 220 В и нагревает 1,5 л воды от 25 °С до 100 °С за 10 мин. КПД чайника составляет 50 %.

10.47.

Какую массу воды можно нагреть от 25 °С до 75 °С за 2 мин 40 с электрическим нагревателем, КПД которого составляет 75 %? Нагреватель изготовлен из 11 м никелинового провода с площадью сечения 0,5 мм², питается нагреватель от сети 220 В.

Задачи для любознательных

- 10.48.** В вашем распоряжении есть достаточное количество электрических лампочек, на цоколе которых написано «36 В, 72 Вт». Сколько нужно взять лампочек и как их нужно соединить, чтобы при подключении к источнику питания 120 В проводами с сопротивлением 2 Ом получить на лампочках максимальную общую мощность тока?
- 10.49.** Электрическая плитка имеет две спирали и переключатель, который может оставлять включенной или только одну спираль, или же соединять их последовательно либо параллельно. Если включена первая спираль, то полная кастрюля с водой закипает за 4 мин, если включена вторая спираль — полная кастрюля закипает за 12 мин. За сколько минут закипит полная кастрюля с водой, если будут включены две спирали?
- 10.50.** Определите время, за которое расплавится предохранитель, изготовленный из свинцового провода диаметром 0,2 мм, если максимальный ток, на который рассчитан предохранитель, составляет 10 А. Считайте, что на нагревание предохранителя расходуется все тепло, выделяемое за время протекания тока. Начальная температура предохранителя равна 27 °С.

11. Электрический ток в разных средах

Пример решения задачи

Задача. При электролизе стальная деталь площадью поверхности 800 см² была покрыта слоем никеля толщиной 54 мкм. При какой силе тока проходил процесс, если электролиз продолжался 4 ч?

Дано:

$$\begin{aligned} S &= 800 \text{ см}^2 = 8 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 \\ d &= 54 \text{ мкм} = 5,4 \cdot 10^{-5} \text{ м} \\ t &= 4 \text{ ч} = 1,44 \cdot 10^4 \text{ с} \\ k &= 0,3 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл} \\ \rho &= 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \end{aligned}$$

I — ?

Решение:

Во время электролиза масса вещества, которое выделяется из раствора, равно $m = kIt$. С другой стороны, $m = \rho V = \rho dS$.

Отсюда:

$$I = \frac{\rho dS}{kt}.$$

Проверим единицы:

$$[I] = \frac{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м} \cdot \text{м}^2}{\frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \cdot \text{с}} = \frac{\text{Кл}}{\text{с}} = \text{А}.$$

Определим числовое значение искомой величины:

$$I = \frac{8,9 \cdot 10^3 \cdot 5,4 \cdot 10^{-5} \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{0,3 \cdot 10^{-6} \cdot 1,44 \cdot 10^4} = 8,9 \text{ (А)}.$$

Ответ: $I = 8,9 \text{ А}$.

1-й уровень сложности

- 11.1. Какие частицы являются свободными носителями заряда в металлах?
- 11.2. Как движутся свободные носители заряда в металлах в отсутствие электрического поля?
- 11.3. Как зависит электрическое сопротивление металлического проводника от его температуры?
- 11.4. Что является свободными носителями зарядов в растворах электролитов (солей, кислот и щелочей)?
- 11.5. Как изменяется количество свободных носителей зарядов в электролитах с повышением температуры?
- 11.6. Электролиз в растворе соли никеля длился 40 мин. Какая масса никеля выделилась на катоде, если сила тока, при котором проходил электролиз, все время была 1,5 А?

- 11.7.** Сколько серебра осело на катоде электролизной установки, если процесс электролиза длился 10 мин, а сила тока составляла 25 А?
- 11.8.** Через электролитическую ванную с раствором хлорида меди (CuCl) прошел заряд 600 Кл. Сколько чистой меди было получено во время электролиза?
- 11.9.** Какая масса железа выделилась во время электролиза на катоде электролитической ванны с раствором хлорида железа (FeCl_3) при прохождении через ванну заряда 800 Кл?
- 11.10.** Приведите примеры источников света, в которых используется разряд в газе?
- 11.11.** Примером какого газового разряда является молния?
- 11.12.** Как называется газовый разряд, вследствие которого на высоковольтных линиях электропередач происходят потери электроэнергии?
- 11.13.** Какой газовый разряд используют как очень мощный источник тепла и света?
- 11.14.** Как называется газовый разряд, который используется в неоновой рекламе?
- 11.15.** Какую проводимость имеет чистый германий?
- 11.16.** Что будет основным носителем свободных зарядов в кремниевом кристалле после внесения туда донорной примеси?
- 11.17.** Какой тип проводимости приобретает чистый кремний, если в него вносят акцепторные примеси?

2-й уровень сложности

- 11.18.** Есть ли внутри металлов электрическое поле, когда по ним протекает электрический ток?
- 11.19.** Известно, что электрический ток — упорядоченное движение заряженных частиц. Означает ли это, что при протекании электрического тока в металлах электроны перестают принимать участие в хаотичном движении?
- 11.20.** Металлы и водные растворы электролитов являются проводниками электрического тока. Укажите отличия в движении свободных носителей зарядов во время

протекания электрического тока через металлический проводник и через раствор электролита?

11.21. Как зависит сопротивление электролитической ванны от температуры?

11.22. При какой силе тока проводился электролиз водного раствора медного купороса, если за 15 мин на катоде выделилось 2 г меди?

11.23. За 20 мин электролиза водного раствора цинковой соли на катоде электролитической ванны выделилось 4 г цинка. При какой силе тока проходил электролиз?

11.24. За какое время на катоде электролитической ванны выделится 40 г хрома, если электролиз проходит при силе тока 25 А?

11.25. Масса катода, который был во время электролиза погружен в электролитическую ванну с раствором хлорида железа (FeCl_3), увеличилась с 48 до 51 г. Сколько времени длился электролиз, если сила тока все время была 2,5 А?

11.26. При проведении лабораторной работы по определению электрохимического эквивалента меди ученик на протяжении 18 мин пропускал электрический ток 10 А через раствор медного купороса. За время опыта масса катода увеличилась с 40 до 43,2 г. Какое значение электрохимического эквивалента получил ученик?

11.27. В процессе электролиза из водного раствора хлорида железа (FeCl_3) выделилось 560 мг железа. Какой заряд прошел через электролитическую ванну?

11.28. Какой заряд прошел через электролитическую ванну с раствором йодида серебра, если на катоде выделилось 20 г металла?

11.29. К заряженному электроскопу поднесли зажженную спичку. Как будет вести себя стрелка электроскопа? Почему?

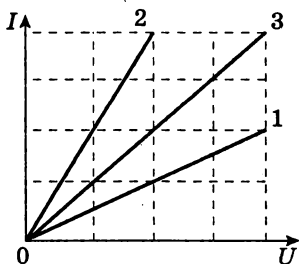
11.30. Как повлияет на коронный газовый разряд облучение рентгеновскими лучами воздуха около источника разряда? Ответ объясните.

11.31. Почему заряженный электроскоп очень быстро разряжается, если рядом с ним работает рентгеновская трубка?

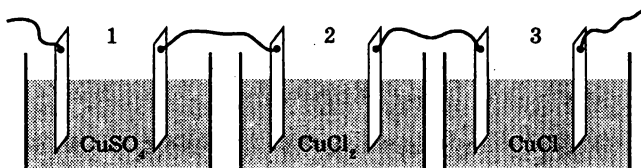
- ? 11.32. Почему при производстве полупроводниковых материалов для электронной промышленности обеспечивают беспрецедентный уровень химической чистоты?
- ? 11.33. Какую проводимость имеет германий с примесями индия?
- ? 11.34. Что будет основным носителем свободных зарядов в кремниевом кристалле после внесения туда сурьмы в качестве примеси?
- ? 11.35. Какую проводимость будет иметь кристалл германия, если в него внести в качестве примеси небольшое количество мышьяка?

3-й уровень сложности

- ? 10.36. Сравните температуры трех железных проводников одинаковых размеров, вольт-амперные характеристики которых изображены на рисунке.



- ? 11.37. Как правило, при проведении электролиза, в особенности в случае больших токов, сила тока с течением времени возрастает. Почему? Можно считать, что химический состав электролита во время электролиза не меняется.
- ? 11.38. На рисунке изображены три электролитических ванны. В какой ванне на катоде выделится наибольшее количество меди?



- 11.39.** Для приготовления растворов электролита в одинаковых объемах воды растворили разное количество хлорида железа. Этими растворами заполнили одинаковые электролитические ванны и соединили их между собой. В какой ванне выделилось больше железа во время электролиза? Зависит ли ответ от того, как были соединены ванны?
- 11.40.** Металлическую деталь покрывают слоем никеля в электролитической ванне на протяжении 5 ч. Сила тока все время поддерживается 0,5 А, площадь поверхности детали равна 200 см². Какой толщины слой никеля осел на поверхности детали?
- 11.41.** С помощью электролиза деталь покрывают слоем хрома. Определите толщину этого слоя, если электролиз продолжался 2 ч. Площадь поверхности детали 500 см², сила тока в электролитической ванне 10 А.
- 11.42.** Определите время, которое необходимо для покрытия стальной детали площадью поверхности 400 см² слоем хрома толщиной 36 мкм. Электролиз проходит при силе тока 16 А.
- 11.43.** Сколько времени нужно для никелирования металлического изделия площадью поверхности 120 см², если толщина покрытия должна быть 0,03 мм? Сила тока во время электролиза равна 0,5 А.
- 11.44.** Во время электролиза выделилось 128 г меди (Cu²⁺). Определите израсходованную энергию, если напряжение на электролитической ванне составляло 5 В. Ответ представьте в МДж и кВт·ч.
- 11.45.** Вычислите израсходованную электроэнергию на рафинирование 2 т меди (Cu²⁺), если напряжение на электролитической ванне составляло 1,2 В. Ответ представьте в кВт·ч.
- 11.46.** Сколько на алюминиевом заводе расходуется электроэнергии на получение каждой тонны алюминия? Электролиз ведется при напряжении 850 В, а КПД установки составляет 80 %. Ответ представьте в кВт·ч.
- 11.47.** Определите заряд, который нужно пропустить через водный раствор кислоты, чтобы получить количество

водорода, необходимое для заполнения аэростата объемом 520 м^3 . Плотность водорода $0,09 \text{ кг/м}^3$.

- 11.48.** В современной электронике практически полностью перешли на использование кристаллического соединения — арсенида галлия как полупроводникового материала. Какую проводимость имеет кристалл арсенида галлия, если количество атомов мышьяка и галлия в нем одинаковое? Как нужно изменить количество атомов этих веществ, чтобы получить полупроводник *p*-типа? *n*-типа?

Задачи для любознательных

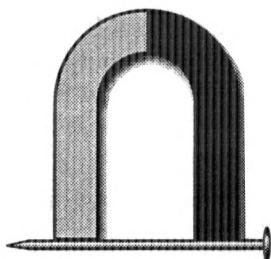
- 11.49.** Набор металлических ложек покрывают слоем серебра в электролитической ванне. С какой скоростью растёт слой? Во время электролиза по проводам, которые соединяют ванную с источником тока, течёт ток 20 А , площадь, которая покрывается серебром, — 200 см^2 .
- 11.50.** Аэростат заполняют водородом, который выделяется при прохождении электрического тока через слабый раствор кислоты. Какой заряд нужно пропустить через раствор кислоты, чтобы получить необходимое для полёта на аэростате количество водорода? Масса гондолы и оболочки аэростата 240 кг . Плотность водорода $0,09 \text{ кг/м}^3$, плотность воздуха $1,29 \text{ кг/м}^3$.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

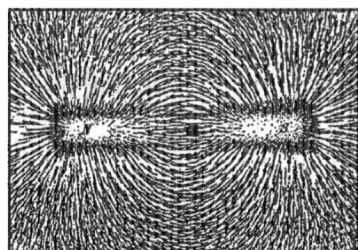
12. Постоянные магниты. Магнитное поле Земли

1-й уровень сложности

- ? 12.1. Почему железный гвоздь притягивается одним концом к одному полюсу дугообразного магнита, а другим концом — к другому (см. рисунок)?



К задаче 12.1



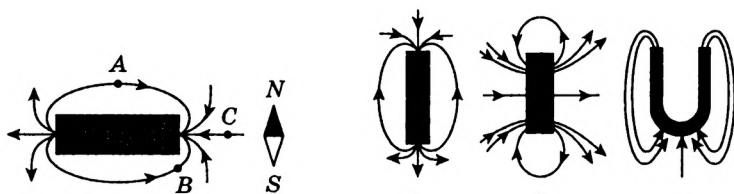
К задаче 12.2

- ? 12.2. Почему железные опилки, насыпанные на лист бумаги, под которым расположен полосовой магнит, образуют такую картину (см. рисунок)?
- ? 12.3. Как магнитная пробка, которой закрывают отверстие для слива смазочного масла из коробок передач автомобилей, предотвращает попадание металлических опилок между зубцами шестерен коробки?
- ? 12.4. Полосовой магнит поднесли южным полюсом к магнитной стрелке. Как будет вести себя стрелка?
- ? 12.5. Как будут вести себя две магнитные стрелки, которые поднесли друг к другу?
- ? 12.6. В каком направлении будут двигаться магниты, подвешенные на нитях (см. рисунок)?
- ? 12.7. На стол положили полосовой магнит, а рядом поставили магнитную стрелку на подставке (см. рисунок, вид сверху). Как расположится магнитная стрелка, если ее поместить в точках *A*, *B*, *C*?

- 12.8.** На рисунке показан примерный вид силовых линий магнитного поля намагниченных железных тел. Укажите магнитные полюса этих тел.



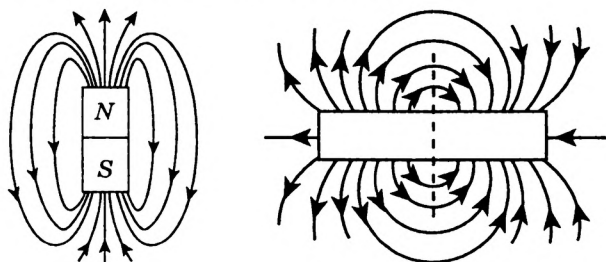
К задаче 12.6



К задаче 12.7

К задаче 12.8

- 12.9.** Куда направлены силовые линии магнитного поля внутри полосового магнита (см. рисунок)?



К задаче 12.9

К задаче 12.10

- 12.10.** Укажите стрелками направление силовых линий магнитного поля внутри полосового магнита (см. рисунок).

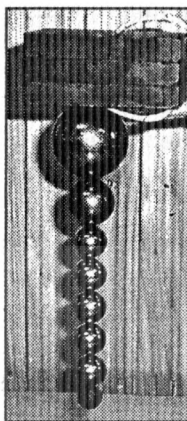
2-й уровень сложности

- 12.11.** Ученик подносит железную скрепку к одному из полюсов магнитной стрелки. Полюс стрелки притягивается к скрепке, и стрелка поворачивается. Свидетельствует ли это о том, что скрепка была намагничена?

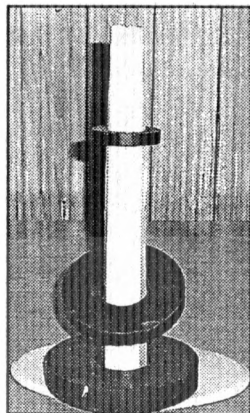
- 7 12.12.** Почему на современных кораблях не используют магнитные компасы?
- 7 12.13.** Корпусы компасов изготавливают из пластмассы, меди, алюминия и других материалов. Что общего у этих материалов?
- 7 12.14.** Предложите материалы, из которых нужно построить судно для экспедиции по изучению магнитного поля в районе Бермудского треугольника.
- 7 12.15.** Два железных гвоздя некоторое время своими остриями касались одного полюса магнита. Как будут вести гвозди, если магнит убрать?
- 7 12.16.** Железный гвоздь притянулся к полосовому магниту (см. рисунок). Будет ли острое гвоздя, как магнит, притягивать железные опилки? Если будет, то какой полюс будет на этом острие?



К задаче 12.16

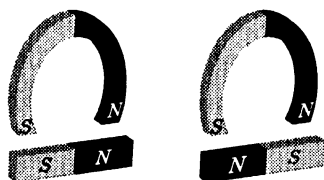


К задаче 12.17



К задаче 12.18

- 7 12.17.** Объясните, как могут предварительно ненамагниченные железные шарики удерживать друг друга? Магнита касается только верхний шарик.
- 7 12.18.** Как расположены полюса керамических магнитов, изображенных на рисунке?
- 7 12.19.** Как будут вести себя магниты при приближении друг к другу (см. рисунок)?

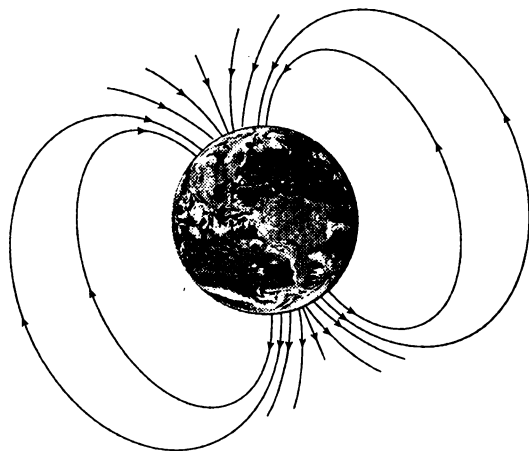


а б
К задаче 12.19



а б
К задаче 12.20

- 12.20.** Как будут вести себя магниты при приближении друг к другу (см. рисунок)?
- 12.21.** Полосовой магнит разрежали посередине. Получим ли мы два магнита, каждый из которых будет иметь один полюс?
- 12.22.** Дугообразный магнит разрежали посередине. Будут ли полученные части обладать магнитными свойствами? Сколько магнитных полюсов будет иметь каждая из частей? Какие это будут полюса?
- 12.23.** О чем свидетельствуют значительные изменения направления, на которое указывает магнитная стрелка компаса, во время путешествия по Кривому Рогу?
- 12.24.** Магнитная стрелка в лаборатории начала хаотически колебаться, отклоняясь на незначительный угол. О чем это свидетельствует?
- 12.25.** Укажите на рисунке расположение магнитных и географических полюсов Земли.



3-й уровень сложности

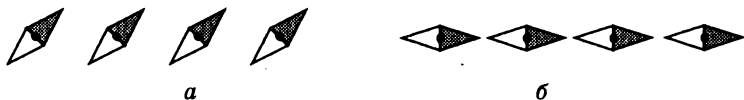
12.26. Гуляя лесной посадкой вдоль побережья пруда, ученик нашел небольшой стальной стержень. Как он может определить, намагничен этот стержень или нет, если ни компаса, ни других приборов у ученика нет?

12.27. Предложите способ определения, какой из двух, на первый взгляд, одинаковых железных стержней намагничен, а какой — нет. Никаких вспомогательных средств больше нет.

12.28. На рисунке изображено взаимное расположение двух полосовых магнитов. В тетради нарисуйте приблизительный вид силовых линий общего магнитного поля этих магнитов.

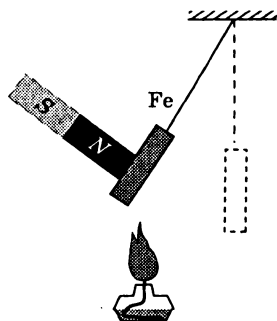


12.29. На рисунке изображены расположение магнитных стрелок четырех компасов (см. рисунок), размещенных в один ряд. В каком случае (а, б) магнитные компасы расположены вплотную, а в каком — на большом расстоянии друг от друга?



12.30. На заводах по выплавке стали железный металлолом переносят с помощью электромагнитов. Почему такие же электромагниты не используют для переноски горячих железных отливок?

12.31. Железную пластинку, которая подвешена на длинной нити и притягивается к сильному магниту, нагревают в пламени спиртовки. Спустя некоторое время пластинка начнет колебаться, периодически отрываясь от магнита, а потом снова возвращаясь к нему. Почему?



? 12.32. Для того чтобы магнит как можно дольше сохранял свои магнитные свойства, его нельзя ронять на твердый пол. Чему?

? 12.33. Почему намагничивание железного стержня, который касается сильного магнита, происходит лучше, если по стержню постучать твердым предметом?

Задачи для любознательных

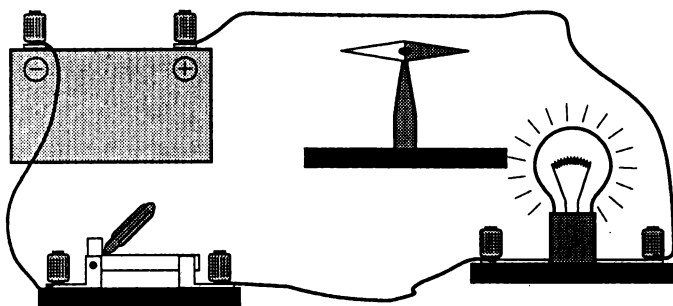
? 12.34. Как будет вести себя магнитная стрелка, если к ее северному полюсу поднести наэлектризованную отрицательно эбонитовую палочку? Ответ обоснуйте.

? 12.35. Во время физической викторины учитель продемонстрировал такой опыт. К южному полюсу магнитной стрелки он поднес отрезок стальной трубы. Как и предполагалась, магнитная стрелка начала притягиваться к ближайшему к ней концу трубы. Потом учитель несколько раз сильно ударил по отрезку трубы молотком и снова поднес ее к южному полюсу магнитной стрелки тем же концом. На удивление, стрелка оттолкнулась. Почему?

13. Магнитное поле тока. Электромагниты

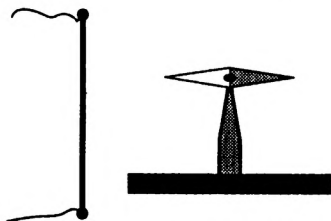
1-й уровень сложности

? 13.1. Как будет вести себя магнитная стрелка, если замкнуть ключ (см. рисунок)?

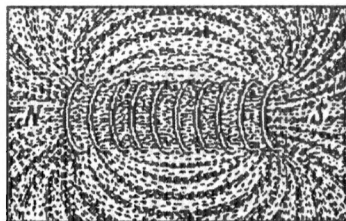


? 13.2. Магнитная стрелка расположена возле вертикального провода (см. рисунок). Повлияет ли на стрелку появление тока в проводе?

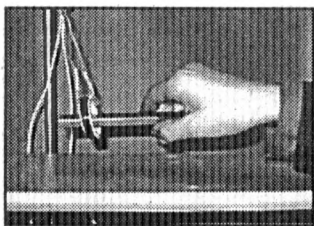
- 13.3.** Похожа ли картина магнитного поля катушки с током (см. рисунок), которую можно получить с помощью железных опилок, на картину магнитного поля постоянного магнита? Если да, то какого магнита?



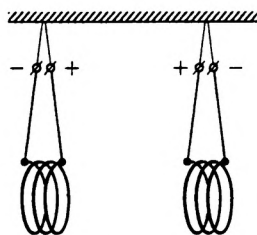
К задачам 13.2, 13.13



К задаче 13.3



К задаче 13.4

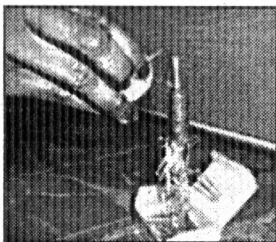


К задаче 13.5

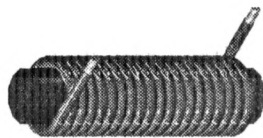
- 13.4.** После того как катушку, подвешенную на тонких проводах (см. рисунок), подключили к источнику тока, она притянулась к магниту. Почему?

- 13.5.** На тонких проводах подвешены две катушки (см. рисунок). Почему они начинают взаимодействовать, если по ним пропускают электрический ток?

- 13.6.** Какое действие электрического тока наблюдается при замыкании на гальванический элемент проволоочной катушки, намотанной на железный болт (см. рисунок)?



К задаче 13.6

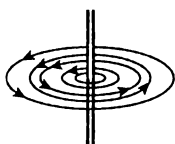


К задачам 13.7, 13.8

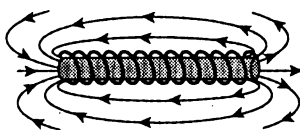
- 13.7. Почему при изготовлении электромагнитов на сердечник нужно наматывать изолированный провод (см. рисунок)?
- 13.8. Почему при изготовлении электромагнитов нужно использовать железный сердечник (см. рисунок)?

2-й уровень сложности

- 13.9. Укажите направление тока в прямом проводнике, линии магнитного поля которого указаны на рисунке?
- 13.10. На рисунке изображено магнитное поле катушки с током. Укажите направление тока в катушке.



К задаче 13.9

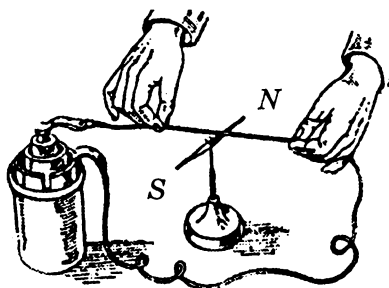


К задаче 13.10



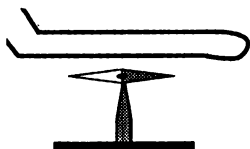
К задаче 13.11

- 13.11. Укажите направление силовых линий магнитного поля катушки с током, если ток в верхней части каждого витка течет к нам, а в нижний — от нас (см. рисунок).
- 13.12. Укажите полюса гальванического элемента, которые замкнуты проводом (см. рисунок)? Изменится ли ответ, если такое же положение будет занимать стрелка, расположенная над проводом?

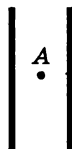


- 13.13. Как установится магнитная стрелка (см. рисунок на с. 89), если вертикальный проводник подключить к источнику тока так, чтобы верхний конец проводника был соединен с положительным полюсом источника?

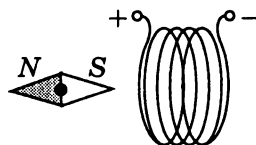
- 13.14.** Предложите способ, как с помощью компаса определить направление тока в проводе.
- 13.15.** Можно ли с помощью магнитной стрелки определить направление тока в линии, которое состоит из двух проводников (см. рисунок)?
- 13.16.** Взаимодействуют ли между собою провода троллейбусной линии, если по ним течет постоянный ток? Если взаимодействуют, то притягиваются они или отталкиваются?
- 13.17.** На лабораторном столе разместили кольцо из гибкого провода и подключили его к источнику тока. Как будет вести себя кольцо?
- 13.18.** Два металлических проводника, по которым текут токи в одном направлении, притягиваются. А как будут вести себя растворы электролитов в двух соседних электролитических ваннах, по которым протекают токи в одном направлении?



К задаче 13.15

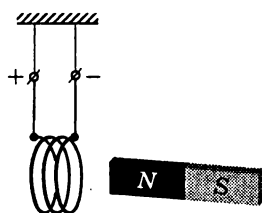


К задаче 13.19

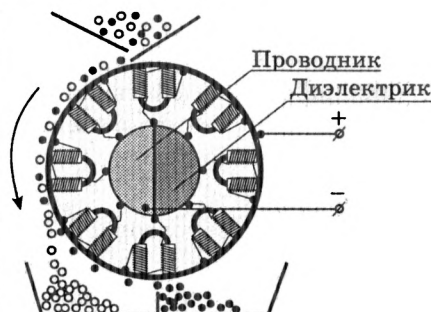
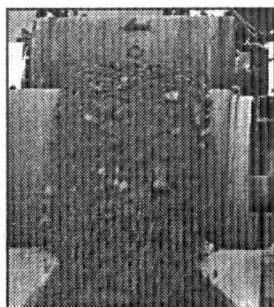


К задаче 13.20

- 13.19.** По параллельным проводникам протекают токи одинаковой силы (см. рисунок). Одинаковым ли будет поле в точке A в случаях, если токи направлены: а) в одну сторону, б) в разные стороны?
- 13.20.** На лабораторном столе расположены катушка и магнитная стрелка (см. рисунок). Стрелка имеет возможность вращаться только в плоскости рисунка. Как будет вести себя стрелка после подключения катушки к источнику тока? Полярность подключения указана на рисунке.
- 13.21.** Как будет вести себя катушка, подвешенная на гибких проводах, после подключения к источнику тока? Полярность указана на рисунке.



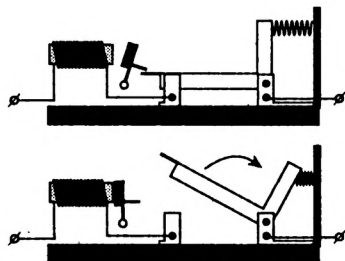
- ? 13.22. Опишите работу железоотделяющего электромагнитного сепаратора (см. рисунок), который используют на железорудных обогатительных комбинатах.



- ? 13.23. Как с помощью электромагнитов на производстве переносят железные изделия? Почему для этого не используют постоянные магниты, ведь для их питания не надо тратить электроэнергию?



К задаче 13.23



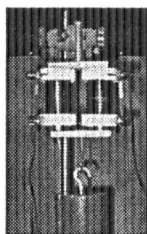
К задаче 13.25

- ? 13.24. Для чего в конструкции электромагнитных кранов предусмотрена возможность пропускать небольшой ток через обмотку электромагнита в обратном направлении?

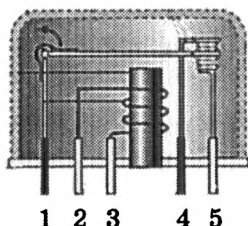
- ? 13.25. Современные предохранители используют магнитное действие тока для размыкания цепи в случае превышения силы тока безопасной границы (см. рисунок). Объясните принцип действия этих предохранителей.

3-й уровень сложности

- ? 13.26. Электромагнит содержит две обмотки (см. рисунок). Зависит ли эффективность электромагнита от способа соединения обмоток?

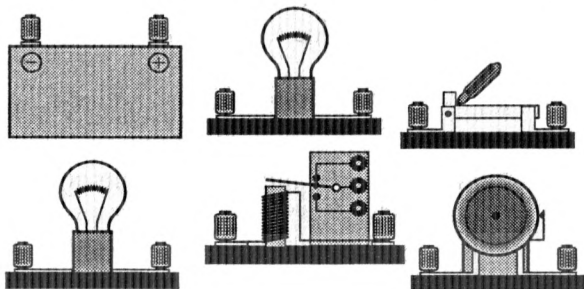


К задаче 13.26

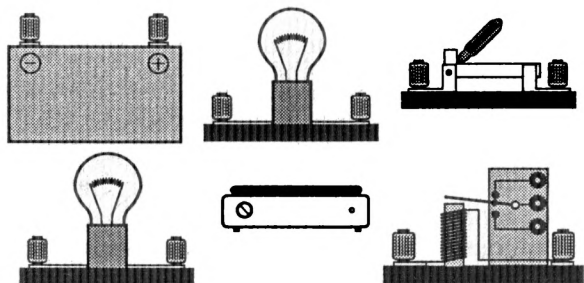


К задаче 13.28

- 13.27.** Можно ли так намотать обмотку электромагнита, чтобы при протекании тока в обмотке магнитное поле отсутствовало? Если можно, то как?
- 13.28.** Назовите назначение клемм 1—5 электромагнитного реле, которое изображено на рисунке?
- 13.29.** Нарисуйте схему электрической цепи, в которой во время замыкания ключа будут загораться лампочки, а во время размыкания — раздаваться звонок (см. рисунок).



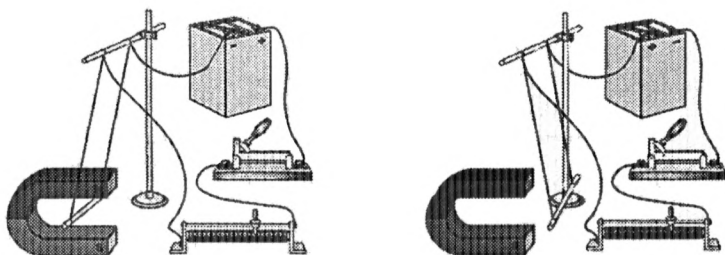
- 13.30.** Нарисуйте схему электрической цепи, в которой во время замыкания ключа будет включаться электрическая плитка, а во время размыкания — загораться лампочки (см. рисунок).



14. Сила Ампера

1-й уровень сложности

- ? 14.1. Какая сила заставляет гибкие провода, на которые подвешен металлический немагнитный стержень с током, отклоняться от вертикали (см. рисунок)?

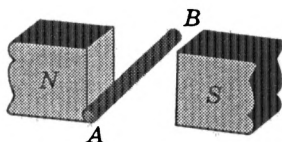


К задачам 14.1, 14.2

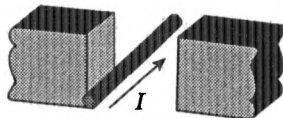
- ? 14.2. Почему магнитное поле постоянного магнита действует на проводник с током по-разному (см. рисунок)?

2-й уровень сложности

- ? 14.3. Между полюсами магнита находится прямой отрезок провода (см. рисунок), по которому в направлении от точки A к точке B течет электрический ток. В каком направлении магнитное поле магнита действует на провод?



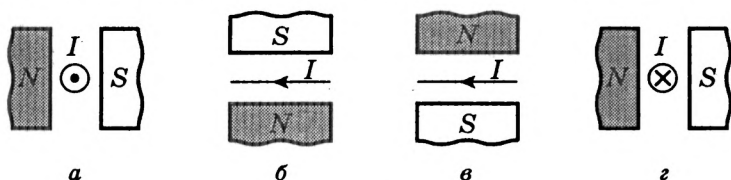
К задаче 14.3



К задаче 14.4

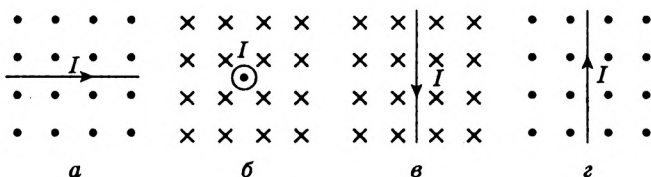
- ? 14.4. Магнитное поле постоянного магнита действует на проводник с током (см. рисунок) с силой, которая направлена вверх. Укажите полюса магнита.
- ? 14.5. Укажите, в каком случае сила Ампера, которая действует на проводник с током, находящийся между полюсами магнита (см. рисунок), направлена вверх. Точка в сечении проводника обозначает, что ток течет к нам, крестик — наоборот, от нас.

- 14.6.** Укажите, в каком случае сила Ампера, которая действует на проводник с током, находящийся между полюсами магнита (см. рисунок), направлена к нам.



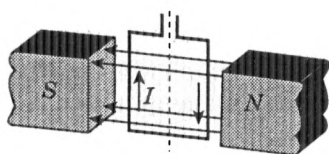
К задачам 14.5, 14.6

- 14.7.** В каком случае (см. рисунок) магнитное поле не действует на проводник с током? Силовые линии магнитного поля перпендикулярны к плоскости рисунка: точки — направлены к нам, крестики — от нас.

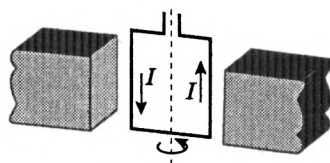


К задаче 14.7

- 14.8.** В каком направлении будет поворачиваться проволочная рамка с током в магнитном поле постоянного магнита (см. рисунок)?



К задаче 14.8

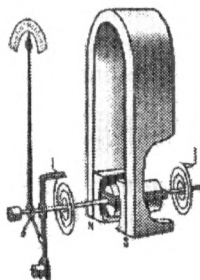


К задаче 14.9

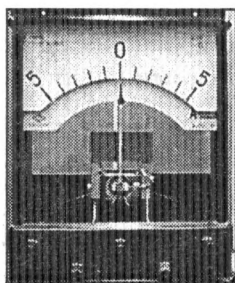
- 14.9.** Укажите полюса постоянного магнита, в магнитном поле которого проволочная рамка с током поворачивается в направлении, которое указано на рисунке?

- 14.10.** Для чего в конструкции электроизмерительных приборов предусмотрены спиральные пружины (см. рисунок)?

- 14.11.** Почему шкала школьного демонстрационного гальванометра имеет такой вид (см. рисунок)?

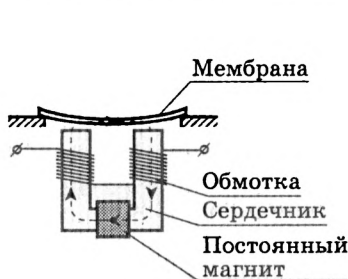


К задаче 14.10

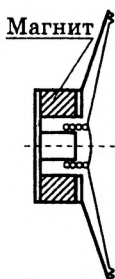


К задаче 14.11

- 14.12.** На рисунке изображены главные составляющие телефона в разрезе. Опишите его работу.



К задаче 14.12



К задаче 14.13



К задаче 14.14

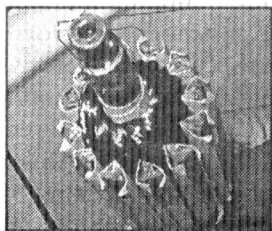
- 14.13.** Для чего в конструкции громкоговорителей предусмотрены постоянные магниты (см. рисунок)?

- 14.14.** Что будет происходить, если клеммы звуковой катушки громкоговорителя (см. рисунок) подключить к гальваническому элементу? Изменится ли что-то, если поменять полярность подключения гальванического элемента?

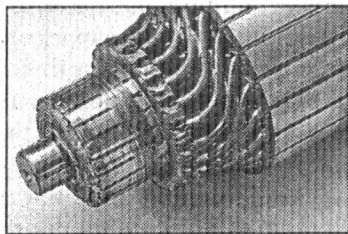
3-й уровень сложности

- 14.15.** Проволочная рамка с током в магнитном поле поворачивается в определенное положение и останавливается. Объясните, почему вращение рамки прекращается.
- 14.16.** Как определить полярность проводов для подключения к усилителю акустических систем без разбирания корпусов систем? Диффузоры громкоговорителей акустических систем открыты (то есть не закрыты решетками, тканью или чем-либо другим).

- ? 14.17. Почему роторы электродвигателей имеют не одну, а несколько независимых обмоток (см. рисунок)?



К задаче 14.17

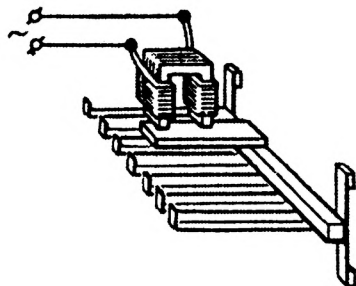
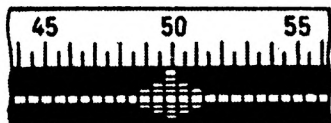


К задаче 14.18

- ? 14.18. Для чего в конструкции электродвигателей предусмотрены коллекторы — кольца с изолированными одна от другой парами медных контактов (см. рисунок)?

Задачи для любознательных

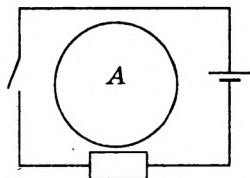
- ? 14.19. Для определения частоты переменного тока в осветительной сети используют частотомеры. На рисунке изображена шкала и внутреннее строение прибора. Объясните принципы действия прибора.



15. Электромагнитная индукция

Пример решения задачи

Задача. Внутри электрической цепи, которая состоит из источника тока, резистора и ключа, расположено замкнутое проволоочное кольцо *A* (см. рисунок). Появится ли индукционный ток в кольце, если замкнуть ключ? Какое направление будет у этого тока?



Решение:

Во время замыкания ключа в цепи возникает ток, направление которого противоположно направлению движения часовой стрелки, а сила тока возрастает от нуля до максимального значения. Этот ток создает магнитное поле, которое также усиливается. Направление магнитного поля можно определить с помощью правила буравчика: поле направлено к нам, то есть электрическая цепь с током похожа на магнит, обращенный к нам северным полюсом. Поскольку сила тока возрастает, это указывает на то, что предполагаемый магнит движется к нам, приближаясь северным полюсом к кольцу А. Известно, что если приближать магнит к кольцу (замкнутой катушке), в кольце возникает индукционный ток и кольцо также становится похожим на магнит, причем северный полюс этого магнита (кольца) будет направлен навстречу северному полюсу первого магнита (электрической цепи). Итак, еще раз воспользовавшись правилом буравчика, находим направление индукционного тока в кольце: по часовой стрелке.

Ответ: во время замыкания ключа в цепи в кольце возникает индукционный ток в направлении, которое совпадает с направлением движения часовой стрелки.

1-й уровень сложности

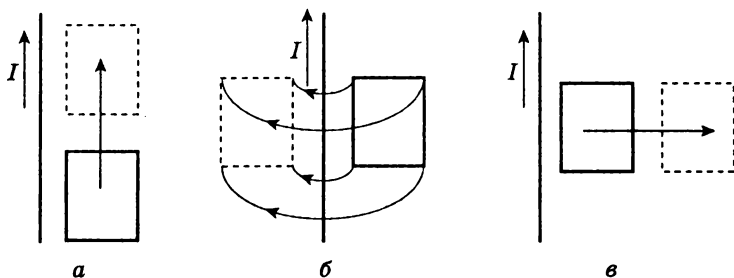
7 15.1. Полосовой магнит, подвешенный к динамометру, висит вертикально северным полюсом вниз. Будут ли изменяться показания динамометра, если к магниту снизу подносить медную пластину? картонную? Ответ обоснуйте.

7 15.2. Одинаковые ли усилия нужно приложить, чтобы вынуть полосовой магнит из замкнутой или незамкнутой проволочной катушки?

7 15.3. Сравните время падения полосового магнита сквозь замкнутую и незамкнутую проволочные катушки.

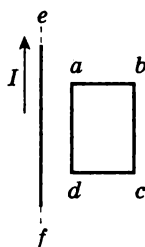
2-й уровень сложности

7 15.4. Возле прямого проводника, по которому течет ток, помещают замкнутую проволочную рамку (см. рисунок). В каком случае в рамке будет наблюдаться индукционный ток? Ответ обоснуйте.

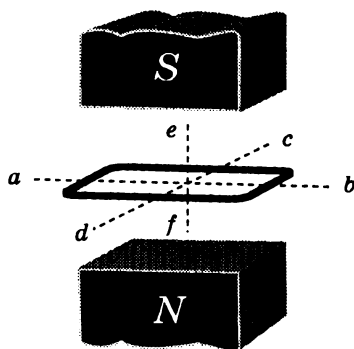


К задаче 15.4

- 15.5.** Замкнутую проводочную рамку, которая находится возле прямого проводника с током, начинают вращать вокруг оси ab , потом — bc , а потом — ef . В каком случае в рамке индукционный ток наблюдаться не будет? Ответ обоснуйте.

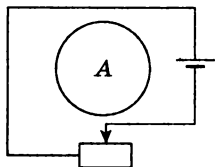


К задаче 15.5

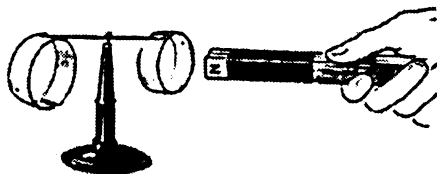


К задаче 15.6

- 15.6.** Между полюсами постоянного магнита находится замкнутая проводочная рамка (см. рисунок). Во время вращения относительно какой оси в рамке будет наблюдаться индукционный ток?
- 15.7.** Внутри электрической цепи, которая состоит из источника тока и реостата, расположено замкнутое проводочное кольцо A (см. рисунок). Ползунок реостата находится в среднем положении. Появится ли индукционный ток в кольце после того, как ползунок реостата сдвинут с места? На что будет влиять скорость передвижения ползунка? направление?

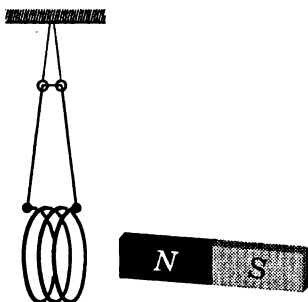


К задаче 15.7

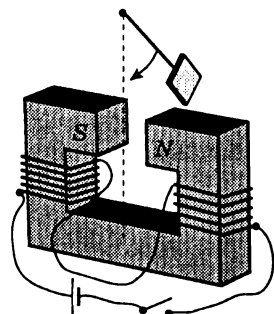


К задачам 15.10, 15.11

- 15.8.** В компасах с каким корпусом — пластмассовым или медным — колебания стрелки быстрее затухают?
- 15.9.** Почему стрелки электроизмерительных приборов магнитоэлектрической системы колеблются значительно слабее, если замкнуть клеммы приборов?
- 15.10.** Полосовой магнит поочередно подносят к сплошному и разрезанному алюминиевым кольцам (см. рисунок). Какое из колец реагирует и почему?
- 15.11.** Какое из алюминиевых колец — сплошное или разрезанное (см. рисунок) — прореагирует на то, что полосовой магнит будут удалять от него? Опишите поведение каждого кольца.
- 15.12.** К проволоочной замкнутой катушке, которая подвешена на гибких проводах, подносят полосовой магнит. Как будет вести себя катушка? Почему? Зависит ли ответ от того, каким полюсом магнит приближают к катушке?



К задаче 15.12



К задаче 15.13

- 15.13.** Между полюсами электромагнита начинает двигаться маятник, который представляет собой медную пластинку на изолирующем стержне (см. рисунок). Сравните продолжительность колебаний маятника до полной

остановки в случае, когда электромагнит подключен к источнику тока и когда он не подключен.

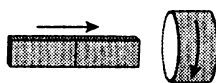
- 15.14.** Маятник представляет собой небольшой магнит, подвешенный на нити. Сравните продолжительность колебаний маятника до полного затухания, когда маятник находится над деревянным столом и когда он находится над алюминиевым листом.

3-й уровень сложности

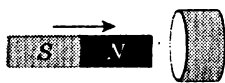
- 15.15.** В каком направлении нужно двигать полосовой магнит относительно замкнутой проволочной катушки, чтобы в ней возник индукционный ток, направление которого указано на рисунке?



К задаче 15.15



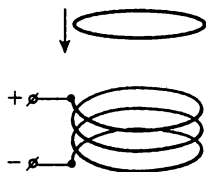
К задаче 15.16



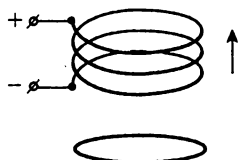
К задаче 15.17

- 15.16.** Обозначьте полюса полосового магнита, если при его приближении к замкнутой проволочной катушке в ней возникает индукционный ток, направление которого указано на рисунке.

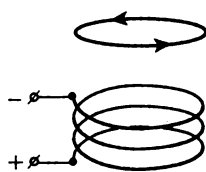
- 15.17.** Укажите направление индукционного тока, который возникает в замкнутой проволочной катушке, если к ней приближать полосовой магнит так, как указано на рисунке.



К задаче 15.18



К задаче 15.19



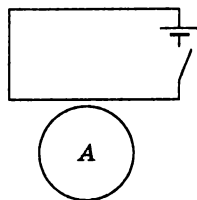
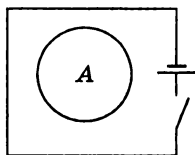
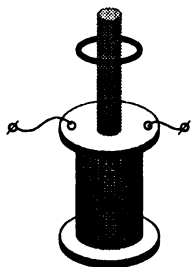
К задаче 15.20

- 15.18.** К проволочной катушке, которая подключена к источнику тока, подносят замкнутое проволочное кольцо (см. рисунок). В каком направлении в кольце будет протекать индукционный ток?

15.19. От замкнутого проволочного кольца отодвигают катушку, по которой течет ток (см. рисунок). Укажите направление индукционного тока в кольце.

15.20. Возле катушки, по которой течет электрический ток, расположено проволочное кольцо (см. рисунок). Как нужно изменять силу тока в катушке, чтобы в кольце начал протекать индукционный ток, направление которого указано на рисунке?

15.21. На сердечник проволочной катушки надето медное кольцо (см. рисунок). Как будет вести себя кольцо, если катушку подключить к источнику тока?



К задачам 15.21, 15.22

К задаче 15.23

К задаче 15.24

15.22. С сердечника проволочной катушки, по которой течет постоянный электрический ток, надо снять медное кольцо (см. рисунок). Одинаковые ли усилия нужно приложить в случае медленного или быстрого снятия кольца?

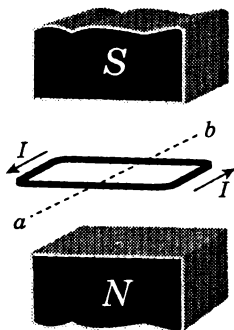
15.23. В каком направлении будет протекать индукционный ток в замкнутом проволочном кольце A , если замкнуть ключ (см. рисунок)?

15.24. Во время замыкания или размыкания ключа в замкнутом проволочном кольце A (см. рисунок) индукционный ток будет протекать в направлении движения часовой стрелки?

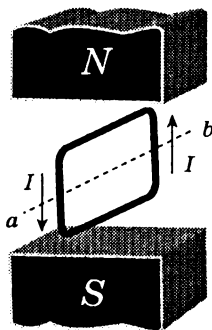
15.25. В каком направлении нужно поворачивать рамку вокруг оси ab , для того чтобы в рамке начал протекать индукционный ток в направлении, обозначенном на рисунке?

15.26. В каком направлении нужно вращать рамку вокруг оси ab , для того чтобы в рамке протекал индукционный ток в направлении, обозначенном на рисунке?

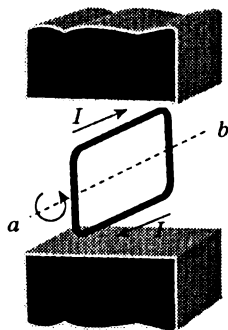
15.27. На рисунке указано направление индукционного тока в проводочной рамке, которая вращается между полюсами постоянного магнита против направления движения часовой стрелки вокруг оси ab (см. рисунок) в тот момент, когда рамка параллельна линиям магнитного поля магнита. Укажите расположения полюсов.



К задаче 15.25



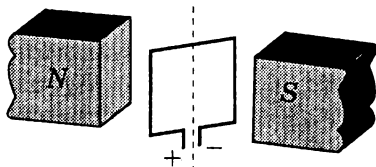
К задаче 15.26



К задаче 15.27

Задачи для любознательных

15.28. Укажите направление вращения проводочной рамки в магнитном поле постоянного магнита (см. рисунок), если на клеммах рамки полярность такая, как указано на рисунке. Рамка разомкнута



16. Строение атомного ядра. Ядерная энергия

Примеры решения задач

Задача 1. Определите состав ядра атома мышьяка.

Решение:

По таблице Менделеева определим номер мышьяка $Z = 33$ и его массовое число $A = 73$. Известно, что порядковый номер элемента в таблице Менделеева определяется количеством протонов в атомном ядре, а массовое число — это сумма количества протонов и нейтронов $A = Z + N$. Поэтому количество нейтронов в ядре мышьяка составляет $N = A - Z = 73 - 33 = 40$.

Ответ: ядро атома мышьяка состоит из 33 протонов и 40 нейтронов.

Задача 2. Сколько урана нужно для того, чтобы за счет энергии, которая выделяется при радиоактивном распаде атомов урана, 10 000 тонн воды нагреть на 10°C ? Масса атома урана составляет $3,9 \cdot 10^{-25}$ кг. Во время распада одного атома урана выделяется энергия, которая равна $3,2 \cdot 10^{-11}$ Дж.

Дано:

$$m_a = 10000 \text{ т} = 10^7 \text{ кг}$$

$$\Delta t = 10^\circ\text{C}$$

$$W_0 = 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$$

$$m_0 = 3,9 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$$

$$c_a = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$$

$$m_U - ?$$

Решение:

Искомая масса урана $m_U = Nm_0$. Количество атомов можно найти, если общую энергию, которая выделилась во время распада всех атомов, разделить на энергию одного распада:

$$N = \frac{W}{W_0}.$$

По условию задачи $W = c_a m_a \Delta t$. Отсюда

$$m_U = \frac{c_a m_a \Delta t}{W_0} m_0.$$

Проверим единицы:

$$[m_U] = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Дж}} \cdot \text{кг} = \text{кг}.$$

Определим числовое значение искомой величины:

$$m_U = \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot 10^7 \cdot 10}{3,2 \cdot 10^{-11}} 3,9 \cdot 10^{-25} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ (кг)} = 5 \text{ (г)}.$$

Ответ: $m_U = 5 \text{ г}$.

1-й уровень сложности

- ? 16.1. Как с помощью Периодической системы элементов определить, сколько протонов содержится в ядре атома азота?
- ? 16.2. Определите с помощью таблицы Менделеева количество нуклонов в ядре атома кислорода?
- ? 16.3. Пользуясь таблицей Менделеева, определите количество нейтронов в ядре атома неона.
- ? 16.4. Сколько протонов в ядре атома алюминия?
- ? 16.5. Сколько нейтронов в ядре атома бора?
- ? 16.6. Ядро атома какого элемента содержит 56 протонов?
- ? 16.7. Нейтральный атом какого элемента имеет в своем составе 34 электрона?
- ? 16.8. Определите состав ядра атома циркония?
- ? 16.9. Сколько протонов и сколько нейтронов входит в состав ядра атома лантана?
- ? 16.10. Какая частица имеет большую массу: протон или электрон? Во сколько раз большую?
- ? 16.11. Известно, что одна из двух частиц — нейтрон и электрон — имеет меньшую массу. Какая? Во сколько раз?
- ? 16.12. Почему в своих опытах Резерфорд использовал очень тонкую золотую фольгу?
- ? 16.13. Для чего Резерфорд использовал экран из сульфата цинка?

- ? 16.14. За счет какого взаимодействия протоны в ядрах атомов не разлетаются вследствие электрического отталкивания?

2-й уровень сложности

- ? 16.15. Может ли одна элементарная частица составлять нейтральный атом? Ион? Ответ объясните.
- ? 16.16. Ядром атома какого элемента является протон?
- ? 16.17. Почему атом водорода и протон имеют практически одинаковые массы?
- ? 16.18. Атом водорода и протон имеют практически одинаковые массы. А размеры?
- ? 16.19. Во сколько раз атом бора имеет большую массу, чем атом водорода?
- ? 16.20. Атом какого элемента имеет большую массу: гелия или железа? Во сколько раз большую?
- ? 16.21. Сколько частиц в ядре атома лития? Назовите их.
- ? 16.22. Сколько частиц в ядре атома меди? Назовите их.
- ? 16.23. Какой заряд имеет ядро атома серы?
- ? 16.24. Чему равен заряд ядра атома криптона?
- ? 16.25. Ядро атома какого элемента имеет заряд $8 \cdot 10^{-18}$ Кл?
- ? 16.26. Ядро атома некоторого элемента имеет заряд $4,8 \cdot 10^{-18}$ Кл. Что это за элемент?
- ? 16.27. Ядро атома урана-235 излучило нейтрон. Сколько нуклонов осталось в ядре атома?
- ? 16.28. В ядро атома какого элемента превратится ядро атома титана, если к нему прибавить один протон?
- ? 16.29. От ядра атома бария оторвали один протон. В ядро атома какого элемента превратилось ядро атома бария?
- ? 16.30. Какие изменения произойдут с ядром атома ксенона, если оно утратит один нейтрон?
- ? 16.31. Сколько энергии выделится во время радиоактивного распада всех атомов урана, которые содержатся в 1,95 кг урана? Масса атома урана составляет $3,9 \cdot 10^{-25}$ кг. Во время распада одного атома урана выделяется энергия, которая равна $3,2 \cdot 10^{-11}$ Дж.

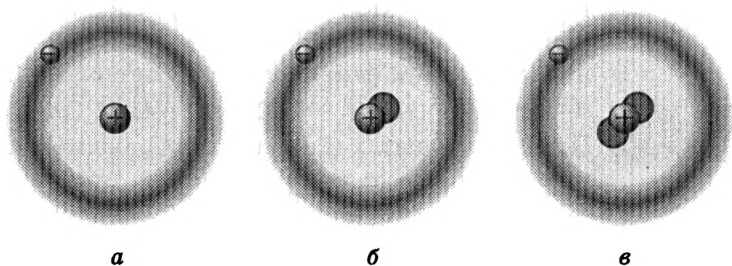
16.32. Какую массу урана нужно израсходовать, чтобы при радиоактивном распаде всех атомов урана выделилась энергия $6,2 \cdot 10^{14}$ Дж. Масса атома урана составляет $3,9 \cdot 10^{-25}$ кг. Во время распада одного атома Урана выделяется энергия, которая равна $3,2 \cdot 10^{-11}$ Дж.

16.33. Почему Резерфорд использовал как «снаряды» для «обстрела» атомов золота α -частицы?

16.34. Почему в опыте Резерфорда ядра атомов золота отклонили назад α -частицы, которые налетали на них?

3-й уровень сложности

16.35. На рисунке схематично изображены три нейтральных атома. Чем они похожи и чем отличаются?



16.36. В каком из приведенных случаев два ядра обязательно принадлежат атомам одного элемента: а) количество нуклонов в ядрах одинаковое; б) количество протонов в ядрах одинаковое; в) количество нейтронов в ядрах одинаковое?

16.37. Есть два ядра, в которых количество нуклонов равно 88 и 89. В каком случае эти ядра будут ядрами атомов одного элемента: если ядра содержат по 39 протонов или по 50 нейтронов?

16.38. Если отдельные нуклоны приблизить друг к другу на очень маленькое расстояние, они притягиваются и образуют новое ядро. Какой вывод можно сделать о свойствах тех сил, которые удерживают отдельные нуклоны внутри ядра?

16.39. Известно, что большие ядра очень неустойчивые. Почему вероятность распада некоторых больших ядер

значительно увеличивается, если они поглощают нейтрон и начинают колебаться как капля жидкости?

16.40. На какую высоту можно поднять каменную глыбу массой 1000 тонн за счет энергии, которая выделяется во время радиоактивного распада 1 г урана? В 1 г урана содержится около $2,6 \cdot 10^{21}$ атомов урана. Во время распада одного атома урана выделяется энергия, которая равна $3,2 \cdot 10^{-11}$ Дж.

16.41. На сколько градусов можно нагреть 1 000 тонн воды за счет энергии, которая выделяется при радиоактивном распаде 1 г урана? В 1 г урана содержится около $2,6 \cdot 10^{21}$ атомов урана. При распаде одного атома урана выделяется энергия, которая равна $3,2 \cdot 10^{-11}$ Дж.

16.42. Сравните массы каменного угля и урана, которые используют на тепловой и атомной электростанциях одинаковой мощности. При распаде одного атома урана выделяется энергия, которая равна $3,2 \cdot 10^{-11}$ Дж. Удельная теплота сгорания каменного угля составляет 27 МДж/кг. Масса атома урана составляет $3,9 \cdot 10^{-25}$ кг.

16.43. Почему в опытах Резерфорда большинство α -частиц проходила сквозь золотую фольгу, практически не отклонившись от первоначального направления?

16.44. Какой вывод сделал Резерфорд, после того, как стало известно, что отдельные положительно заряженные α -частицы были отброшены назад золотой фольгой, которая использовалась в опыте как мишень?

16.45. Отдельные α -частицы в опытах Резерфорда довольно сильно отклонялись от первоначального направления движения, а некоторые из них были отброшены даже назад. Почему количество таких частиц было незначительным?

Задачи для любознательных

16.46. Известно, что естественный хлор состоит из двух типов атомов, которые отличаются количеством нейтронов в ядре: Хлор-35 и Хлор-37. Этим объясняется атомная масса естественного хлора, которая не является целочисленной: 35,5. Определите процентное содержание в естественном хлоре атомов Хлора-35.

17. Радиоактивность.

Радиоактивные превращения

Примеры решения задач

Задача 1. Ядро радиоактивного атома ${}^{232}_{90}\text{Th}$ превратилось в ядро атома ${}^{212}_{83}\text{Bi}$. Сколько распадов произошло в течение этого превращения?

Решение:

Во время α -распада массовое число ядра уменьшается на 4, а порядковый номер ядра уменьшается на 2, во время β -распада массовое число ядра не изменяется, а порядковый номер ядра увеличивается на 1. Для обеспечения указанного в условии превращения нужно 5 α -распадов (именно такое количество α -распадов обеспечит указанное изменение массового числа $232 - 212 = 20 = 5 \cdot 4$) и 3 β -распада (именно такое количество β -распадов частично компенсирует изменение порядкового номера ядра $5 \cdot 2 - 3 = 7 = 90 - 83$).

Ответ: 5 α -распадов и 3 β -распада.

Задача 2. Постоянная распада ядер атомов радиоактивного Тория-229 равна $3 \cdot 10^{-12} \text{ с}^{-1}$. Какова активность радиоактивного препарата, если в нем содержится $1,5 \cdot 10^{28}$ атомов Тория-229?

Дано:

$$\lambda = 3 \cdot 10^{-12} \text{ с}^{-1}$$

$$N = 1,5 \cdot 10^{28}$$

$A = ?$

Решение:

В соответствии с определением активности, $A = \lambda N$. Определим числовое значение искомой величины:

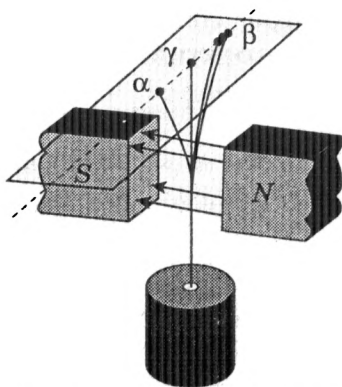
$$A = 3 \cdot 10^{-12} \cdot 1,5 \cdot 10^{28} = 4,5 \cdot 10^{16} \text{ (Бк)}.$$

Ответ: активность препарата составляет $4,5 \cdot 10^{16}$ Бк.

1-й уровень сложности

17.1. Небольшое количество радия находится на дне канала в куске свинца. Из канала выходит узким пучком радиоактивное излучение (см. рисунок). Почему оно разделяется на три части, если на пути пучка создать магнитное поле?

17.2. Какая часть радиоактивного излучения, которое выходит из контейнера с радиоактивным радием, не отклоняется в магнитном поле (см. рисунок)?



К задачам 17.1, 17.2, 17.25

- 17.3.** Во что превращаются α -частицы, когда поглощаются веществом?
- 17.4.** Как меняются в результате β -распада номер элемента в таблицы Менделеева и количество нуклонов в ядре?
- 17.5.** Ядро атома испустило α -частицу. Как изменились номер элемента в таблицы Менделеева и количество нуклонов в ядре?
- 17.6.** Как меняется количество атомов радиоактивного элемента с течением времени?
- 17.7.** Как меняется активность радиоактивного препарата с течением времени?
- 17.8.** Сколько должно пройти периодов полураспада, чтобы количество радиоактивных атомов уменьшилась в 4 раза?
- 17.9.** Сколько должно пройти периодов полураспада, чтобы количество радиоактивных атомов уменьшилась в 16 раз?

2-й уровень сложности

- 17.10.** Как будет вести себя стрелка электроскопа, если внутрь шара электроскопа направить β -излучение?
- 17.11.** Электроскоп сначала зарядили потертой о шерсть эбонитовой палочкой, а потом направили на шар электроскопа β -излучение. Как будет вести себя стрелка электроскопа?

- 17.12.** Изменится ли поведение стрелки электроскопа (см. предыдущую задачу), если на шар электроскопа направить α -излучение?
- 17.13.** В верхних слоях атмосферы под действием космических лучей образуется радиоактивный изотоп углерода-14. В какой элемент он превращается при β -распаде? Напишите уравнения реакции.
- 17.14.** Ядро какого элемента образовалось после β -распада ядра атома ${}^{225}_{88}\text{Ra}$? Напишите уравнение реакции.
- 17.15.** Радиоактивное ядро атома ${}^{233}_{92}\text{U}$ подверглось α -распаду. Ядро какого элемента образовалось? Напишите уравнение реакции.
- 17.16.** Ядро какого элемента образовалось после α -распада ядра атома ${}^{220}_{86}\text{Rn}$? Напишите уравнение реакции.
- 17.17.** Постоянная распада радиоактивного йода-131 равна $9,98 \cdot 10^{-7} \text{ с}^{-1}$, а радиоактивного кобальта-60 — $4,15 \cdot 10^{-9} \text{ с}^{-1}$. Для какого из этих элементов промежуток времени, за который первичное количество радиоактивных атомов сократится вдвое, будет больше? Во сколько раз больше?
- 17.18.** Промежуток времени, за который количество радиоактивных атомов радия-226 сократилась на четверть, в 53 раза больше, чем аналогичный промежуток времени для радиоактивных атомов цезия-137. У какого из этих элементов большая постоянная радиоактивного распада? Во сколько раз больше?
- 17.19.** Постоянная распада радиоактивного плутония-239 равна $9,01 \cdot 10^{-13} \text{ с}^{-1}$. Сколько распадов за 1 с произойдет в радиоактивном препарате плутония-239, если в нем содержится $1,5 \cdot 10^{23}$ атомов?
- 17.20.** Постоянная распада радиоактивного тория-230 равна $2,68 \cdot 10^{-13} \text{ с}^{-1}$. Сколько распадов за 1 с произойдет в радиоактивном препарате тория-230, если в нем содержится $7,5 \cdot 10^{24}$ атомов?

17.21. Постоянная распада радиоактивного урана-235 равна $3,14 \cdot 10^{-17} \text{ с}^{-1}$. Сколько атомов урана-235 содержится в радиоактивном препарате, если его активность составляет 160 Бк?

17.22. Постоянная распада радиоактивного нептуния-237 равна $9,98 \cdot 10^{-15} \text{ с}^{-1}$. Сколько атомов нептуния-237 содержится в радиоактивном препарате, если его активность составляет 500 Бк?

17.23. Период полураспада цезия-137 равен 30 лет. Какая часть атомов этого изотопа останется через 180 лет?

17.24. Период полураспада йода-131 равен 8 суток. Какая часть атомов этого изотопа распадется за 32 суток?

3-й уровень сложности

? 17.25. Если на пути радиоактивного излучения, которое выходит из контейнера с радиоактивным радиом, создать магнитное поле, то произойдет разделение противоположно заряженных α - и β -частиц (см. рисунок). Внутри источников тока также происходит разделение противоположных зарядов. Можно ли считать установку, которая изображена на рисунке, источником тока?

? 17.26. Две металлические пластины поместили на пути радиоактивного излучения в магнитном поле так, что на одну пластину попадают α -частицы, а на другую — β -частицы. Что покажет гальванометр, если его соединить с пластинками?

? 17.27. Ядро атома ${}_{83}^{218}\text{Bi}$ образовалось после трех последовательных α -распадов. Из какого ядра оно образовалось?

? 17.28. Ядро радиоактивного атома ${}_{90}^{228}\text{Th}$ образовалось после двух последовательных β -распадов. Из какого ядра оно образовалось?

? 17.29. Ядро радиоактивного атома ${}_{88}^{228}\text{Ra}$ превратилось в ядро атома ${}_{82}^{212}\text{Pb}$. Сколько произошло α - и β -распадов во время этого превращения?

7 17.30. Ядро радиоактивного атома $^{229}_{90}\text{Th}$ превратилось в ядро атома $^{209}_{83}\text{Bi}$. Сколько произошло α - и β -распадов во время этого превращения?

17.31. Активность препарата тория в начале опыта составляла 1500 Бк. Сколько распадов атомов тория происходит в первую минуту? Какой станет активность этого препарата, если распадётся 75 % всех атомов тория?

17.32. Активность препарата полония в начале опыта была 9600 Бк. Сколько распадов атомов полония происходит в первые 7 минут? Какой станет активность препарата после того, как $2/3$ всех атомов полония распадутся?

17.33. Постоянная распада радиоактивного плутония-238 равна $2,55 \cdot 10^{-10} \text{ с}^{-1}$. Во время распада каждого ядра выделяется энергия $9 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$. Сколько энергии выделяется каждую секунду в образце, который содержит 5 мг плутония? Масса атома плутония-238 составляет $3,97 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$.

17.34. Два раствора в начальный момент содержали одинаковое количество радиоактивных атомов. Период полураспада атомов первого раствора равен 20 мин, а другого раствора — 60 мин. Определите отношение количеств радиоактивных атомов в растворах через 4 часа.

17.35. Два раствора в начальный момент содержали одинаковое количество радиоактивных атомов. Период полураспада атомов первого раствора равен 35 суток, а другого раствора — 10 суток. Определите отношение количеств радиоактивных атомов в растворах через 10 недель.

18. Использование радиационных технологий. Биологическое действие радиации

Пример решения задачи

Задача. После Чернобыльской аварии отдельные участки электростанции имели радиоактивное загрязнение с мощностью поглощенной дозы 7,5 Гр/ч. За какое время пребывания человек мог получить на этих участках смертельную экспозиционную дозу

в 5 Зв? Считайте, что коэффициент качества радиоактивного излучения равен 1.

Дано:

$$P_D = 7,5 \text{ Гр/ч} =$$

$$= 0,125 \text{ Гр/с}$$

$$D = 5 \text{ Зв}$$

$$t = ?$$

Решение:

Поскольку $P_D = \frac{D}{t}$, для искомого времени получаем:

$$t = \frac{D}{P_D}.$$

Проверим единицы:

$$[t] = \frac{\text{Зв}}{\text{Гр/с}} = \text{с}.$$

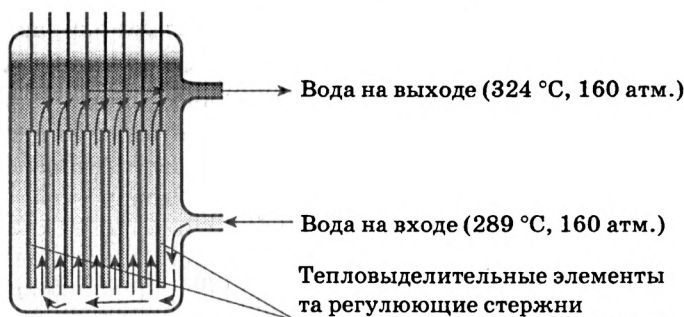
Определим числовое значение искомой величины:

$$t = \frac{5}{0,125} = 40 \text{ (с)}.$$

Ответ: $t = 40 \text{ с}$.

1-й уровень сложности

18.1. Зачем прокачивать воду через работающий ядерный реактор ядерной электростанции (см. рисунок)?



18.2. В каком виде выделяется энергия при протекании ядерных реакций внутри работающего ядерного реактора?

18.3. Как с помощью радиоактивного изотопа йода исследуют функционирование щитовидной железы?

18.4. Как с помощью радиоактивного изотопа фосфора исследуют злокачественные опухоли в организме человека?

- 18.5.** Как γ -излучение «помогает» осуществлять автоматическое регулирование заполнения железнодорожных вагонов рудой?
- 18.6.** На каком свойстве γ -лучей основана γ -дефектоскопия?
- 18.7.** Как γ -излучение используют при стерилизации медицинских инструментов?
- 18.8.** Зачем продукты питания, прежде чем упаковать их в герметичную тару, подвергают действию γ -излучения?
- 18.9.** Есть ли на Земле места, где нет естественного радиоактивного фона?
- 18.10.** Где естественный радиоактивный фон выше: около гранитных карьеров или на поверхности моря?
- 18.11.** Как будет меняться естественный радиоактивный фон по мере подъема на воздушном шаре?
- 18.12.** После захвата нейтрона ядро атома урана-238 излучило электрон. Ядро какого атома образовалось?

2-й уровень сложности

- 18.13.** Значение поглощенной или экспозиционной дозы позволяет вычислить, на сколько градусов нагреется тело за счет энергии радиоактивного излучения?
- 18.14.** Может ли значение экспозиционной дозы однозначно определить количество отрицательных ионов, которые образовалось в теле во время облучения его радиоактивным излучением?
- 18.15.** Радиоактивное излучение, которое поглощается веществом, нагревает вещество и ионизирует атомы этого вещества. Что более опасно для живых организмов — нагревание или ионизация под влиянием поглощенного излучения?
- 18.16.** Вычислите поглощенную двумя литрами воды дозу излучения, если вследствие поглощения этой дозы вода нагрелась на $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 18.17.** Какую дозу излучения поглотила ледяная глыба массой 10 кг , если вследствие облучения она нагрелась на $0,03\text{ }^{\circ}\text{C}$?

18.18. На сколько градусов нагреется человеческое тело, если человек получит дозу 0,02 Гр? Можно считать удельную теплоемкость человеческого тела равной $4000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$.

18.19. Алюминиевый лист был подвергнут действию радиоактивного излучения и поглотил дозу 0,5 Гр. На сколько нагрелся лист?

18.20. Какие частицы обязательно вылетают вместе с ядрами-осколками во время цепной реакции деления ядер атомов Урана?

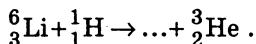
18.21. Протонами облучают алюминиевую мишень. При этом вылетают α -частицы. В ядра атомов какого элемента превращаются ядра атомов алюминия? Напишите уравнение реакции.

18.22. Радиоактивный изотоп углерода-14 образуется в верхних слоях атмосферы под действием космических лучей из ядер атомов азота-14. Одновременно образуются ядра атомов водорода. Какие именно частицы вызывают образование ядер атомов углерода-14? Напишите уравнение реакции.

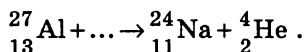
18.23. Какой частицей надо «обстрелять» ядро атома лития ${}^7_3\text{Li}$, чтобы получить ядро атома бериллия ${}^8_4\text{Be}$ и нейтрон? Напишите уравнение реакции.

18.24. После бомбардировки α -частицами ядра атома бериллия ${}^9_4\text{Be}$ вылетает нейтрон. Ядро атома какого элемента при этом образуется? Напишите уравнение реакции.

18.25. Допишите уравнение ядерной реакции



18.26. Допишите уравнение ядерной реакции



3-й уровень сложности

18.27. Во время работы с радиоактивными препаратами лаборант подвергается облучению с мощностью поглощенной

дозы 0,02 мкГр/с. Какую дозу облучения получает лаборант в течение рабочей смены продолжительностью 4 часа?

18.28. За 2 часа поглощенная доза облучения составляет 4 мГр. Какова средняя мощность поглощенной дозы за это время?

18.29. В лаборатории есть радиоактивное загрязнение с мощностью поглощенной дозы 2,5 Гр/ч. Какова продолжительность безопасного пребывания в лаборатории? Считайте, что коэффициент качества радиоактивного излучения равен 1.

18.30. Во время ликвидации Чернобыльской аварии пребывания человека на отдельных участках зоны аварии на протяжении 10 с приводило к тому, что он получал дозу облучения 1 Зв. Какой была мощность поглощенной дозы на этих участках? Считайте, что коэффициент качества радиоактивного излучения равен 1.

18.31. Безопасной эквивалентной дозой ионизирующего облучения является 15 мЗв/год. Какой мощности поглощенной дозы для γ -излучения это соответствует?

18.32. Работник рентгеновской лаборатории получил за год эквивалентную дозу ионизирующего облучения 3,6 мЗв. Какая средняя мощность поглощенной дозы рентгеновского излучения в его лаборатории, если продолжительность работы с рентгеновским аппаратом в течение дня составляет 1 ч, а количество рабочих дней за год составляет 250?

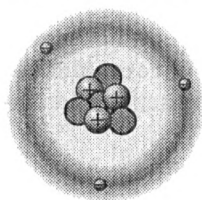
18.33. Почему для осуществления цепной ядерной реакции деления ядер атомов урана надо иметь определенное количество урана?

18.34. Для того чтобы в образце урана состоялась цепная ядерная реакция деления ядер атомов, надо существенно повысить содержание атомов урана-235. Объясните, почему это нужно сделать.

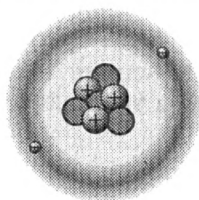
ОТВЕТЫ, УКАЗАНИЯ, РЕШЕНИЯ

1.1. Вокруг ядра в электронных оболочках. 1.2. В ядре. 1.3. Ядро. 1.4. В электронных оболочках. 1.5. 11 протонов. 1.6. 9 электронов. 1.7. а) Становится положительно заряженным ионом; б) становится отрицательно заряженным ионом. 1.8. Атом получил дополнительно один или несколько электронов. 1.9. Атом потерял один или несколько электронов. 1.10. Положительно заряженный. 1.11. Отрицательно. 1.12. Уменьшилась. 1.13. Увеличилась. 1.14. Заряд перешел на другие тела. Общий заряд остался неизменным. 1.15. Часть заряда перешла на второй листок. 1.16. Согласно закону сохранения заряда общий заряд монеток до соприкосновения равнялся нулю. 1.17. Заряды монеток равны по модулю и знаку. 1.18. Шелковые нити — хорошие диэлектрики. 1.19. Резина не проводит электричества.

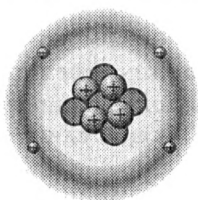
1.20. Резиновый коврик предотвращает прохождение электричества через тело человека. 1.21. Подставки выполняет роль изолятора. 1.22. Один протон в ядре и один электрон в электронной оболочке. 1.23. Два протона и два нейтрона в ядре и два электрона в электронной оболочке. 1.24. а) Положительно заряженный ион; б) нейтральный атом; в) отрицательно заряженный ион. 1.25. б) Положительно заряженный ион гелия; в) отрицательно заряженный ион гелия; г) ядро атома гелия. 1.26. Нейтральный атом — рисунок а, положительно заряженный ион — рисунок б. 1.27. Нейтральный атом — рисунок а, положительно заряженный ион — рисунок б. 1.28. $+17e$. 1.29. 79 электронов. 1.30. $+3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл. 1.31. $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. 1.32. Протонов больше. 1.33. Электронов больше. 1.34. Одинаковое количество.



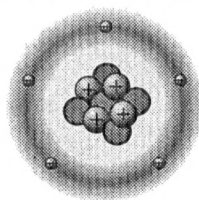
а



б



а



б

К задаче 1.26

К задаче 1.27

1.35. Увеличился на $+1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. 1.36. По абсолютному значению уменьшился на $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл (если ион был однозарядным, он превратится в нейтральный атом). 1.37. Однозарядный положительно заряженный ион. 1.38. Нейтральный атом. 1.39. Отрицательно заряженный ион.

1.40. Нет, заряд иона не может быть меньше элементарного. 1.41. Нет, заряд иона не может составлять дробное число элементарных зарядов. 1.42. Нет. 1.43. Нет. 1.44. После прикосновения палочки чашка приобрела отрицательный заряд, после перенесения в металлическую мойку — потеряла его. 1.45. После прикосновения палочки шарик приобрел положительный заряд, после прикосновения пальца — потерял его. 1.46. Количество электронов уменьшалось, количество протонов не изменялось. 1.47. Притронуться незаряженным шариком к заряженному. Заряд разделится пополам. 1.48. При расчесывании электроны с поверхности волосков переходят на поверхность гребешка: тела приобретают одинаковые по модулю, но противоположные по знаку заряды. Противоположные по знаку заряды притягиваются друг к другу. 1.49. При вытягивании листа бумаги из пластикового файла электроны переходят с поверхности одного тела на поверхность второго. Лист и файл приобретают одинаковые по модулю, но противоположные по знаку заряды. 1.50. Отталкиваться потому, что палочки имеют одинаковые по знаку заряды. 1.51. Притягиваться друг к другу, поскольку заряды палочек будут разными по знаку. 1.52. Потереть палочку о платок и медленно подносить к шарiku. В случае отталкивания шарик заряжен отрицательно, притяжения — положительно. 1.53. Отрицательный. 1.54. Шарик *a* отталкивается от центрального тела, поэтому имеет положительный заряд, шарик *b* — отрицательный. По модулю заряды шариков одинаковые, поскольку они находятся на одинаковом расстоянии от центрального тела и взаимодействуют одинаково (угол наклона нитей одинаковый). 1.55. Оба шарика имеют отрицательный заряд, по модулю заряд шарика *b* больший. 1.56. Уменьшится. 1.57. Тело было заряжено отрицательно. При прикосновении шарика тело передало ему отрицательный заряд, который по модулю вдвое больше суммарного положительного заряда шариков до начала опыта: шарики после соприкосновения получили по модулю такой же заряд, как и первоначальный. 1.58. $3,2 \cdot 10^{-10}$ Кл. 1.59. $4,8 \cdot 10^{-10}$ Кл. Они будут отталкиваться.

1.60. Металл — хороший проводник, и потому заряды «стекают» по металлическому гребешку. 1.61. Резиновые перчатки не дают

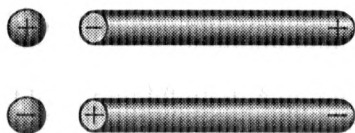
«стекать» заряду с палочки. 1.62. Эти электроны могут свободно передвигаться по металлу и потому называются «свободными». 1.63. Положительно заряженные ионы. 1.64. Благодаря проводимости воздуха наэлектризованные тела будут быстро терять заряды. 1.65. Это нейтральная частица: атом тяжелого водорода. 1.66. $+$. 1.67. $-$. 1.68. Например, прикоснуться к незаряженному телу, а потом поднести друг к другу. Если первоначально первое тело было заряжено, то они начнут отталкиваться. 1.69. Например, притяжение и отталкивание заряженных тел. 1.70. Капли также заряжены положительно; это приводит к тому, что они будут отталкиваться друг от друга, и вода будет разбрызгиваться. 1.71. То, что капли будут заряженные, приведет к большему разбрызгиванию. Знак заряда не имеет значения. 1.72. Капельки краски притягиваются к поверхности детали, не пролетают мимо и с большей силой ударяются о нее. Слой краски становится более равномерным и прочным, потери краски уменьшаются. 1.73. $+2,4 \cdot 10^{-7}$ Кл. 1.74. $-7,7 \cdot 10^{-7}$ Кл. Пластины будут отталкиваться. 1.75. Например, коснуться каким-нибудь телом одного из двух шариков, которые предварительно заряжены зарядами одного знака и подвешены на шелковых нитях в одной точке. Если после прикосновения шарики сойдутся, а потом разойдутся, то тело, которым касались, — проводник. В противном случае взаимное расположение шариков существенно не изменится. 1.76. Во втором случае высота подскока будет большей. Знак заряда значения не имеет.

2.1. Шарик имеет отрицательный заряд. 2.2. Пластина имеет положительный заряд. 2.3. Заземление. 2.4. Электризация трением (прикосновением). 2.5. По знаку — отрицательный, по модулю — такой же, как стеклянная палочка. 2.6. Всегда. Если тела сначала не были заряжены, то они приобретают одинаковые по модулю, но противоположные по знаку заряды. 2.7. Электризация влиянием. 2.8. Модули зарядов одинаковые (если шар был незаряженным), сторона, которая ближе расположена к палочке, приобретает отрицательный заряд, противоположная сторона — положительный заряд. 2.9. Исследователь и шар получили определенный заряд: этим объясняется, какой вид имеют волосы исследователя и бумажные ленты на поверхности шара. 2.10. Шар и стержень электроскопа нужно изготавливать из металла, корпус электроскопа — из пластика. 2.11. Увеличивается. 2.12. Поскольку электроскоп разряжается. 2.13. Прикрепить к поверхности заряженного тела длинные ворсинки. Тогда можно увидеть

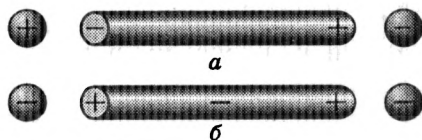
действие электрического поля на ворсинки. **2.14.** Электрическое поле зарядов на поверхности кинескопа электризует пыль (электризация влиянием), и она притягивается к поверхности кинескопа. **2.15.** Под влиянием электрического поля пыль электризуется влиянием и притягивается к заряженным металлическим стержням. **2.16.** Положительный. **2.17.** Вниз, к отрицательно заряженной пластине. **2.18.** $F = mg = 2 \text{ мкН}$. **2.19.** 0,4 мг.

2.20. Некоторые атомы теряют электроны и превращаются в положительно заряженные ионы. **2.21.** В отрицательно заряженные ионы. **2.22.** Нет. **2.23.** Для увеличения площади контакта. **2.24.** В момент прикосновения тел заряд распределяется по поверхностям этих тел. Чем больше площадь поверхности, тем больший заряд получает тело. **2.25.** Практически весь заряд переходит к земле потому, что площадь поверхности Земли весьма большая. **2.26.** Приобретает. **2.27.** Для того чтобы заряд, который переносит молния, получала Земля. **2.28.** Для того чтобы на корпусе не накапливались опасные для человека заряды. **2.29.** См. рисунок.

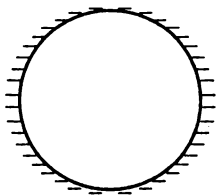
2.30. См. рисунок. **2.31.** Листочки фольги приобретают одноименные заряды и отталкиваются. **2.32.** Одноименные заряды отталкиваются независимо от знака. **2.33.** В шаре, стержне электрометра и листочках фольги наблюдается электризация влиянием: шар приобретает заряд противоположного знака заряду тела, а листочки фольги — того же знака. Одноименно заряженные листочки фольги отталкиваются. **2.34.** Отрицательный. **2.35.** Надо наэлектризованную о шелк стеклянную палочку поднести к шару электрометра. Если отклонение стрелки увеличится, то электрометр заряжен положительно, если уменьшится — отрицательно. **2.36.** Наэлектризованную палочку надо поднести к шару электрометра, не касаясь его, а с другой стороны дотронуться рукой. Электрометр приобретет положительный заряд. **2.37.** Одноименные заряды отталкиваются и поэтому располагаются на поверхности. **2.38.** Нет. Если бы поле было, оно бы заставило двигаться свободные электроны, которых в металле достаточное количество. **2.39.** На поверхности, см. рисунок.



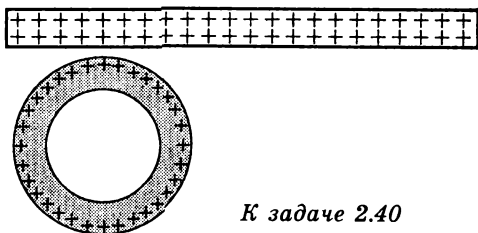
К задаче 2.29



К задаче 2.30



К задаче 2.39



К задаче 2.40

2.40. После свертывания в цилиндр все заряды перейдут на внешнюю поверхность цилиндра, см. рисунок. **2.41.** Угол увеличился потому, что шарики отталкиваются не только друг от друга, но и от листа. Т.е. заряд шариков совпадает с зарядом листа. **2.42.** Левый заряжен положительно, правый — отрицательно. **2.43.** Касаясь пластины, шарик приобретает заряд того же знака и притягивается к другой пластине. Потом это повторяется при соприкосновении с другой пластиной. **2.44.** Можно благодаря электризации влиянием. **2.45.** Нет, внешнее электрическое поле будет перемещать электроны в металле, из которого изготовлена банка, до тех пор, пока в металле будет поле. После прекращения движения внутри проводника электрического поля не будет. **2.46.** Электрическое поле палочки вызывает перераспределение зарядов, и более близкий к палочке заряд противоположного знака притягивается сильнее, чем отталкивается заряд того же знака на противоположном конце клочка. **2.47.** К заряженной стеклянной палочке будет притягиваться и незаряженный шарик. **2.48.** Независим от знака заряда тела, которое подносят, и от длины стержня из-за перераспределения зарядов в стержне металлический шарик будет от него отталкиваться. **2.49.** Нужно поднести положительно заряженное тело, отрицательный заряд стержня сместится влево, и шарик не будет отталкиваться от него.

2.50. Если заряд маленького шарика таков, что способен вызвать заметное перераспределение зарядов в большом шаре, то может наблюдаться притяжение. **2.51.** Увеличится. **2.52.** Уменьшится. **2.53.** Чтобы «снять» заряд с поверхности палочки. **2.54.** Полым потому, что заряды все равно располагаются на поверхности; с отверстием потому, что такой шар легче заряжать: после касания шара внутри заряженным телом полученный шаром заряд выходит на поверхность и не мешает добавлению следующей порции заряда. **2.55.** Весь заряд. **2.56.** В сухом. **2.57.** Там повышенная влажность и есть пыль в воздухе. **2.58.** Открытый огонь является источником свободных носителей зарядов. Эти заряды превращают воздух в проводник.

2.59. Заряженное тело вызовет перераспределение зарядов в стеках банки, и на ее внешней поверхности появятся заряды того же знака, что и заряд центрального тела. Поэтому в пространстве вокруг банки будет существовать электрическое поле. Если поднести заряженное тело к консервной банке снаружи, то за счет перераспределения зарядов на поверхности банки внутри нее поля не будет.

2.60. Привести шарики в соприкосновение и поднести не касаясь заряженную палочку. Она вызовет в шариках перераспределение зарядов: один шарик станет положительно заряженным, другой — отрицательно. Не убирая палочки, разъединить шарики.

2.61. Предварительно были заряжены не только шар, но и корпус электрометра.

2.62. Стрелка будет отклоняться потому, что электрическое поле заряженного корпуса будет вызывать перераспределение зарядов в шаре и стержне электрометра.

2.63. Предварительно зарядить не только шар, но и корпус электрометра.

2.64. Поднести шарик к палочке, не касаясь ее, и, касаясь пальцем, зарядить шарик. Теперь передать весь заряд шару электрометру, касаясь внутренней поверхности шара. Потом действие повторить много раз. Таким образом можно передать электрометру весьма большой заряд.

3.1. Для обеспечения определенной силы упругости, которая уравнивала силу электрического взаимодействия шариков.

3.2. Угол закручивания упругой нити. **3.3.** Увеличится в 9 раз.

3.4. Уменьшилась в 4 раза. **3.5.** 45 мкН. **3.6.** 45 мкН. **3.7.** Увеличится в 4 раза.

3.8. Не изменится. **3.9.** Уменьшится. **3.10.** На q_1 — уменьшится (даже может изменить направление и стать по модулю больше, чем была), на q_2 — увеличивается.

3.11. 150 или -150 нКл. **3.12.** 5 или -5 нКл. **3.13.** Сила притяжения поменяется на силу отталкивания. Модуль силы увеличится в 3 раза.

3.14. Сила притяжения поменяется на силу отталкивания. Модуль силы увеличится в 2 раза.

3.15. Сила притяжения поменяется на силу отталкивания. Модуль силы уменьшится в 16/9 раза.

3.16. 58 мкН. **3.17.** $8,3 \cdot 10^{11}$. **3.18.** 5 см. **3.19.** 18 мг.

3.20. 760 мкН, 40 мкН. **3.21.** На расстоянии 3 см от меньшего заряда.

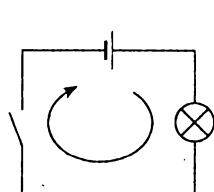
3.22. Положительный заряд 2,25 нКл на расстоянии 4 см за отрицательным зарядом -1 нКл.

3.23. Если шарикам передать заряд q , то заряд каждого будет $q_1 = nq, q_2 = kq$, где $n+k=1, 0 < n < 1, 0 < k < 1$. Произведение зарядов шариков $q_1 q_2 = nkq^2$ будет максимальным при максимальном значении произведения nk . Известно, что если слагаемое двух позитивных чисел задано,

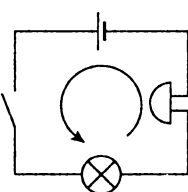
максимальное значение их произведения получим при равенстве чисел. Отсюда имеем $n = k = \frac{1}{2}$. Это означает, что, для того чтобы сила взаимодействия была максимальной, заряды шариков должны быть равными. Это справедливо при условии одинаковости шариков. **3.24.** 5,6 нКл и -1,6 нКл или -5,6 нКл и 1,6 нКл.

4.1. Двигаются хаотически. **4.2.** Возникает. **4.3.** Возникает. **4.4.** а) Ток не течет; б) вправо; в) влево; г) влево. **4.5.** Направление тока — в сторону земли, электроны будут двигаться из земли в сторону шара. **4.6.** От стрелки к шару. **4.7.** Электрический утюг, электрический чайник. **4.8.** Электромагнит, электрический звонок. **4.9.** Для того чтобы выполнять работу по разделению зарядов. **4.10.** За счет работы разных источников энергии: химической — в гальванических элементах, механической — в турбогенераторах электростанций и т.п. **4.11.** От положительного к отрицательному. **4.12.** Батарея гальванических элементов, лампочка, ключ, соединительные провода. **4.13.** Батарея гальванических элементов, лампочка, электрический звонок, ключ, соединительные провода. **4.14.** См. рисунок. **4.15.** См. рисунок. **4.16.** См. рисунок. **4.17.** См. рисунок. **4.18.** См. рисунок. **4.19.** См. рисунок.

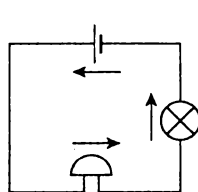
4.20. Нет. **4.21.** Да. **4.22.** Да. **4.23.** Да. **4.24.** Да. **4.25.** Да. **4.26.** Пламя спиртовки создает свободные носители зарядов в воздухе, воздух становится проводником, и под действием электрического поля зарядов на шаре электроскопа возникает ток. **4.27.** После внесения в теплое помещение на холодных деталях компьютера конденсируется влага, которая является проводником электрического тока, и это отрицательно влияет на работу компьютера. **4.28.** При большой влажности воздух становится проводником, что отрицательно влияет на работу электронных устройств. **4.29.** Химическое, тепловое и магнитное. **4.30.** Тепловое, световое и магнитное. **4.31.** Нет, в источниках тока положительные и отрицательные заряды разделяются под действием разнообразных сил. **4.32.** От отрицательного полюса к положительному. **4.33.** К отрицательному. **4.34.** Поскольку устройство симметричное, разделение зарядов в нем не будет происходить. Такое устройство работать как источник тока не будет. **4.35.** Потечет, поскольку кислота лимонного сока по-разному будет взаимодействовать с железом и медью — будет происходить разделение положительных и отрицательных зарядов, и данное устройство будет играть роль химического источника тока. **4.36.** В гальваническом элементе происходят необратимые химические преобразования, которые



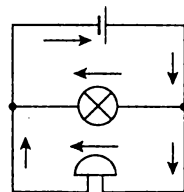
К задаче 4.14



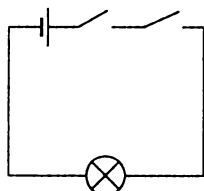
К задаче 4.15



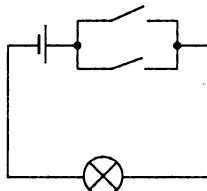
К задаче 4.16



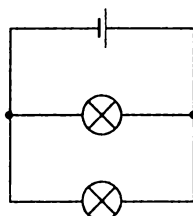
К задаче 4.17



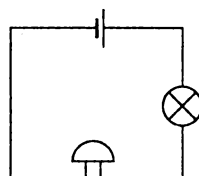
К задаче 4.18



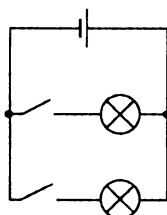
К задаче 4.19



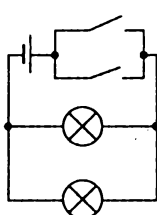
К задаче 4.38



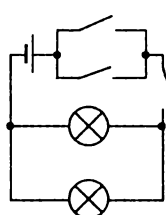
К задаче 4.39



К задаче 4.40



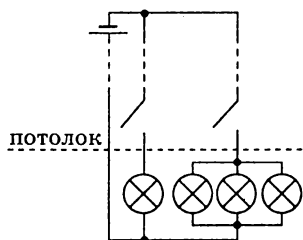
К задаче 4.41



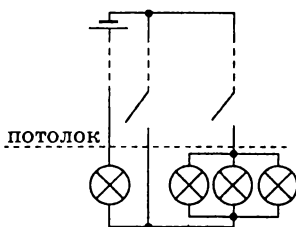
К задаче 4.42

приводят к разделению зарядов, а в аккумуляторе разделение зарядов происходит за счет химических преобразований, которые могут быть проведены в обратном направлении при зарядке аккумулятора. 4.37. В электрофорной машине — механической в электрическую, в фотоэлементах — световой в электрическую. 4.38. См. рисунок. 4.39. См. рисунок.

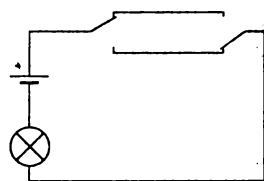
4.40. См. рисунок. 4.41. См. рисунок. 4.42. См. рисунок. 4.43. Нет, поскольку движение одного электрона нельзя считать упорядоченным. 4.44. Тепловое, световое, химическое и магнитное. 4.45. Протекание тока по проводам и обмотке двигателя сопровождается магнитным действием — это влияет на работу компаса. 4.46. Протекание тока по обмоткам двигателя троллейбуса сопровождается магнитным действием, в автобусе нет такого заметного источника магнитного действия. 4.47. Через рельсы. 4.48. Через металлический корпус двигателя. 4.49. См. рисунок. 4.50. См. рисунок. 4.51. См. рисунок.



К задаче 4.49



К задаче 4.50

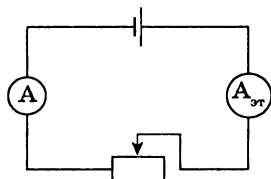


К задаче 4.51

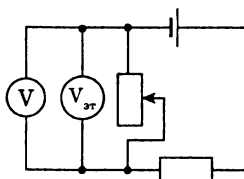
5.1. 4 А. 5.2. 0,5 А. 5.3. 3 Кл. 5.4. 1,6 Кл. 5.5. 50 Кл. 5.6. 5 В. 5.7. 36 В. 5.8. Слева — амперметр, справа — вольтметр. 5.9. На рисунке в. 5.10. На рисунке в. 5.11. 144 кКл. 5.12. 1 ч 15 мин. 5.13. 36 кКл. 5.14. $5 \cdot 10^{14}$. 5.15. $1,5 \cdot 10^{14}$. 5.16. 60 Кл. 5.17. 0,6 Дж. 5.18. Одинаковый. Согласно закону сохранения заряда, если нет разветвления цепи, в любом сечении проводника сколько заряда втекает, столько же вытекает. 5.19. Одинаковое. Оба вольтметра показывают напряжение на электрическом звонке.

5.20. См. рисунок. 5.21. См. рисунок. 5.22. а) Вольтметр; б) амперметр, в) килоамперметр; г) милливольтметр; д) микроамперметр. 5.23. У вольтметра на рисунке б цена деления 0,1 В. 5.24. а) 1,4 мА, б) 0,3 мкА, в) 5 А. 5.25. а) 7,5 В, б) 10 мВ, в) 3,6 кВ. 5.26. Поскольку аккумулятор как отдает заряд (когда питает бортовую сеть), так его и получает (когда подзаряжается). 5.27. Напряжение и силу тока нужно измерить дважды. 5.28. 30 А, 0,1 мА, 0,1 мА. 5.29. Надо снять показания прибора, а потом показания шкалы умножить на множитель на переключателе диапазонов измерения. 5.30. 2,5 мм/с. 5.31. 73 Мм/с.

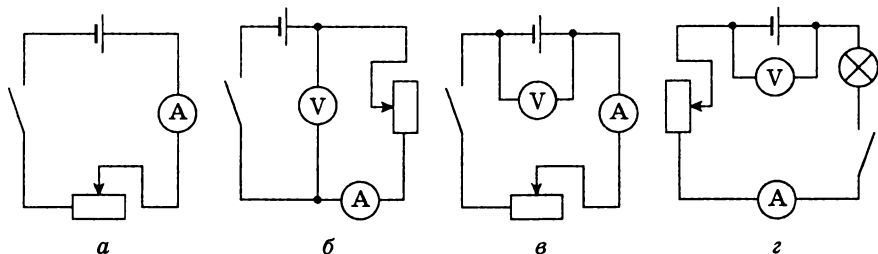
6.1. 0,5 А, 2 А, 2,5 А. 6.2. 4 В, 6 В, 10 В. 6.3. 9 В. 6.4. 12 В. 6.5. 0,9 А. 6.6. 1,5 А. 6.7. Резистор 2. 6.8. 4 Ом. 6.9. $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$. 6.10. Разным сопротивлением. 6.11. 30 Ом. 6.12. 5 Ом. 6.13. 880 Ом, 220 В. 6.14. 0,8 В. 6.15. 7,2 В. 6.16. 2,7 В. 6.17. 0,6 А. 6.18. 1,1 Ом. 6.19. Железный, в 3,6 раза.



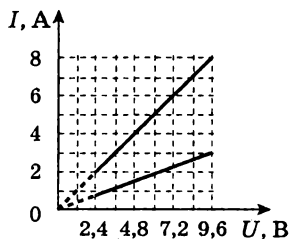
К задаче 5.20



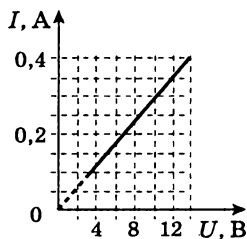
К задаче 5.21



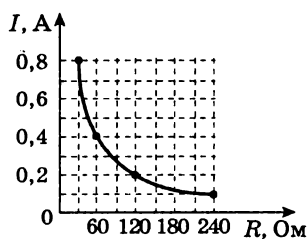
К задаче 6.25



К задаче 6.31



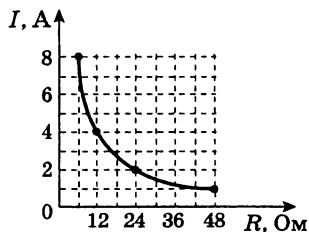
К задаче 6.32



К задаче 6.44

6.20. Серебряный, в 13 раз. **6.21.** Тот, у которого меньшая длина. **6.22.** Тот, у которого меньшая толщина. **6.23.** 1 Ом. **6.24.** 400 Ом. **6.25.** См. рисунок. **6.26.** Будут уменьшаться. **6.27.** Будут увеличиваться. **6.28.** Нет, сопротивление участка зависит от того, какие проводники составляют участок цепи. **6.29.** Для того, чтобы при изменении напряжения на участке цепи сила тока оставалась неизменной нужно изменить сопротивление участка. Это возможно, если участок цепи содержит реостат. **6.30.** В случае превышения напряжения сила тока станет слишком большой и нить накала перегорит. **6.31.** См. рисунок. **6.32.** От 3,5 до 14 В, см. рисунок. **6.33.** 2 мм². **6.34.** 1,26 мм². **6.35.** 20,4 м. **6.36.** 95 м. **6.37.** 1000 м. **6.38.** 200 м. **6.39.** 6,3 мм².

6.40. 1 мм². **6.41.** 2,8 Ом. **6.42.** 35 Ом. **6.43.** 0,24 (Ом · мм²)/м. **6.44.** См. рисунок. **6.45.** См. рисунок. **6.46.** По направлению движения часовой стрелки. **6.47.** 8 Ом, 32 Ом. **6.48.** Второй провод имеет в 1,25 раза большее сопротивление, чем первый. **6.49.** Возросло в 16 раз.



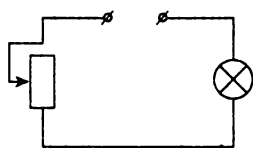
К задаче 6.45

6.50. 12,5 Ом. **6.51.** Можно, сопротивление трубы 2,1 мОм. **6.52.** Диаметр которого меньше. **6.53.** Длина которого больше. **6.54.** Из алюминия. Алюминиевый провод будет иметь массу, в 2 раза меньшую, чем масса медного провода при таком же сопротивлении. **6.55.** 4,4 А. **6.56.** 1,25 А. **6.57.** 5 В. **6.58.** 154 В. **6.59.** Первый в 2,25 раза.

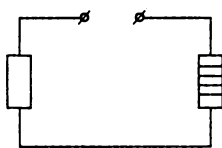
6.60. 5 Ом. **6.61.** Первого — уменьшатся, второго — не будет изменяться. **6.62.** 1 км. **6.63.** Надо измерить сопротивление и массу провода. Понадобятся такие приборы: омметр (можно гальванический элемент, амперметр и вольтметр) и весы. Также понадобится таблица плотностей.

7.1. Провода подключены к лампе последовательно, по мере роста их длины общее сопротивление цепи увеличивается и, соответственно, уменьшается сила тока в цепи. **7.2.** 3 В. **7.3.** 0,5 В. **7.4.** 9,6 В. **7.5.** 10 Ом. **7.6.** 5,8 Ом. **7.7.** 4,5 Ом. **7.8.** 3,5 Ом. **7.9.** При перемещении вниз уменьшаются, вверх — увеличиваются. **7.10.** Увеличатся. **7.11.** 96 мВ, 32 мВ, 128 мВ. **7.12.** 3 А, 6 В. **7.13.** В 5 раз, в 6 раз, в 20 раз. **7.14.** На концах никелинового в 15 раз. **7.15.** 1 А. **7.16.** 2 В. **7.17.** 7 В. **7.18.** От 50 до 250 Ом. **7.19.** 2,3 Ом.

7.20. 40 Ом. **7.21.** 50 мА. **7.22.** 2 Ом. **7.23.** 276 Ом, см. рисунок. **7.24.** 8 Ом, см. рисунок. **7.25.** Нужно последовательно соединить 40 лампочек.

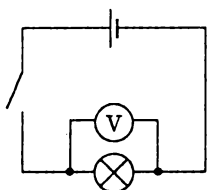


К задаче 7.23

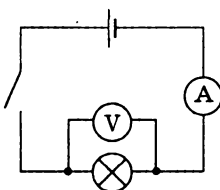


К задаче 7.24

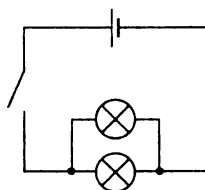
8.1. Потому что при параллельном соединении отключение одного прибора не влияет на работу других. **8.2.** Параллельно. Никак не повлияет. **8.3.** См. рисунок. **8.4.** См. рисунок. **8.5.** См. рисунок. **8.6.** Потому что через контакты выключателя течет общий ток всех ламп в люстре. **8.7.** При параллельном соединении лампочек сила тока в неразветвленной части цепи равна сумме токов через каждую лампочку. **8.8.** До разрыва показания вольтметров были одинаковыми, после разрыва цепи в точке *О* показания второго вольтметра не изменятся, первый будет показывать ноль. **8.9.** Показания амперметра увеличатся. **8.10.** Показания амперметра



a

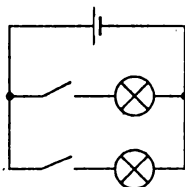


б

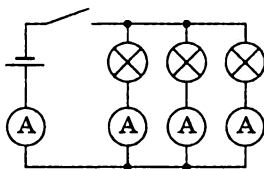


в

К задаче 8.3



К задаче 8.4

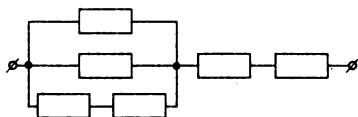


К задаче 8.5

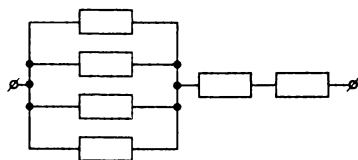
увеличатся вдвое. **8.11.** Обязательно уменьшится. **8.12.** В два раза меньше, чем сопротивление одного резистора. **8.13.** В резисторе 30 Ом в 3 раза больше, чем в резисторе 90 Ом. **8.14.** Второго в 4 раза. **8.15.** 45 Ом. **8.16.** 48 Ом. **8.17.** 0,6 А, 0. **8.18.** 30 Ом, 0,6 А, 1,8 А. **8.19.** 1,1 А.

8.20. 0,5 А. **8.21.** 0,5 А. **8.22.** 80 мА, 120 мА, 200 мА. **8.23.** 22 Ом, в 9 раз больше сопротивление резистора, по которому течет ток 200 мА. **8.24.** $1/4$. **8.25.** $6/7$. **8.26.** По медному в 5,9 раз больший. **8.27.** По нихромовому, 0,28. **8.28.** 1,8 Ом, 0,6 А, 0,4 А, 0,3 А. **8.29.** Уменьшится в 1,5 раза. **8.30.** 5,5 Ом. **8.31.** 96 Ом. **8.32.** 2 Ом. **8.33.** 27 Ом. **8.34.** Уменьшится в 1,25 раза. **8.35.** Увеличится на 33 %. **8.36.** 6 кОм. **8.37.** 0,008 %. **8.38.** 200 кОм. **8.39.** В точках, которые разделяют кольцо в соотношении $1/2$.

9.1. Увеличилось. **9.2.** Уменьшилось. **9.3.** Уменьшилось. **9.4.** Увеличилось. **9.5.** Уменьшилось. **9.6.** а) 6 Ом, б) 3 Ом, в) 1,3 Ом. **9.7.** б. **9.8.** 12 Ом. **9.9.** 6 резисторов, см. рисунок. **9.10.** 6 резисторов, см. рисунок. **9.11.** 1 и 0,5 А. Показания амперметров A и A_1 будут уменьшаться, амперметра A_2 — останутся без изменений. **9.12.** 25 мА, 100 мА. **9.13.** а) 1 кОм, б) 200 Ом, в) 550 Ом. **9.14.** а) 250 Ом, б) 160 Ом, в) 160 Ом, г) 250 Ом. **9.15.** При параллельном соединении — в 6,25 раз меньше. **9.16.** 90 Ом. **9.17.** Показания всех приборов увеличатся. **9.18.** Влево — показания амперметра будут увеличиваться, показания вольтметра будут уменьшаться, вправо — наоборот. **9.19.** 1,5 А.



К задаче 9.9



К задаче 9.10

9.20. 22 В. **9.21.** $I_1 = I_5 = 100$ мА, $I_2 = I_4 = I_6 = 25$ мА, $I_3 = 75$ мА. **9.22.** $U_1 = U_5 = 4$ В, $U_2 = U_4 = U_6 = 1$ В, $U_3 = 3$ В. **9.23.** Сопротивление резистора соизмеримо сопротивлению вольтметра. Это означает, что сопротивление амперметра по сравнению с сопротивлением резистора мало, и поэтому амперметр, который подключен последовательно к резистору, практически не изменяет сопротивления участка цепи, а значит, на этом участке напряжение будет практически таким же, как и на резисторе. Поэтому надо использовать схему в. **9.24.** 5 Ом. **9.25.** 5,6 Ом. **9.26.** $\frac{1+\sqrt{5}}{2} \cdot R \approx 3,2$ Ом.

10.1. Если увеличивать напряжение. **10.2.** Возросла. **10.3.** Вверх — уменьшится, вниз — увеличится. **10.4.** Потому что их сопротивление значительно меньше и значительно меньше напряжение на этих проводах, а сила тока одинаковая. **10.5.** Для того чтобы разомкнуть цепь. Иначе при увеличении тока нагревание проводов может привести к пожару. **10.6.** При увеличении тока в проводах они заметно нагреваются. **10.7.** Для того чтобы предохранитель быстро расплавился при достижении предельного значения силы тока. **10.8.** Для того чтобы первым нагрелся и расплавился предохранитель, а не провода электрической цепи. **10.9.** Общее сопротивление увеличится

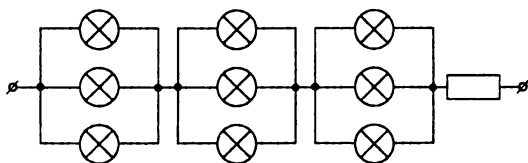
и, согласно формуле $P = \frac{U^2}{R}$, потребляемая мощность уменьшится.

10.10. Укороченная спираль имеет меньшее сопротивление, и поэтому потребляемая мощность увеличивается. **10.11.** 1,32 кДж. **10.12.** 880 Дж. **10.13.** 190 кДж. **10.14.** 99 кДж. **10.15.** 2,2 кВт. **10.16.** 24 Вт. **10.17.** 2 А. **10.18.** 108 Вт. **10.19.** 220 В.

10.20. 220 В. **10.21.** 0,1 А. **10.22.** 10 А. **10.23.** 0,42 (Ом·мм²)/м. **10.24.** 0,22 (Ом·мм²)/м. **10.25.** Большая в резисторе 50 Ом в 5 раз. **10.26.** Большая в резисторе 400 Ом в 2 раза. **10.27.** а) 6,75 Вт, б) 13,5 Вт, в) 30,4 Вт. **10.28.** 66 Вт. **10.29.** 24 лампочки. **10.30.** 50 кВт. **10.31.** Поскольку лампочки включены последовательно, то сила тока через них одинаковая. Поэтому мощность тока

будет больше в той лампочке, которая имеет большее сопротивление. Это лампочка на 60 Вт. **10.32.** 73 В на лампочке «220 В, 120 Вт» и 147 В на лампочке «220 В, 60 Вт». **10.33.** Лампочка 1 работает с большим накалом, чем лампочки 2 и 3. **10.34.** Лампочка 1 работает с большим накалом, чем лампочки 2 и 3. **10.35.** В 2 раза больше через лампочку мощностью 120 Вт. **10.36.** Поскольку при сверлении затупленным сверлом выполняется дополнительная работа, которая приводит к значительному нагреванию сверла и детали, дрель будет потреблять большую мощность от сети электрического тока. **10.37.** Троллейбус, который движется с большей скоростью, за то же самое время проедет большее расстояние и затратит больше энергии электрического тока для преодоления силы сопротивления движению, поэтому и мощность тока в обмотках его двигателя будет большей. **10.38.** 240 А. **10.39.** 20 м/с.

10.40. 10 кДж. **10.41.** 594 кДж. **10.42.** 57 А. **10.43.** 75 %. **10.44.** 0,8 л. **10.45.** 0,5 л. **10.46.** 7 м. **10.47.** 3 кг. **10.48.** 9 лампочек. **10.49.** 3 мин при параллельном соединении и 16 мин при последовательном. **10.50.** 36 мс.



К задаче 10.48

11.1. Электроны. **11.2.** Хаотически (неупорядоченно). **11.3.** С ростом температуры увеличивается. **11.4.** Положительно и отрицательно заряженные ионы. **11.5.** Увеличивается. **11.6.** 1,1 г. **11.7.** 16,5 г. **11.8.** 0,4 г. **11.9.** 0,15 г. **11.10.** Лампы дневного света, дуговые, энергосберегающие. **11.11.** Искрового. **11.12.** Коронный. **11.13.** Дуговой. **11.14.** Тлеющий. **11.15.** Электронно-дырочную. **11.16.** Электроны. **11.17.** Дырочную. **11.18.** Есть, именно оно обеспечивает упорядоченное движение электронов. **11.19.** Нет, электроны, двигаясь хаотически, все вместе медленно передвигаются в направлении действия электрического поля.

11.20. В металлах упорядоченно двигаются только электроны от «+» к «-», а в электролитах — положительно и отрицательно заряженные ионы к катоду и аноду соответственно. **11.21.** С ростом температуры уменьшается. **11.22.** 6,7 А. **11.23.** 9,8 А. **11.24.** 2 ч 28 мин. **11.25.** 1 ч 45 мин. **11.26.** 0,3 мг/Кл. **11.27.** 2,9 кКл. **11.28.** 18 кКл. **11.29.** Опустится, пламя создает в воздухе свободные

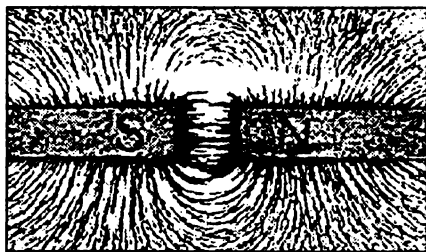
электроны и положительно заряженные ионы. 11.30. Разряд станет более интенсивным, потому что рентгеновские лучи ионизируют молекулы воздуха. 11.31. Потому, что рентгеновские лучи ионизируют молекулы воздуха. 11.32. Наименьшие примеси могут существенно повлиять на проводимость полупроводникового кристалла. 11.33. Дырочную. 11.34. Электроны. 11.35. Электронную. 10.36. $t_1 > t_3 > t_2$. 11.37. При протекании тока электролит нагревается, что повышает степень электролитической диссоциации (т.е. долю молекул растворенного вещества, которые распались на катионы и анионы). 11.38. В ванне 3 в два раза больше, чем в ванне 1 и 2. 11.39. Если ванны соединены последовательно, то выделится одинаковое количество железа, если параллельно — больше в той ванне, где раствор будет более концентрированный.

11.40. 15 мкм. 11.41. 36 мкм. 11.42. 1 ч. 11.43. 5 ч. 56 мин. 11.44. 1,9 Мдж или 0,53 кВт·ч. 11.45. 2 МВт·ч. 11.46. $3,3 \cdot 10^6$ кВт·ч. 11.47. $4,7 \cdot 10^9$ Кл. 11.48. Электронно-дырочную. Для получения полупроводника *p*-типа надо увеличить количество атомов галлия, *n*-типа — атомов мышьяка. 11.49. 0,1 мкм/с. 11.50. $1,8 \cdot 10^9$ Кл.

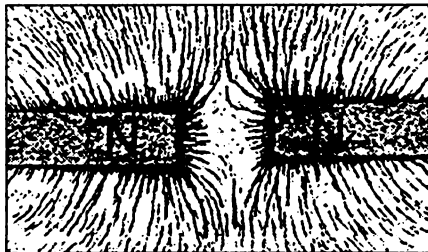
12.1. В магнитном поле магнита гвоздь намагничивается. 12.2. Железные опилки в магнитном поле магнита намагничиваются и становятся похожими на магнитные стрелки. 12.3. Шестерни коробки передач стальные, и стальные опилки притягиваются к магнитной пробке. 12.4. Стрелка развернется северным полюсом к магниту. 12.5. Они развернутся южным и северным полюсами друг к другу. 12.6. Магниты, которые подвешены на нитях, будут поворачиваться, пока северный полюс расположится напротив южного полюса неподвижного магнита. Если смотреть сверху, то первый магнит повернется по часовой стрелке, второй — против часовой стрелки. 12.7. В точках *A*, *B* — северным полюсом вправо, в точке *C* — северным полюсом влево. 12.8. а) Сверху — южный, снизу — северный; б) справа — северный, слева — южный; в) сверху — два северных, снизу — один южный (он состоит из двух южных). 12.9. Снизу вверх. 12.10. Справа налево. 12.11. Нет. Магнитная стрелка притягивает к себе железную скрепку, даже если она не намагничена, а та, в свою очередь, притягивает магнитную стрелку. 12.12. Стальные корпуса современных судов в магнитном поле Земли намагничиваются, и это влияет на работу магнитного компаса. 12.13. Это немагнитные материалы. 12.14. Алюминиевый сплав или дерево. 12.15. Они будут отталкиваться этими концами и притягиваться противоположными. 12.16. Будет потому, что железный гвоздь под действием

магнитного поля магнита намагнитился. На острие будет северный полюс. 12.17. Верхний шарик намагничивается магнитом, затем намагничивает другой шарик и так далее. 12.18. Одноименными друг к другу. 12.19. а) Нижний развернется на 180° и притянется к верхнему; а) нижний сразу притянется к верхнему.

12.20. а) Нижний сразу притянется к верхнему; а) нижний развернется на 180° и притянется к верхнему. 12.21. Мы получим два «более слабых» магнита с двумя полюсами. 12.22. Каждая часть будет представлять собой «более слабый» магнит с двумя полюсами: северным и южным. 12.23. Что вокруг встречаются месторождения магнитного железняка. 12.24. Или в лабораторию внесли магнит и двигают его хаотически, или происходит магнитная буря. 12.25. Рядом с Северным географическим — Южный магнитный (на рисунке в верхней части земного шара), рядом с Южным географическим — Северный магнитный. 12.26. Положить стержень на кусок дерева и опустить на воду. Если стержень намагничен, то он будет поворачиваться и ориентироваться в магнитном поле Земли. 12.27. Провести концом одного стержня вдоль другого: намагниченный стержень своим концом будет одинаково притягивать другой стержень и на концах, и посередине; ненамагниченный будет заметно притягиваться к концам намагниченного стержня и не будет притягиваться к его середине. 12.28. См. рисунок. 12.29. а) На большом расстоянии — стрелки выстроились под действием магнитного поля Земли, б) вплотную — стрелки взаимодействуют друг с другом. 12.30. По достижении определенной температуры железо теряет способность притягиваться к электромагнитам. 12.31. По достижении определенной температуры домены теряют упорядоченное расположение, и железная пластинка теряет магнитные свойства. Когда пластинка выходит из пламени и остывает, то она снова приобретает свойство притягиваться к магниту. 12.32. Во время ударов домены теряют упорядоченное располо-



а



б

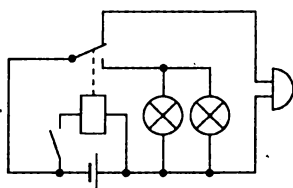
К задаче 12.28

жение и намагниченность магнита уменьшается. **12.33.** Во время ударов домены легче переориентируются в магнитном поле магнита. **12.34.** За счет электризации влиянием заряженная палочка будет притягивать к себе любой полюс стрелки. **12.35.** Во время ударов отрезок трубы намагнитился в магнитном поле Земли.

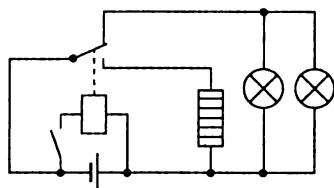
13.1. Она развернется перпендикулярно проводу. **13.2.** Она развернется перпендикулярно проводу. **13.3.** Похожа на картину магнитного поля полосового магнита. **13.4.** катушка, по которой течет ток, приобрела свойство полосового магнита, и потому она притянулась к магниту в руках у ученика. **13.5.** Потому что катушки, по которым проходят токи, имеют свойства магнитов. **13.6.** Магнитное. **13.7.** Чтобы ток шел по проводу, а между витками не было замыкания. **13.8.** Железный сердечник усиливает магнитное действие тока, который течет по катушке. **13.9.** Вверх. **13.10.** Если смотреть на катушку справа, то ток по веткам течет против направления движения часовой стрелки. **13.11.** Внутри катушки — вправо, вне — влево. **13.12.** Центральный полюс — положительный, боковой — отрицательный. Если такое же положение будет занимать стрелка, которая будет находиться над проводом, то полярность гальванического элемента должна быть другой. **13.13.** Она развернется перпендикулярно проводу северным полюсом к нам. **13.14.** Расположить магнитную стрелку над (или под) проводом и по направлению магнитного поля с помощью правила буравчика определить направление тока в проводе. **13.15.** Нет, так как два одинаковых по силе или противоположных по направлению тока создают магнитные поля, которые взаимно компенсируются. **13.16.** Отталкиваются потому, что по ним идут токи в противоположных направлениях. **13.17.** Оно растянется. **13.18.** Тоже будут притягиваться, и поэтому поверхность растворов поднимется у тех сторон ванн, которые расположены ближе друг к другу. **13.19.** а) Поле отсутствует потому, что поля токов противоположно направлены и компенсируют друг друга; б) поля токов будут складываться и поле в точке А будет в 2 раза сильнее, чем поле одного провода.

13.20. Стрелка останется в том же положении. **13.21.** Притянется к магниту. **13.22.** Электромагниты подключены к источнику тока только тогда, когда касаются полукольца из проводника. За счет их действия магнитные обломки железной руды притягиваются к барабану и отрываются от него, когда немагнитная пустая порода уже упала в соответствующий бункер. **13.23.** Электромагнит притягивает железные изделия только тогда, когда по его обмоткам

протекает ток. При отключении тока электромагнит «отпускает» груз. **13.24.** Для того чтобы компенсировать остаточную намагниченность сердечника. **13.25.** При достижении силы тока определенной границы магнитное поле электромагнита преодолевает силу упругости пружины и разрывает цепь. **13.26.** Если соединить обмотки так, что их магнитные поля будут направлены, чтобы друг друга ослаблять, электромагнит вообще может не проявлять магнитного действия. **13.27.** Надо в обмотке расположить одинаковое количество витков и в одном направлении, и в обратном. **13.28.** Клеммы 2–3 подключаются к источнику тока, который питает обмотку электромагнита реле, клеммы 1, 4, 5 подключаются к цепи, ток в которой нужно переключать при помощи реле. **13.29.** См. рисунок. **13.30.** См. рисунок.



К задаче 13.29

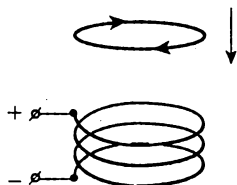


К задаче 13.30

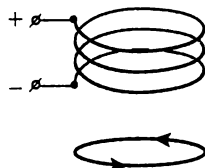
14.1. Сила Ампера. **14.2.** Направление силы Ампера зависит от направления тока в проводнике. **14.3.** Вниз. **14.4.** Справа — северный, слева — южный. **14.5.** В случае *a*. **14.6.** В случае *в*. **14.7.** В случае *б*. **14.8.** Если смотреть сверху, то против направления движения часовой стрелки. **14.9.** Слева — северный, справа — южный. **14.10.** По мере их закручивания возрастает сила упругости, которая компенсирует силу Ампера, поэтому по углу поворота стрелки можно определить силу тока в рамке. **14.11.** Ток по обмотке гальванометра в зависимости от полярности подключения к электрической цепи может протекать в разных направлениях. **14.12.** При протекании переменного тока в обмотках электромагнита создается переменное магнитное поле, и железная мембрана притягивается к электромагниту с разной силой. За счет этого мембрана начинает колебаться и излучать звуки. **14.13.** Постоянные магниты действуют на катушку с током силой Ампера, которая изменяется в зависимости от изменения силы тока. Это приводит к колебанию катушки и присоединенного к ней диффузора. Диффузор, который колеблется, излучает звуки. **14.14.** Диффузор вместе с катушкой сместится вперед (или назад, в глубину громкоговорителя). Если поменять полярность

подключения гальванического элемента, то направление перемещения диффузора изменится на противоположное. **14.15.** Рамка будет поворачиваться до тех пор, пока сила Ампера, которая действует на части рамки, будет иметь вращающий момент (т.е. до тех пор, пока плечо силы Ампера будет ненулевым). **14.16.** Надо поочередно подключить к акустическим системам гальванический элемент и определить полярность, при которой диффузоры громкоговорителей двигаются в одном направлении. **14.17.** Для того чтобы при любом положении ротора относительно магнитов статора была обмотка, на которую магнитное поле оказывает вращающее действие. **14.18.** Для поочередного переключения обмоток электродвигателя. Так можно обеспечить постоянное вращающее действие магнитного поля на обмотки ротора электродвигателя. **14.19.** Электромагнит создает переменное магнитное поле, которое действует на упругие стальные пластинки с переменной силой. Сильнее будет колебаться та пластинка, для которой частота изменения поля (а значит, и тока) совпадает с собственной частотой колебаний.

15.1. Если поднимать медную пластинку, показания динамометра будут уменьшаться, картонную — нет. **15.2.** Из замкнутой — больших усилий. **15.3.** Сквозь замкнутую — большее. **15.4.** В случае в. **15.5.** Когда рамку вращают вокруг оси *ef*. **15.6.** При вращении относительно оси *ab* и *dc*. **15.7.** Вначале движения ползунок реостата в кольце появится индукционный ток. Скорость передвижения ползунок будет влиять на силу этого тока, направление передвижения — на направление тока. **15.8.** С медным. **15.9.** При замкнутых клеммах в катушке прибора при ее колебаниях возникает индукционный ток, который гасит колебания за счет магнитного взаимодействия катушки с магнитной системой прибора. **15.10.** Сплошное потому, что в нем возникает индукционный ток. **15.11.** Сплошное. Оно будет двигаться за магнитом. **15.12.** Катушка будет отталкиваться от магнита независимо от того, каким полюсом магнит подносят к катушке. **15.13.** В случае если электромагнит подключен к источнику тока, в пластинке возникает индукционный ток, магнитное поле которого старается противодействовать тому, что пластинка двигается в магнитном поле электромагнита. Поэтому колебания быстро затухают. **15.14.** Колебание магнита над алюминиевым листом вызывают в листе индукционный ток. Магнитное поле этого тока противодействует колебанию магнита. **15.15.** Влево. **15.16.** Справа — южный, слева — северный. **15.17.** Если смотреть на катушку со стороны магнита, то направление



К задаче 15.18



К задаче 15.19

тока противоположно направлению движения часовой стрелки.

15.18. См. рисунок. **15.19.** См. рисунок.

15.20. Увеличивать. **15.21.** Подскачит. **15.22.** В случае быстрого снятия кольца нужно приложить большее усилие. **15.23.** Против направления движения часовой стрелки. **15.24.** При размыкании ключа. **15.25.** В любом. **15.26.** Против направления движения часовой стрелки. **15.27.** Снизу — северный, сверху — южный. **15.28.** Если смотреть сверху, рамка в данный момент движется в направлении движения часовой стрелки.

16.1. Количество протонов в ядре элемента является порядковым номером этого элемента в таблице Периодической системы. В ядре атома азота 7 протонов. **16.2.** 16. **16.3.** 10. **16.4.** 13. **16.5.** 6. **16.6.** Бария. **16.7.** Селена. **16.8.** 40 протонов, 51 нейтрон. **16.9.** 57 протонов, 82 нейтрона. **16.10.** Протон, примерно в 2000 раз тяжелее. **16.11.** Электрон, примерно в 2000 раз. **16.12.** Для того чтобы на пути α -частиц было меньше атомов золота. **16.13.** Для регистрации α -частиц по вспышкам света в местах попадания α -частиц на экран. **16.14.** За счет сильного взаимодействия. **16.15.** Нейтральный атом — нет, ион — может: протон является одновременно положительно заряженным ионом водорода. **16.16.** Водорода. **16.17.** Атом водорода состоит из протона и электрона, а электрон имеет очень малую массу по сравнению с массой протона. **16.18.** Атом водорода имеет размеры в сто тысяч раз большие, чем протон. **16.19.** Приблизительно в 11 раз. **16.20.** Железа, приблизительно в 14 раз. **16.21.** 7 нуклонов: 3 протона и 4 нейтрона.

16.22. 64 нуклона: 29 протонов и 35 нейтронов. **16.23.** $+16e$. **16.24.** $+36e$. **16.25.** Олово. **16.26.** Цинк. **16.27.** 234 нуклона: 92 протона и 142 нейтронов. **16.28.** Ванадия. **16.29.** Цезия. **16.30.** Оно останется ядром атома ксенона, только с меньшей атомной массой, т. е. превратится в один из изотопов ксенона. **16.31.** $1,6 \cdot 10^{14}$ Дж. **16.32.** 7,6 кг. **16.33.** α -частицы имеют положительный заряд, достаточно большую массу и скорость. **16.34.** Ядро атома золота имеет такой же по знаку заряд, какой и у α -частицы, а массу,

приблизительно в 50 раз большую. **16.35.** Это разные изотопы одного элемента: водорода. У них одинаковое количество протонов и электронов и разное — нейтронов. **16.36.** В случае б'. **16.37.** Когда ядра содержат по 39 протонов, они будут изотопами иттрия. **16.38.** Они действуют на очень малых расстояниях (порядка размеров ядра) и значительно «более сильные», чем кулоновское отталкивание протонов в ядре. **16.39.** Расстояние между крайними частями ядра при его колебании может стать больше, чем расстояние действия ядерных сил, и кулоновское отталкивание разорвет ядро. **16.40.** 8,3 км.

16.41. На 20 °С. **16.42.** Каменного угля нужно в 3 млн раз больше, чем урана. **16.43.** Размеры ядра намного меньше, чем размеры атома. **16.44.** Что практически вся масса атома сконцентрирована в очень малой области и имеет положительный заряд. **16.45.** Размеры ядра намного меньше, чем размеры атома. **16.46.** 75 %.

17.1. Потому, что магнитное поле действует с определенной силой на движущиеся заряженные частицы. В составе радиоактивного излучения есть положительно и отрицательно заряженные частицы, а также нейтральное излучение. **17.2.** Та, которая не имеет заряда. **17.3.** В атомы гелия. **17.4.** Номер элемента в таблице Менделеева увеличивается на 1, количество нуклонов в ядре остается без изменений. **17.5.** Номер элемента в таблице Менделеева уменьшается на 2, количество нуклонов в ядре уменьшается на 4. **17.6.** Уменьшается **17.7.** Уменьшается. **17.8.** 2. **17.9.** 4. **17.10.** Отклоняться, потому что электроскоп будет заряжаться. **17.11.** Отклонится еще больше. **17.12.** Угол отклонения стрелки будет сначала уменьшаться до нуля, а потом снова будет увеличиваться.

17.13. В азот, ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$. **17.14.** Актиния. ${}^{225}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{225}_{89}\text{Ac} + {}^0_{-1}\text{e}$.

17.15. Радия. ${}^{233}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{229}_{88}\text{Ra} + {}^4_2\text{He}$. **17.16.** Полония. ${}^{220}_{86}\text{Rn} \rightarrow {}^{216}_{84}\text{Po} + {}^4_2\text{He}$.

17.17. Для кобальта-60 в 240 раз. **17.18.** В Цезии-137 в 53 раза больше. **17.19.** $1,35 \cdot 10^{11}$ распадов.

17.20. $2 \cdot 10^{12}$ распадов. **17.21.** $5 \cdot 10^{18}$ атомов. **17.22.** $5 \cdot 10^{16}$ атомов. **17.23.** 1/64. **17.24.** 15/16. **17.25.** Если направить α - и β -излучение на металлические пластинки, которые будут подключены к потребителю электрической энергии, то такое устройство является источником тока (такие источники тока называются радиоизотопные).

17.26. Электрический ток. **17.27.** Ядра атома актиния ${}^{230}_{89}\text{Ac}$.

17.28. Ядра атома Радия ${}^{228}_{88}\text{Ra}$. **17.29.** 4 α -распада и 2 β -распада.

17.30. 5. α -распадов и 3 β -распадов. 17.31. $9 \cdot 10^4$, 375 Бк. 17.32. $4 \cdot 10^6$, 3200 Бк. 17.33. 2,8 мДж. 17.34. Второго, в 256 раз. 17.35. Первого, в 32 раза.

18.1. Для того чтобы температура в нем не превысила безопасной границы. 18.2. В виде кинетической энергии ядер-осколков и нейтронов. В макроскопических масштабах это тепловая энергия. 18.3. Небольшое количество радиоактивного йода подмешать к пище, а потом с помощью регистрирующих приборов проследить его путь к железу и перемещение внутри нее. 18.4. Быстрорастущие клетки опухолей поглощают атомы фосфора. Небольшое количество радиоактивного фосфора подмешать к пище, а потом определить его повышенную концентрацию с помощью регистрирующих приборов. 18.5. Источник и приемник γ -излучения устанавливают в верхней части вагона на противоположных бортах. Когда вагон заполняется, руда перекрывает γ -излучение и приемник дает сигнал о прекращении погрузки. 18.6. На большой проникающей способности γ -излучения. 18.7. При облучении инструментов γ -излучением микробы и вирусы гибнут. 18.8. Для стерилизации. 18.9. Нет. 18.10. Возле гранитных карьеров. 18.11. Будет увеличиваться за счет космического излучения. 18.12. Нептуния. 18.13. Поглощенной. 18.14. Нет, нужно еще знать, какое это было излучение. 18.15. Ионизация. 18.16. 42 Гр. 18.17. 63 Гр. 18.18. Приблизительно на $5 \cdot 10^{-6}^\circ\text{C}$. 18.19. На $5,4 \cdot 10^{-4}^\circ\text{C}$. 18.20. Нейтроны. 18.21. Магния.

${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_{12}^{24}\text{Mg} + {}_2^4\text{He}$. 18.22. Нейтронов. ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_0^1n \rightarrow {}_{6}^{14}\text{C} + {}_1^1\text{H}$.

18.23. Ядром дейтерия (тяжелого водорода). ${}_3^7\text{Li} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_4^8\text{Be} + {}_0^1n$.

18.24. Углерода. ${}_4^9\text{Be} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_6^{12}\text{C} + {}_0^1n$. 18.25. ${}_3^6\text{Li} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_2^3\text{He}$.

18.26. ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_0^1n \rightarrow {}_{11}^{24}\text{Na} + {}_2^4\text{He}$. 18.27. 0,29 мГр. 18.28. 0,56 мкГр/с.

18.29. 1,5 с, если за опасную дозу принять 1 мЗв. 18.30. 0,1 Гр/с. 18.31. $4,7 \cdot 10^{-10}$ Гр/с. 18.32. $4 \cdot 10^{-9}$ Гр/с. 18.33. Для того чтобы количество нейтронов, необходимых для поддержки реакции, не уменьшалось за счет их потери через внешнюю границу образца. 18.34. В естественном уране основная часть атомов приходится на Уран-238, который не поддерживает цепную реакцию. Чтобы реакция протекала, надо повышать содержимое атомов Урана-235 — обогащать природный уран.

ПРИЛОЖЕНИЯ

СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ

Плотность твердых тел

Вещество	ρ , кг/м ³	ρ , г/см ³	Вещество	ρ , кг/м ³	ρ , г/см ³
Алюминий	2700	2,70	Никель	8900	8,90
Хром	7200	7,20	Серебро	10500	10,50
Медь	8900	8,90	Свинец	11300	11,30

Тепловые свойства веществ

Твердые тела

Вещество	Удельная теплоемкость, кДж/(кг·°C)	Температура плавления, °C	Удельная теплота плавления, кДж/кг
Алюминий	0,92	660	393
Лед	2,10	0	332
Свинец	0,14	327	25
Серебро	0,25	962	87

Жидкости

Вещество	Удельная теплоемкость, кДж/(кг·°C)	Температура кипения*, °C	Удельная теплота парообразования**, МДж/кг
Вода	4,2	100	2,3

* При нормальном атмосферном давлении.

** При нормальном атмосферном давлении и температуре кипения.

Электрические свойства веществ

Удельное сопротивление проводников

Вещество	ρ , Ом·мм ² /м	ρ , Ом·м	Вещество	ρ , Ом·мм ² /м	ρ , Ом·м
Серебро	0,016	$1,6 \cdot 10^{-8}$	Платина	0,10	$10 \cdot 10^{-8}$
Медь	0,017	$1,7 \cdot 10^{-8}$	Свинец	0,21	$21 \cdot 10^{-8}$
Алюминий	0,028	$2,8 \cdot 10^{-8}$	Никелин	0,42	$42 \cdot 10^{-8}$
Железо	0,10	$10 \cdot 10^{-8}$	Констан- тан	0,50	$50 \cdot 10^{-8}$
			Нихром	1,1	$110 \cdot 10^{-8}$

Электрохимический эквивалент

Вещество	k , мг/Кл	Вещество	k , мг/Кл
Водород (H ⁺)	0,01	Медь (Cu ²⁺)	0,33
Алюминий (Al ³⁺)	0,09	Медь (Cu ⁺)	0,66
Хром (Cr ³⁺)	0,18	Цинк (Zn ²⁺)	0,34
Железо (Fe ³⁺)	0,19	Серебро (Ag ⁺)	1,10
Никель (Ni ²⁺)	0,30		

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ

Группы Периоды	а I б	а II б	а III б	а IV б	а V б
1 ↓	(H)				
2	Li 6,941 ³ 2s ¹ Литий	Be 9,012 ⁴ 2s ² Бериллий	B 10,81 ⁵ 2s ² 2p ¹ Бор	C 12,011 ⁶ 2s ² 2p ² Углерод	N 14,0067 ⁷ 2s ² 2p ³ Азот
3	Na 22,990 ¹¹ 3s ¹ Натрий	Mg 24,305 ¹² 3s ² Магний	Al 26,981 ¹³ 3s ² 3p ¹ Алюминий	Si 28,086 ¹⁴ 3s ² 3p ² Кремний	P 30,973 ¹⁵ 3s ² 3p ³ Фосфор
4	K 39,098 ¹⁹ 4s ¹ Калий	Ca 40,08 ²⁰ 4s ² Кальций	Sc 44,956 ²¹ 3d ¹ 4s ² Скандий	Ti 47,90 ²² 3d ² 4s ² Титан	V 50,941 ²³ 3d ³ 4s ² Ванадий
	29 63,546 ¹ 3d ¹⁰ 4s ¹ Cu Медь	30 65,38 ² 3d ¹⁰ 4s ² Zn Цинк	31 69,72 ³ 4s ² 4p ¹ Ga Галлий	32 72,59 ⁴ 4s ² 4p ² Ge Германий	33 74,921 ⁵ 4s ² 4p ³ As Мышьяк
5	Rb 85,468 ³⁷ 5s ¹ Рубидий	Sr 87,62 ³⁸ 5s ² Стронций	Y 88,906 ³⁹ 4d ¹ 5s ² Иттрий	Zr 91,22 ⁴⁰ 4d ² 5s ² Цирконий	Nb 92,906 ⁴¹ 4d ⁴ 5s ¹ Ниобий
	47 107,868 ¹ 4d ¹⁰ 5s ¹ Ag Серебро	48 112,40 ² 4d ¹⁰ 5s ² Cd Кадмий	49 114,82 ³ 5s ² 5p ¹ In Индий	50 118,69 ⁴ 5s ² 5p ² Sn Олово	51 121,75 ⁵ 5s ² 5p ³ Sb Сурьма
6	Cs 132,905 ⁵⁵ 6s ¹ Цезий	Ba 137,34 ⁵⁶ 6s ² Барий	La 138,905 ⁵⁷ 5d ¹ 6s ² Лантан	Hf 178,49 ⁷² ¹ 5d ² 6s ² Гафний	Ta 180,948 ⁷³ ¹ 5d ³ 6s ² Тантал
	79 196,967 ¹ 5d ¹⁰ 6s ¹ Au Золото	80 200,59 ² 5d ¹⁰ 6s ² Hg Ртуть	81 204,37 ³ 6s ² 6p ¹ Tl Таллий	82 207,2 ⁴ 6s ² 6p ² Pb Свинец	83 208,980 ⁵ 6s ² 6p ³ Bi Висмут
7	Fr [223] ⁸⁷ 7s ¹ Франций	Ra 226,025 ⁸⁸ 7s ² Радий	Ac [227] ⁸⁹ ^{**} 6d ¹ 7s ² Актиний	104 [261] ¹⁰⁴ 6d ³ 7s ² Резерфордий	105 [262] ¹⁰⁵ 6d ³ 7s ² Дубний

*Лантаноиды

58 Ce 140,12 ² 4f ¹ 5d ¹ 6s ² Церий	59 Pr 140,908 ² 4f ³ 6s ² Празеодим	60 Nd 144,24 ² 4f ⁴ 6s ² Неодим	61 Pm [145] ² 4f ⁵ 6s ² Прометий	62 Sm 150,4 ² 4f ⁶ 6s ² Самарий	63 Eu 151,96 ² 4f ⁷ 6s ² Европий	64 Gd 157,25 ² 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² Гадолиний
---	--	--	---	--	---	---

65 Tb 158,925 ² 4f ⁹ 6s ² Тербий	66 Dy 162,50 ² 4f ¹⁰ 6s ² Диспрозий	67 Ho 164,93 ² 4f ¹¹ 6s ² Гольмий	68 Er 167,26 ² 4f ¹² 6s ² Эрбий	69 Tm 168,93 ² 4f ¹³ 6s ² Тулий	70 Yb 173,04 ² 4f ¹⁴ 6s ² Иттербий	71 Lu 174,97 ² 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ² Лютеций
---	--	--	--	--	---	--

а VI б	а VII б	а	VIII б
	H 1,0079 ¹ 1s ¹	He 4,0026 ² 1s ²	Символ элемента Атомная масса Атомный номер Распределение электронов по застраивающимся подуровням Название элемента Распределение электронов по уровням
	1 Водород	2 Гелий	
O 15,999 ⁸ 2s ² 2p ⁴	F 18,998 ⁹ 2s ² 2p ⁵	Ne 20,179 ¹⁰ 2s ² 2p ⁶	
6 Кислород	7 Фтор	8 Неон	
S 32,06 ¹⁶ 3s ² 3p ⁴	Cl 35,453 ¹⁷ 3s ² 3p ⁵	Ar 39,948 ¹⁸ 3s ² 3p ⁶	
6 Сера	7 Хлор	8 Аргон	
24 51,996 ^{Cr} 3d ⁵ 4s ¹	25 54,938 ^{Mn} 3d ⁵ 4s ²		26 55,847 ^{Fe} 3d ⁶ 4s ²
Хром	Марганец		Железо
Se 78,96 ³⁴ 4s ² 4p ⁴	Br 79,904 ³⁵ 4s ² 4p ⁵	Kr 83,80 ³⁶ 4s ² 4p ⁶	
6 Селен	7 Бром	8 Криптон	
42 95,94 ^{Mo} 4d ⁵ 5s ¹	43 98,906 ^{Tc} 4d ⁵ 5s ²		44 101,07 ^{Ru} 4d ⁷ 5s ¹
Молибден	Технеций		Рутений
Te 127,60 ⁵² 5s ² 5p ⁴	I 126,904 ⁵³ 5s ² 5p ⁵	Xe 131,30 ⁵⁴ 5s ² 5p ⁶	
6 Теллур	7 Иод	8 Ксенон	
74 183,85 ^W 5d ⁴ 6s ²	75 186,207 ^{Re} 5d ⁵ 6s ²		76 190,2 ^{Os} 5d ⁶ 6s ²
Вольфрам	Рений		Осмий
Po [209] ⁸⁴ 6s ² 6p ⁴	At [210] ⁸⁵ 6s ² 6p ⁵	Rn [222] ⁸⁶ 6s ² 6p ⁶	
6 Полоний	8 Астат	8 Радон	
106 [263] ^{Sg} 6d ⁴ 7s ²	107 [262] ^{Bh} 6d ⁵ 7s ²		108 [265] ^{Hs} 6d ⁶ 7s ²
Сиборгий	Борий		Хассий
			109 [266] ^{Mt} 6d ⁷ 7s ²
			110 [272] ^{Ds} 6d ⁸ 7s ²
			Майтнерий
			Дармштадтий

**Актиноиды

90 232,038 Th 6d ² 7s ²	91 [231] ^{Pa} 5f ² 6d ¹ 7s ²	92 238,029 ^U 5f ³ 6d ¹ 7s ²	93 [237] ^{Np} 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	94 [244] ^{Pu} 5f ⁶ 7s ²	95 [243] ^{Am} 5f ⁷ 7s ²	96 [247] ^{Cm} 5f ⁷ 6d ¹ 7s ²
Торий	Протактиний	Уран	Нептуний	Плутоний	Америций	Кюрий

97 [247] ^{Bk} 5f ⁹ 6d ¹ 7s ²	98 [251] ^{Cf} 5f ¹⁰ 7s ²	99 [254] ^{Es} 5f ¹¹ 7s ²	100 [257] ^{Fm} 5f ¹² 7s ²	101 [259] ^{Md} 5f ¹³ 7s ²	102 [259] ^{No} 5f ¹⁴ 7s ²	103 [262] ^{Lr} 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²
Берклий	Калифорний	Эйнштейний	Фермий	Менделевий	Нобелий	Лоуренсий

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
-------------------	---

Электромагнитные явления

Электрическое поле

1. Электрический заряд. Строение атома	4
2. Электрическое поле. Электризация тел. Электроскоп. Измерение заряда электрона	13
3. Закон Кулона	23

Электрический ток

4. Электрический ток. Источники тока	28
5. Сила тока. Электрическое напряжение	35
6. Электрическое сопротивление. Закон Ома. Реостаты	42
7. Последовательное соединение проводников	51
8. Параллельное соединение проводников	57
9. Расчет электрических цепей	63
10. Работа и мощность электрического тока	69
11. Электрический ток в разных средах	76

Магнитное поле

12. Постоянные магниты. Магнитное поле Земли	83
13. Магнитное поле тока. Электромагниты	88
14. Сила Ампера	94
15. Электромагнитная индукция	97

Атомное ядро. Ядерная энергетика

16. Строение атомного ядра. Ядерная энергия	104
17. Радиоактивность. Радиоактивные превращения ...	109
18. Использование радиационных технологий. Биологическое действие радиации	113

Ответы, указания, решения	118
---------------------------------	-----

Приложения	140
------------------	-----