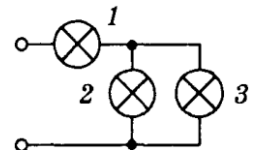
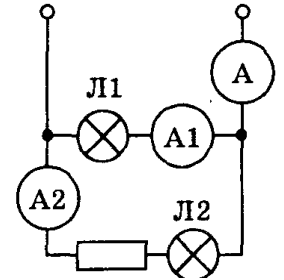


12.108. Электрическая плитка при силе тока $I = 5$ А за время $t = 3$ мин потребляют энергию $W = 1080$ кДж. Рассчитать сопротивление плитки.

12.113. Три лампы, имеющие одинаковые сопротивление, включены в цепь так, как показано на рисунке. Во сколько раз мощность тока в лампе 1 больше мощности тока в лампе 2?



12.114. В сеть напряжением $U = 120$ В параллельно включены две лампы: Л1 – мощностью $P = 300$ Вт, рассчитанную на напряжение 120 В, и Л2 – 12-вольтная лампа, включенная последовательно с проводником К. Лампа Л2 работает в номинальном режиме. Определить показания амперметров А1 и А и сопротивление проводника, если амперметр А2 показывает силу тока $I = 2$ А.



12.127. Лампа накаливания имеет сопротивление нити в нагретом состоянии $R = 300$ Ом и работает от сети напряжением $U = 127$ В. На сколько градусов нагреется сосуд с водой за время $t = 5$ мин, если в него поместить лампочку? Теплоёмкость сосуда $C = 10$ Дж/К, масса воды $m = 1,2$ кг.

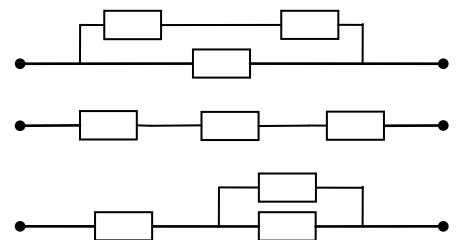
12.133. Электродвигатель подъемного крана подключен к источнику тока напряжением $U = 380$ В, при этом сила тока в обмотке $I = 20$ А. Каков КПД установки, если груз массой $m = 1$ т кран поднимает на высоту $h = 19$ м за время $t = 50$ с.

12.167. При подключении лампочки к батарее элементов с ЭДС $E = 30$ В и внутренним сопротивлением $r = 2$ Ом напряжение на зажимах источника $U = 28$ В. Найти силу тока в цепи. Какую работу совершают сторонние силы источника за время $t = 5$ мин? Какова работа тока во внешней и внутренней частях цепи за то же время?

12.168. К источнику тока с ЭДС $E = 3$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключено сопротивление $R = 2$ Ом. Найти полезную мощность источника тока, мощность источника и потери мощности в цепи.

12.169. ЭДС источника $E = 2$ В, его внутренне сопротивление $r = 1$ Ом. Каков ток в цепи, если внешняя часть ее потребляет мощность $P = 0,75$ Вт? Почему получается два ответа?

8.3.33. Электроплитка имеет три секции с одинаковым сопротивлением. При параллельном их соединении вода в чайнике закипает через 6 мин. Через какое время закипит вода той же массы и той же начальной температуры при соединении секций, как показано на рисунке.



12.174. Источник постоянного тока замыкается один раз проводником с сопротивлением $R_1 = 4$ Ом, другой раз – проводником с сопротивлением $R_2 = 9$ Ом. В том и другом случае количество тепла, выделяющегося в проводниках за одно и то же время, оказывается одинаковым. Каково внутреннее сопротивление источника?

8.3.33. 12, 54 и 27 мин.

$$12.108. R = \frac{W}{I^2 t} = 240 \text{ Ом.}$$

$$12.113. \frac{P_1}{P_2} = 4.$$

$$12.114. I_{A1} = 2,5 \text{ А, } I_A = 4,5 \text{ А, } R = 54 \text{ Ом.}$$

$$12.127. \Delta t = \frac{U^2 \tau}{R(cm + C)} = 3 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$12.133. \eta = \frac{mgh}{UIt} = 0,49.$$

$$12.167. I = 1 \text{ А, } A_{\text{ст}} = 9 \text{ кДж, } A_1 = 8,4 \text{ кДж, } A_2 = 0,6 \text{ кДж.}$$

$$12.168. P = \frac{\varepsilon^2 R}{(r + R)^2} = 2 \text{ Вт, } P_{\text{и}} = \frac{\varepsilon^2}{r + R} = 3 \text{ Вт, } \Delta P = \frac{\varepsilon^2 r}{(r + R)^2} = 1 \text{ Вт.}$$

$$12.169. I_{1,2} = \frac{\varepsilon}{2} \pm \sqrt{\frac{\varepsilon^2}{4} + Pr} = \begin{bmatrix} 0,5 \text{ А} \\ 1,5 \text{ А} \end{bmatrix}; R_1 = 3 \text{ Ом; } R_2 = 1,3 \text{ Ом.}$$

$$12.174. r = \sqrt{R_1 R_2} = 6 \text{ Ом.}$$

1. Материальная точка движется равномерно вдоль оси X так, что в момент времени $t_1 = 1$ с её координата $x_1 = 5$ м, а к моменту времени $t_2 = 5$ с её координата $x_2 = -3$ м. Найти скорость движения точки. Записать закон движения точки $x(t)$. Найти путь, пройденный точкой за любые $\Delta t = 2$ с движения.

2. Найдите среднюю скорость самолёта, если известно, что первую треть пути он летел со скоростью u_1 , вторую треть пути – со скоростью u_2 , а последнюю часть пути со скоростью, вдвое большей средней скорости на первых двух участках пути.

3. Рыбак, плывя на лодке вверх по реке, уронил под мостом в воду багор. Через время T он это обнаружил и, повернув назад, догнал багор на расстоянии S от моста. Какова скорость течения реки, если рыбак двигался вверх и вниз по течению реки с одинаковой скоростью относительно воды?

9.3.2. Тело свободно падает с высоты 80 м. Каково его перемещение в последнюю секунду падения?

4. Тело массой m движется прямолинейно под действием постоянной силы F . В момент времени t_0 тело находится в точке x_0 . Какую скорость u_0 должно иметь тело при $t = t_0$, чтобы в момент времени t попасть в точку x ?

5. Последовательно соединили две пружины с коэффициентами жёсткости $k_1 = 5$ Н/см и $k_2 = 2$ Н/см. На сколько растянется полученная конструкция, если к ней с обеих концов приложить силу $F = 10$ Н?

6. Прикладывая силу $F = 6$ Н тело массы $m = 10$ кг двигали по полу лифта с ускорением $a_T = 0,1$ м/с². В момент, когда лифт начал двигаться вверх, тело стало двигаться с постоянной скоростью. Найти ускорение лифта a_L .

7. Шкаф массой $m = 100$ кг стоит на четырёх ножках, след каждой из которых имеет форму квадрата. Чему равна сторона этого квадрата, если шкаф оказывает давление на пол $P = 150$ кПа?

8. Определите давление воды на дно и силу давления на боковую стенку сосуда, если сосуд полностью заполнен водой и имеет форму куба, а масса воды в нём равна $m = 64$ г.

308. В два цилиндрических сообщающихся сосуда наливают ртуть. Сечение одного из сосудов вдвое больше, чем другого. Широкий сосуд доливают водой до края. На какую высоту h поднимется при этом уровень ртути в другом сосуде? Первоначально уровень ртути был на расстоянии l от верхнего края широкого сосуда.

$$1. v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad x(t) = x_1 + \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} t = -2t + 7, \quad s = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Delta t = 4 \text{ м.}$$

$$2. v = \frac{12v_1v_2}{5(v_1 + v_2)}.$$

$$3. v = \frac{s}{2t}.$$

$$9.3.2. s = \sqrt{2gh} - \frac{g\tau^2}{2} = 35 \text{ м.}$$

$$4. v_0 = \frac{x - x_0}{t} - \frac{Ft}{2m} \approx 7,8 \text{ кг.}$$

$$5. \Delta x = \frac{F(k_1 + k_2)}{k_1 k_2} = 7 \text{ см.}$$

$$6. a_{\text{л}} = \frac{mga_{\text{т}}}{F - ma_{\text{т}}} = 1,96 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

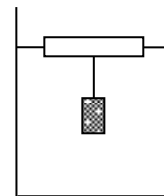
$$7. a = \sqrt{\frac{mg}{4P}} = 4 \text{ см.}$$

$$8. P = g\sqrt[3]{m\rho^2} = 400 \text{ Па}, \quad F_{\text{ст}} = \frac{mg}{2} = 0,32 \text{ Н.}$$

$$308. h = \frac{2\rho_{\text{в}} l}{3\rho_{\text{рт}} - \rho_{\text{в}}}.$$

1. В большом кубическом аквариуме с водой плавает легкая пластиковая бутылка объемом 1 литр, в которую налили 0,5 кг ртути, и, в общей сложности, 1 кг рыбы. Как изменится уровень воды в сосуде после удаления из него опасной бутылки? На сколько дополнительно изменится уровень воды, если вслед за этим удалить всю рыбу? Объем аквариума 1000 литров.

2. В цилиндрическом сосуде с водой плавает поплавок, к которому привязан груз массой $m = 3$ кг и объёмом $V = 1$ л. Как и насколько изменится уровень воды в сосуде, если нить оборвётся и груз упадёт на дно? Площадь дна сосуда $S = 50$ см².

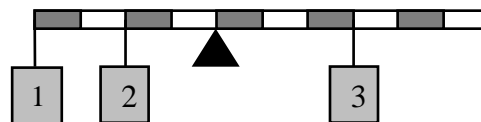


3. Чтобы удалить гвоздь длиной 10 см из бревна, необходимо приложить начальную силу 2 кН. Гвоздь вытащили из бревна. Какую при этом совершили механическую работу?

4. Грузик массы m двигаясь по гладкой поверхности налетел на торчащую из стены пружину жёсткости k . Поверхность под пружиной шероховата. Коэффициент трения грузика с этой поверхностью μ . Известно, что груз проехал по шероховатой поверхности расстояние S и остановился. Какую начальную скорость имел грузик?

5. В техническом паспорте автомобиля указана мощность двигателя 163 лошадиные силы и максимальная скорость на горизонтальной дороге – 180 км/ч. Найдите силу сопротивления движению при максимальной скорости.

6. Масса каждого из трёх грузов равна 4 кг. Какова масса рычага?



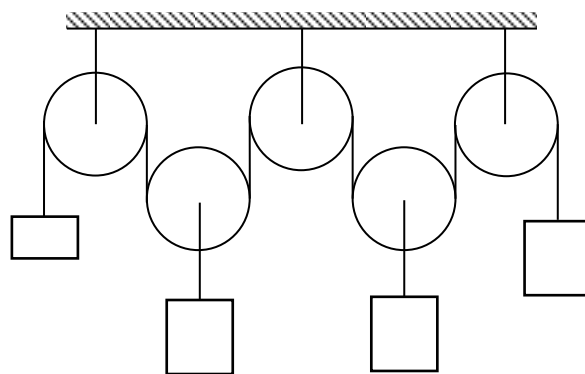
7. Два груза массами 300 г и 200 г соединены нитью, перекинутой через блок, подвешенный на пружинных весах.

Определите ускорение грузов, показание пружинных весов и силу упругости нити. Массой блока и трением в нём пренебречь.

С2. Шарик скользит без трения по наклонному желобу, а затем движется по «мертвой петле» радиуса R . С какой силой шарик давит на желоб в нижней точке петли, если масса шарика равна 100 г, а высота, с которой его отпускают, равна $4R$?

8. Две точки равномерно движутся по окружности. Первая точка делает один оборот за $T_1 = 5$ с, вторая точка делает один оборот за $T_2 = 2$ с. Найти время t между двумя последовательными встречами точек.

9. В системе, изображённой на рисунке, крайний левый груз имеет массу M , остальные грузы – массы $2M$. Найти ускорения всех грузов. Блоки, нити – всё как обычно.



$$1. h_1 = \frac{m_{\text{пр}}}{\rho_B \sqrt[3]{V_{\text{акв}}^2}} = 0,5 \text{ мм}, \quad h_2 = \frac{m_p}{\rho_B \sqrt[3]{V_{\text{акв}}^2}} = 1 \text{ мм}.$$

$$2. h = \frac{m - \rho_B V}{\rho_B S} = 40 \text{ см}.$$

$$3. A_{\text{мех}} = \frac{F_0 l}{2} = 100 \text{ Дж}.$$

$$4. v = \sqrt{2\mu g S + \frac{kS^2}{m}}.$$

$$5. F = \frac{N}{v} = 2,4 \text{ кН}.$$

$$6. M = 3m.$$

$$7. a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} g = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}, \quad T = \frac{2m_1 m_2 g}{m_1 + m_2} = 2,4 \text{ Н}, \quad F = \frac{4m_1 m_2 g}{m_1 + m_2} = 4,8 \text{ Н}.$$

$$\text{С2. } N = 9mg = 9 \text{ Н}.$$

$$8. t = \frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2} = \frac{10}{7} \approx 1,4 \text{ с}, \quad t = \frac{T_1 T_2}{T_1 - T_2} \approx 3,3 \text{ с}.$$

$$9. a_1 = a_2 = a_3 = -\frac{g}{11}, \quad a_4 = \frac{5}{11} g.$$

386. Для измерения температуры воды, имеющей массу $m = 66$ г, в неё погрузили термометр, который показал температуру $t_1 = 32,4$ °С. Какова действительная температура воды t , если теплоёмкость термометра $C = 1,9$ Дж/°С и перед погружением в воду он показывал температуру помещения $t_2 = 17,8$ °С. Удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг·°С).

1. Температура холодной и горячей воды соответственно 12 и 70 °С. Сколько холодной и горячей воды потребуется, чтобы наполнить ванну водой при температуре 37 °С? Масса воды в ванной 150 кг.

2. В алюминиевый калориметр, в котором была вода массой $m_{\text{в}} = 200$ г при температуре $t_{\text{в}} = 10$ °С, положили медный брусок массой $m_{\text{Cu}} = 150$ г, температура которого $t_{\text{Cu}} = 100$ °С. Определите температуру воды после установления теплового равновесия. Масса калориметра $m_{\text{Al}} = 100$ г, $c_{\text{Al}} = 900$ Дж/(кг·°С), $c_{\text{Cu}} = 385$ Дж/(кг·°С).

3. С какой высоты нужно сбросить кастрюлю с водой при температуре $t_0 = 0$ °С, чтобы после падения на землю можно было бы приступить к варке пельменей? Пренебречь теплоёмкостью кастрюли, сопротивлением воздуха и теплообменом с окружающей средой. Считать, что при столкновении вся кинетическая энергия переходит в тепло. Кстати, какое время займёт такой способ кипячения?

4. Кипяток в полном трехлитровом чайнике остывает до 20 °С. На сколько нагрелся бы воздух в кухне, если бы всё количество теплоты, выделявшееся при остывании воды, пошло на нагревание этого воздуха? Площадь кухни 6 м², высота 3 м. Плотность воздуха $\rho = 1,2$ кг/м³, теплоёмкость воздуха $c = 1000$ Дж/(кг·°С).

5. При включении отопления чугунная батарея массой 20 кг нагрелась от 10 до 50 °С, а воздух в комнате объемом 60 м³ – от 10 до 20 °С. Для чего потребовалось больше энергии: для нагревания воздуха или батареи? Во сколько раз больше?

6. В калориметр с водой перенесли из кипятка металлический шарик, в результате чего температура в калориметре поднялась с $t_0 = 20$ °С до $t_1 = 40$ °С. Какой станет температура в калориметре после переноса из кипятка второго такого же шарика? Третьего? Найдите число n таких шариков, которое надо перенести, чтобы температура в калориметре стала равной $t_n = 90$ °С.

7. Нагреватель мощностью 50 кВт повышает температуру воды, протекающей со скоростью 1 м/с по трубе диаметром 2 см, с 15 до 35 °С. Какая часть количества теплоты, выделяемого нагревателем, передается окружающей среде?

385. В два одинаковых сосуда, содержащих воду (в одном масса воды $m_1 = 0,1$ кг при температуре $t_1 = 45$ °С, в другом масса воды $m_2 = 0,5$ кг при температуре $t_1 = 24$ °С), налили поровну ртуть. После установления теплового равновесия в обоих сосудах оказалось, что температура воды в них одна и та же и равна $t = 17$ °С. Найти теплоёмкость C сосудов.

387. В стеклянный сосуд, имеющий массу $m_{\text{с}} = 120$ г и температуру $t_{\text{с}} = 20$ °С, налили горячую воду, масса которой $m_{\text{в}} = 200$ г и температура $t_{\text{в}} = 100$ °С. Спустя время $\tau = 5$ мин температура сосуда с водой стала равной $t = 40$ °С. Каково среднее количество теплоты, теряемое в единицу времени? Удельная теплоёмкость стекла $c_{\text{ст}} = 840$ Дж/(кг·°С).

$$1. m_{\Gamma} = M \frac{t_{\text{К}} - t_{\text{Х}}}{t_{\Gamma} - t_{\text{Х}}} = 65 \text{ кг}; \quad m_{\text{Х}} = M \frac{t_{\Gamma} - t_{\text{К}}}{t_{\Gamma} - t_{\text{Х}}} = 85 \text{ кг}.$$

$$2. t_{\text{К}} = \frac{c_{\text{Al}} m_{\text{Al}} t_{\text{H}} + c_{\text{B}} m_{\text{B}} t_{\text{H}} + c_{\text{Cu}} m_{\text{Cu}} t_{\text{Cu}}}{c_{\text{Al}} m_{\text{Al}} + c_{\text{B}} m_{\text{B}} + c_{\text{Cu}} m_{\text{Cu}}} = 15,5 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$3. h = \frac{c_{\text{B}}(t_{\text{К}} - t_0)}{g} = 42 \text{ км}, \quad t = \frac{\sqrt{2c_{\text{B}}(t_{\text{К}} - t_0)}}{g} \approx 1,5 \text{ мин}.$$

$$4. \Delta t = \frac{c_{\text{H}_2\text{O}} \rho_{\text{H}_2\text{O}} V_{\text{H}_2\text{O}} (t_{\text{кип}} - t)}{c_{\text{B}} \rho_{\text{B}} S_{\text{К}} h_{\text{К}}} = 47 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$5. \frac{Q_{\text{B}}}{Q_{\text{ч}}} = \frac{c_{\text{B}} \rho_{\text{B}} V (t_{\text{B2}} - t_{\text{B1}})}{c_{\text{ч}} m_{\text{ч}} (t_{\text{ч2}} - t_{\text{ч1}})} = \frac{15}{9} \approx 1,7.$$

$$6. t_n = \frac{nt_1 t_{\text{К}} + (1-n)t_0 t_{\text{К}} - t_1 t_0}{(n-1)t_1 - nt_0 + t_{\text{К}}}; \quad t_2 = 52 \text{ }^{\circ}\text{C}, \quad t_3 = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad n = \frac{(t_n - t_0)(t_{\text{К}} - t_1)}{(t_1 - t_0)(t_{\text{К}} - t_n)} = 21.$$

$$7. \frac{Q_{\text{окр.ср.}}}{Q_{\text{нагр.}}} = 1 - \frac{\pi d^2 v \rho_{\text{B}} c_{\text{B}} (t_2 - t_1)}{4N} \approx 47\%.$$

$$386. t = \frac{C(t_1 - t_2)}{mc} + t_1 = 32,5 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$385. C_c = \frac{c(m_2(t_2 - t) - m_1(t - t_1))}{t_1 - t_2} = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{}^{\circ}\text{C}}.$$

$$387. N = \frac{c_{\text{B}} m_{\text{B}} (t_{\text{B}} - t) - c_{\text{с}} m_{\text{с}} (t - t_{\text{с}})}{\tau} = 161,3 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}.$$

1. Алюминиевому бруску массой 500 г при температуре 30 °С передали количество теплоты $Q = 900$ кДж. Какой станет температура алюминия?
2. В калориметре находится вода массой $m_{\text{в}} = 2$ кг, температура которой 30 °С. В калориметр помещают лед при температуре 0 °С. Какова могла быть масса $m_{\text{л}}$ льда, если он растаял?
- 38.42. С какой высоты должна падать градинка, чтобы при ударе о землю она расплавилась? Температуру в начале падения считайте равной -20 °С, теплообмен с окружающей средой не учитывайте.
- О-161. В калориметр, содержащий 200 г льда при температуре -10 °С, наливают 200 г воды. Постройте график зависимости конечной температуры t в калориметре от температуры $t_{\text{в}}$ налитой воды.
3. Нагретый алюминиевый куб положили на лед, и куб полностью погрузился в лед. До какой температуры был нагрет куб? Температура льда 0 °С, потерями тепла можно пренебречь.
4. В калориметре находится лед и вода при температуре 0 °С. Масса льда и воды одинаковы и равна 500 г. В калориметр наливают воду массой 1 кг при температуре 50 °С. Какая температура установится в калориметре?
5. Кусок льда массой 700 г поместили в калориметр с водой. Масса воды 2,5 кг, начальная температура 5 °С. Когда установилось тепловое равновесие, оказалось, что масса воды увеличилась на 64 г. Определите начальную температуру льда.
- О-159. В калориметре при температуре 0 °С находится вода массой 500 г и лед массой 300 г. Какая температура установится в калориметре, если долить в него 100 г кипятка? 500 г кипятка?
- О-160. В калориметр, содержащий воду массой 2 кг при температуре 20 °С, бросили ледяной шар массой 1 кг, в центр которого вморожен стальной шарик массой 50 г, температура которого 0 °С. Где окажется стальной шарик после установления теплового равновесия?

0-164. В переохлажденный до температуры $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ воде происходит быстрый процесс кристаллизации. Какая часть воды при этом превращается в лед?

$$1. t_{Al} = \frac{Q - c_{ТВ} m (t_{пл} - t_0) - \lambda m}{c_{ж} m} + t_{пл} = 1415\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$2. m_{л} < \frac{c_{в} m_{в} t_{в}}{\lambda} = 760\text{ Г}.$$

$$38.42. h = \frac{c_{л} (t_{к} - t_{н}) + \lambda}{g} \approx 37\text{ км}.$$

$$3. t = \frac{\lambda \rho_{л}}{c_{Al} \rho_{Al}} \approx 119\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$4. t = \frac{c_{в} m_{в1} t_{н} - m_{л} \lambda}{c_{в} (m_{л} + m_{в1} + m_{в2})} \approx 5\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$5. t_{л} = \frac{m_{л} \lambda - c_{в} m_{в} t_{н}}{c_{л} m_{л}} \approx -21\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$0 - 159. t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}, \text{ т. к. } m_{л} \lambda > c_{в} m_{в2} t_{кип}; t = \frac{c_{в} m_{в2} t_{кип} - m_{л} \lambda}{c_{в} (m_{л} + m_{в1} + m_{в2})} \approx 20\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

0 - 160. Будет плавать.

0 - 161. Здесь будет рисунок.

0 - 164. $\alpha \approx 13\%$.

1. При помощи нагревателя с КПД 40% необходимо довести до температуры кипения 4 л воды в алюминиевой кастрюле массой 2 кг. Определите расход керосина на нагревание воды и кастрюли если их начальная температура $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $q_{\text{кер}} = 46\text{ МДж/кг}$.
2. В медной кастрюле нагрели 5 л воды от температуры $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ до кипения, израсходовав керосин массой 100 г. Определите массу кастрюли, если КПД нагревателя 40%.
3. Израсходовав 800 г бензина, воду массой 50 кг нагрели от 20 до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ и часть воды выпарили. Какова масса образовавшегося пара, если 60% теплоты сгорания бензина передано воде, $q_{\text{бенз}} = 44\text{ МДж/кг}$?
4. На газовой плите за 15 мин довели до температуры кипения 3 л воды. Какова масса газа, сгоравшего каждую секунду, если начальная температура воды $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $q_{\text{газ}} = 44\text{ МДж/кг}$?
5. Сколько необходимо сжечь спирта, чтобы расплавить лед массой 2 кг, взятый при температуре $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, а полученную воду нагреть до кипения и 1 кг воды превратить в пар? КПД спиртовки 40%, $q_{\text{сп}} = 27\text{ МДж/кг}$.
6. В калориметр, содержащий воду массой $m_{\text{в}} = 500\text{ г}$ при температуре $t_{\text{в}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, впустили водяной пар при температуре $t_{\text{п}} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какая температура t установится в калориметре, если масса пара равна 10 г? А если 100 г? Какой станет масса воды m в каждом из этих случаев?
7. До какой температуры нагреется вода объемом 0,8 л, находящаяся в медном калориметре массой 700 г и имеющая температуру $12\text{ }^{\circ}\text{C}$, если впустить в калориметр водяной пар массой 50 г при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$?
8. В кастрюлю налили холодной воды при температуре $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и поставили на электроплитку. Через 10 мин вода закипела. Через какое время после этого она выкипит полностью? Масса кастрюли много меньше массы воды.
9. В калориметр, содержащий 1 кг воды, впустили водяной пар массой 40 г, имеющий температуру $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какой была начальная температура воды, если конечная температура в калориметре оказалась равной $60\text{ }^{\circ}\text{C}$?
10. В калориметре находится лёд массой 500 г при температуре $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какая температура установится в калориметре, если в него впустить пар массой 80 г, имеющий температуру $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$1. m = \frac{(c_{Al}m_{Al} + c_B m_B)(t_{кип} - t_H)}{q\eta} \approx 80 \text{ Г.}$$

$$2. m_{Cu} = \frac{\eta q m_K - c_B m_B (t_{кип} - t_H)}{c_{Cu}(t_{кип} - t_H)} \approx 1 \text{ кг.}$$

$$3. m = \frac{\eta q m_6 - c_B m_B (t_K - t_H)}{L} \approx 1,9 \text{ кг.}$$

$$4. \frac{m}{t} = \frac{c_B m_B (t_K - t_H)}{q\tau} \approx 0,02 \frac{\text{Г}}{\text{с}}$$

$$5. m = \frac{c_L m_L (0 - t_L) + \lambda m_L + c_B m_L (t_{кип} - 0) + L m_{\Pi}}{\eta q} \approx 350 \text{ Г.}$$

$$6. \theta_1 = \frac{m_{\Pi} L + c_B (m_B t_{HB} + m_K t_{HK})}{c_B (m_B + m_K)} \approx 32 \text{ }^{\circ}\text{C}; \theta_2 = 100 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

$$7. \theta_1 = \frac{m_{\Pi} L + c_B (m_B t_{HB} + m_K t_{HK}) + c_{Cu} m_{Cu} t_{HB}}{c_B (m_B + m_K) + c_{Cu} m_{Cu}} \approx 47 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

$$8. \tau_2 = \frac{\tau_1 L}{c_B (t_{кип} - t_0)} \approx 1 \text{ ч.}$$

$$9. t_H = \frac{c_B (m_B \theta + m_{\Pi} (\theta - t_{кип})) - m_{\Pi} L}{c_B m_B} \approx 36 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

$$10. \theta = \frac{m_{\Pi} L - m_L \lambda + c_B (m_L t_{пл} + m_{\Pi} t_{кин}) - c_L m_L (t_{пл} - t_L)}{c_B (m_B + m_{\Pi})} \approx 17 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

2.163. Температура воздуха $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$, точка росы $t_2 = 8\text{ }^\circ\text{C}$. Найдите относительную влажность воздуха.

10.358. Оценить, каким должно быть ускорение свободного падения g на планете, чтобы человек мог ходить по воде в обуви с несмачиваемыми водой подошвами.

2.161. Температура воздуха в комнате $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Относительная влажность составляет $\varphi = 60\%$. При какой температуре t_2 воздуха за окном начнут запотевать оконные стёкла?

10.352. В капиллярной трубке радиусом $R = 0,5\text{ мм}$ жидкость поднялась на высоту $h = 11\text{ мм}$. Оценить плотность данной жидкости, если её коэффициент поверхностного натяжения $\sigma = 22\text{ мН/м}$.

Задача 12.4. Смешали объём воздуха V_1 с относительной влажностью φ_1 и объём V_2 с относительной влажностью φ_2 . Смесь занимает объём V_3 . Определить относительную влажность смеси. Температура поддерживается постоянной.

2.4.1. Какова масса m капли воды, вытекающей из стеклянной трубки диаметром $d = 1\text{ мм}$, если считать, что диаметр шейки капли в момент отрыва равен внутреннему диаметру трубки. Поверхностное натяжение воды $\sigma = 73\text{ мН/м}$.

2.4.3. В дне чайника имеется круглое отверстие диаметром $d = 1\text{ мм}$. До какой высоты h можно налить воду в чайник, чтобы она не выливалась через отверстие?

2.4.5. Горизонтально расположенное проволочное кольцо массой m и радиусом R касается поверхности воды. Какую вертикальную силу F необходимо приложить, чтобы оторвать кольцо от поверхности воды? Проволока смачивается водой.

2.167. В комнате объёмом $V = 50\text{ м}^3$ относительная влажность $\varphi_1 = 40\%$. Если испарить $m = 60\text{ г}$ воды, то относительная влажность станет равной $\varphi_2 = 50\%$. Какой при этом станет абсолютная влажность?

2.106. В вакууме в чашку с маслом, имеющим весьма низкую упругость пара и хорошо смачивающим стекло, погружена стеклянная капиллярная трубка радиуса r . Найти давление в масле на высоте $h/3$ над уровнем масла в чашке, где h – высота, на которую поднимается масло в капилляре. Поверхностное натяжение масла равно σ .

2.161. $t = 12 \text{ }^\circ\text{C}$.

2.163. $\varphi = \frac{p_{\text{н.п.}}(t_2)}{p_{\text{н.п.}}(t_1)} = 46 \%$.

2.167. $\rho = \frac{\varphi_2 m}{(\varphi_2 - \varphi_1)V} = 6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

2.4.1. $m = \frac{\pi d \sigma}{g} = 23 \text{ мг}$.

2.4.3. $h = \frac{4\sigma}{\rho g d} \approx 2,9 \text{ см}$.

2.4.5. $F = mg + 4\pi R\sigma$.

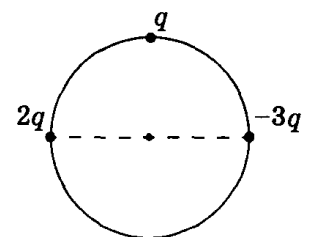
10.352. $\rho = \frac{2\sigma}{Rgh} = 820 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

10.358. $g \leq \frac{\sigma d}{m} = 10^{-3} \text{ м/с}^2$.

2.106. $P = -\frac{2\sigma}{3r}$.

Задача 12.4. $\varphi = \frac{\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2}{V_3}$.

1. Два электрона находятся в точках с координатами (2;2) и (3;-2). Вычислить ускорение, сообщаемое одним электроном другому.
2. Два шарика, имеющие одинаковые массы $m = 0,1$ г и одинаковые отрицательные заряды, в состоянии невесомости находятся в равновесии на любом расстоянии друг от друга, заметно превосходящем их размеры. Определите число N избыточных электронов на каждом шарике. Определите отношение массы Δm избыточных электронов к массе m шарика.
3. Определить величину заряда, переданного металлическому шару радиуса $R = 4$ см, если его поверхностная плотность зарядов оказалась $\sigma = 0,5 \cdot 10^{-4}$ Кл/м².
4. Две отрицательно заряженные пылинки находятся в воздухе на расстоянии $r = 2$ мм друг от друга и отталкиваются с силой $F = 9 \cdot 10^{-5}$ Н. Считая заряды пылинок одинаковыми, найти число избыточных электронов на каждой пылинке.
5. Заряженный проводящий шарик приводят в соприкосновение с точно таким же незаряженным шариком. После этого сила отталкивания шариков на расстоянии $r = 15$ см равна $F = 1$ мН. Каков первоначальный заряд шарика?
6. На нити подвешен шарик массы $m = 9,8$ г, которому сообщили заряд $q = 1$ мкКл. Когда к нему поднесли снизу заряженный таким же образом шарик, сила натяжения уменьшилась в $n = 4$ раза. Определите расстояние r между центрами шариков.
7. Три точечных заряда $q_1 = 9 \cdot 10^{-7}$ Кл, $q_2 = 5 \cdot 10^{-8}$ Кл и $q_3 = 3 \cdot 10^{-7}$ Кл расположены последовательно вдоль одной прямой и связаны двумя нитями, длиной $l = 0,1$ м каждая. Найти натяжение нитей, если заряд q_2 находится посередине.
- 8*. Три точечных заряда $q = 10$ мкКл, $2q$ и $-3q$ расположены на окружности радиуса $R = 30$ см. Найти модуль и направление силы, действующей на заряд q со стороны двух других.
9. На гладкую замкнутую непроводящую нить длиной $l = 60$ см нанизаны три бусинки с зарядами $q_1 = 20$ мкКл, $q_2 = q/4$, $q_3 = q/9$. Система находится в равновесии. Найти силу натяжения нити T .
10. В центре кольца радиусом R , заряженного с линейной плотностью заряда ρ , находится маленькая бусинка массой m и зарядом q , противоположным по знаку заряду кольца. Бусинку смещают вдоль перпендикуляра к плоскости кольца на расстояние $x \ll R$ и отпускают. Через какое время бусинка вернется в начальное положение?



$$1. a = \frac{ke^2}{m_e((x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2)} = 15 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$2. N = \frac{m}{e} \sqrt{\frac{G}{k}} = 5,4 \cdot 10^4; \frac{\Delta m}{m} = \frac{m_e}{e} \sqrt{\frac{G}{k}} = 4,9 \cdot 10^{-22}.$$

$$3. q = 4\pi R^2 \sigma \approx 1 \text{ мкКл.}$$

$$4. N = \frac{1}{e} \sqrt{\frac{Fr^2}{k}} = 1,25 \cdot 10^9.$$

$$5. q = \sqrt{\frac{4Fr^2}{k}} = 0,1 \text{ мкКл.}$$

$$6. r = q \sqrt{\frac{nk}{(n-1)mg}} \approx 35 \text{ см.}$$

$$7. T_1 = \frac{kq_1}{l^2} \left(q_2 + \frac{q_3}{4} \right) = 0,1 \text{ Н}, \quad T_2 = \frac{kq_3}{l^2} \left(q_2 + \frac{q_1}{4} \right) = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ Н.}$$

$$8. F = \frac{kq^2 \sqrt{13}}{2r^2} = 18 \text{ Н.}$$

$$9. T = \frac{k(\sqrt{q_1 q_2} + \sqrt{q_1 q_3} + \sqrt{q_2 q_3})^2}{l^2} = \frac{kq^2}{l^2} = 10 \text{ Н.}$$

$$10. t = \sqrt{\frac{xmR}{k\rho q}}.$$

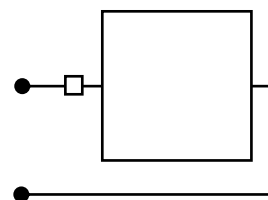
23.1. Сколько электронов проходит через поперечное сечение проводника за 1 нс при силе тока 32 мкА?

12.27. Рассчитать сопротивление медного трамвайного провода длиной $l = 5$ км, если площадь его сечения $S = 0,65$ см².

12.29. После протягивания проволоки через волочильный станок длина её увеличилась в 4 раза. Каким стало сопротивление этой проволоки, если до обработки сопротивление $R_1 = 20$ Ом.

1. Определите скорость движения электронов в медном проводе, если через него идёт ток силой $I = 5$ А. Площадь поперечного сечения провода $S = 25$ мм², концентрация электронов проводимости в меди $n = 8,5 \cdot 10^{28}$ м⁻³.

12.32. Квадратные медные пластины одинаковой толщины, площади которых $S_1 = 1$ см² и $S_2 = 1$ м², включены в цепь как показано на рисунке. Доказать, что электрическое сопротивление пластин одинаково.



8.1.1. а. В синхротроне электроны движутся по приблизительно круговой орбите длины $l = 240$ м. Во время цикла ускорения на орбите находится примерно $N = 10^{11}$ электронов, их скорость практически равна скорости света. Чему равен ток?

44.75. Сопротивление медной проволоки $R = 1$ Ом, её масса $m = 1$ кг. Какова длина l проволоки? Какова площадь S её поперечного сечения?

8.1.1. б. Определите ток, создаваемый электроном, движущимся по орбите радиуса $r = 0,5 \cdot 10^{-10}$ м в атоме водорода.

12.12. Автомобильный электродвигатель-стартер в течение 3 с работал от батареи аккумуляторов при силе тока $I_1 = 150$ А. Когда автомобиль двинулся в путь, генератор стал заряжать аккумуляторы при силе тока $I_2 = 4,5$ А. За какое время восстановится прежнее состояние батареи?

12.13. Какой заряд проходит через сечение проводника, если известно, что сила электрического тока в этом проводнике возрастает от нуля до $I = 5$ А в течение $t = 10$ с.

$$23.1. N = \frac{It}{e} = 2 \cdot 10^5.$$

$$8.1.1.а. I = \frac{nes}{l} = 0,02 \text{ А.}$$

$$8.1.1.б. I = \sqrt{\left(\frac{e^4}{16 \epsilon_0 m_e (\pi r)^3}\right)} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$44.75. l = \sqrt{\frac{mR}{\rho\rho_3}} = 81,3 \text{ м,} \quad S = \sqrt{\frac{m\rho_3}{\rho R}} = 1,38 \text{ мм}^2.$$

$$12.12. t = \frac{I_1 t}{I_2} = 100 \text{ с.}$$

$$12.13. q = \frac{It}{2} = 25 \text{ Кл.}$$

$$12.27. R = \frac{\rho l}{S} = 1,3 \text{ Ом.}$$

$$12.29. R_2 = n^2 R_1 = 320 \text{ Ом.}$$

$$1. v = \frac{I}{eSn} = 1,5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$23.1. N = 2 \cdot 10^5.$$

$$8.1.1. a. I = \frac{nes}{l} = 0,02 \text{ A.}$$

$$8.1.1. б. I = \sqrt{\left(\frac{e^4}{16 \varepsilon_0 m_e (\pi r)^3}\right)} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$44.75. l = 81,3 \text{ м}, \quad S = 1,38 \text{ м}^2.$$

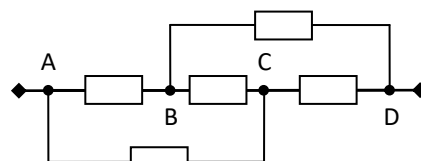
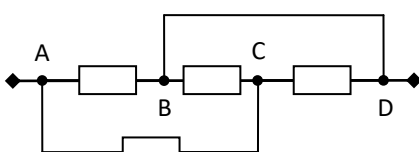
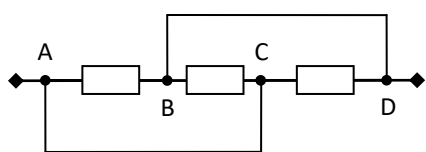
$$12.27. R = \frac{\rho l}{S} = 1,3 \text{ Ом.}$$

$$12.29. R = n^2 R = 320 \text{ Ом.}$$

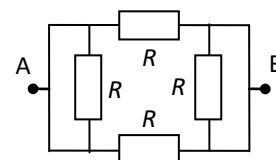
$$1. v = \frac{I}{Sn}.$$

3.127. Электрическая цепь состоит из трёх последовательно соединённых кусков провода одинаковой длины, изготовленных из одного и того же материала, но имеющих разные сечения: $S_1 = 1 \text{ мм}^2$, $S_2 = 2 \text{ мм}^2$, $S_3 = 3 \text{ мм}^2$. Напряжение на концах цепи $U = 11 \text{ В}$. Найдите напряжение на каждом куске провода.

3.135. Определите сопротивление R между точками A и D каждой из показанных на рисунке трёх цепей. Сопротивления резисторов одинаковы и равны r . Сопротивлением соединяющих проводов можно пренебречь.

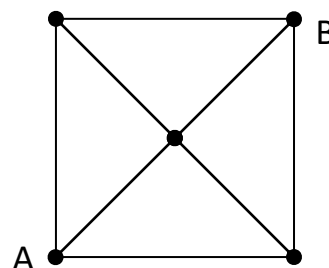


12.35. Четыре одинаковых резистора ученик включил в цепь, так как показано на рисунке. Какое он получит сопротивление между точками A и B ?

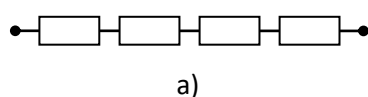


12.39. Из проволоки сопротивлением $R = 25 \text{ Ом}$ сделано кольцо. Где следует присоединить провода, подводящие ток, чтобы сопротивление кольца было $r = 4 \text{ Ом}$? Длина проволоки l .

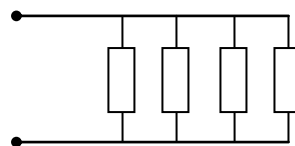
12.43. Определить сопротивление R_0 проволочного каркаса в виде квадрата с диагоналями, спаянными в центре. Каркас включен в цепь точками A и B . Сопротивление стороны квадрата r .



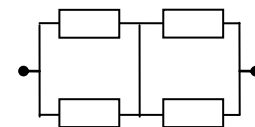
12.34. Четыре одинаковых сопротивления, каждое из которых равно r , соединяют различными способами. Определить эквивалентное сопротивление.



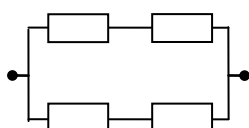
а)



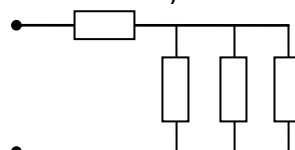
б)



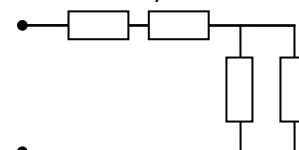
в)



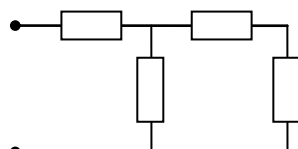
г)



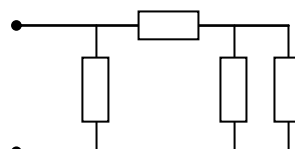
д)



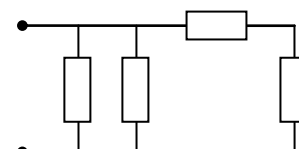
е)



ё)



ж)



з)

$$3.127. U_i = \frac{S_1 S_2 S_3}{S_i(S_1 S_2 + S_2 S_3 + S_1 S_3)} U; U_1 = 6 \text{ В}, \quad U_2 = 3 \text{ В}, \quad U_3 = 2 \text{ В},$$

$$3.135. \text{а) } R = \frac{r}{3}.$$

$$3.135. \text{б) } R = \frac{3}{5} r.$$

$$3.135. \text{в) } R = r.$$

$$12.35. R_{AB} = \frac{R}{2}.$$

$$12.39. \frac{x}{l} = \frac{1}{2} \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{4r}{R}} \right) = \begin{cases} 0,2 \\ 0,8 \end{cases}.$$

$$12.43. R_0 = \frac{\sqrt{2}r}{1 + \sqrt{2}}.$$

$$12.34. \text{а) } R = 4r.$$

$$12.34. \text{б) } R = \frac{r}{4}.$$

$$12.34. \text{в) } R = r.$$

$$12.34. \text{г) } R = r.$$

$$12.34. \text{д) } R = 1,3r.$$

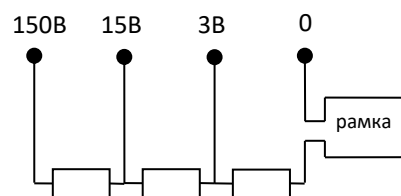
$$12.34. \text{е) } R = 2,5r.$$

$$12.34. \text{ё) } R = 1,7r.$$

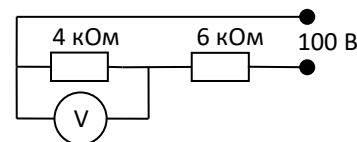
$$12.34. \text{ж) } R = 0,6r.$$

$$12.34. \text{з) } R = 0,4r.$$

8.3.1. Шкала вольтметра имеет 150 делений. Вольтметр имеет четыре клеммы, рассчитанные на измерение напряжения до 3, 15 и 150 В. Стрелка прибора отклоняется на 50 делений при прохождении через него тока 1 мА. Каково внутреннее сопротивление прибора при включении его на различные диапазоны?



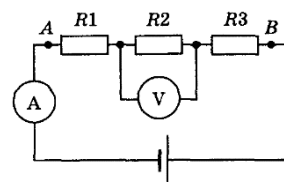
8.3.6. Вольтметр включён параллельно сопротивлению 4 кОм и показывает 36 В. Напряжение на клеммах источника тока поддерживается постоянным и равным 100 В. Найдите отношение тока, идущего через вольтметр, к току, идущему через сопротивление 6 кОм. Что покажет этот вольтметр, если заменить сопротивления соответственно на 4 и 6 Ом?



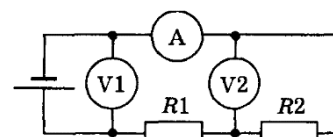
01. К амперметру с собственным сопротивлением R_a подключили шунт $R_{ш}$. Во сколько раз увеличился предел измерений?

02. К вольтметру с собственным сопротивлением R_v подключили добавочное сопротивление R_d . Во сколько раз увеличился предел измерений?

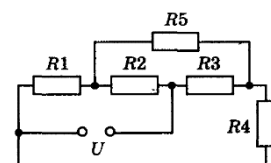
12.60. В цепь включены последовательно три проводника сопротивлением $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 12$ Ом. Какую силу тока показывает амперметр и какое напряжение между точками A и B , если показания вольтметра $U = 1,2$ В?



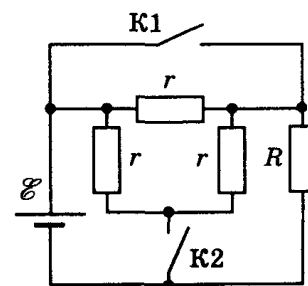
12.64. В цепь включены два проводника $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 10$ Ом. Вольтметр V_1 показывает 12 В. Определить показания амперметра и вольтметра V_2 .



12.82. Какой ток проходит через каждое сопротивление, если $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 1$ Ом, $R_5 = 3$ Ом, напряжение $U = 12$ В.



12.81. Для схемы, изображенной на рисунке, подобрать такое сопротивление R , чтобы ток, текущий через это сопротивление при замкнутом ключе K_1 и разомкнутом ключе K_2 , был в 3 раза больше тока, текущего через это сопротивление при разомкнутом ключе K_1 и замкнутом ключе K_2 . Сопротивлением источника пренебречь.



12.90. Если к вольтметру присоединить некоторое добавочное сопротивление, предел измерений прибора возрастает в n раз. Другой резистор увеличивает предел измерений в m раз. Во сколько раз увеличится предел измерений вольтметра, если оба резистора соединить между собой параллельно, а затем подключить к вольтметру последовательно?

8.3.5. б. Для измерения тока в цепи с сопротивлением R включён амперметр. Какая относительная ошибка будет допущена, если считать, что включение амперметра не изменило тока? Напряжение на концах цепи поддерживается постоянным. Сопротивление амперметра r .

$$\Theta 1. n = \frac{R_a}{R_{ш}} + 1.$$

$$\Xi 2. n = \frac{R_d}{R_V} + 1.$$

$$12.60. I = \frac{U_V}{R_2} = 0,2 \text{ A}, \quad U_{AB} = \frac{U_V}{R_2} (R_1 + R_2 + R_3) = 4,6 \text{ В.}$$

$$12.64. I = \frac{V_1}{R_1 + R_2} = 0,8 \text{ A}, \quad V_2 = \frac{V_1}{R_1 + R_2} R_2 = 8 \text{ В.}$$

$$12.82. I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = 6 \text{ A}; \quad I_5 = 0 \text{ A.}$$

$$12.81. R = r.$$

$$8.3.1. r = 1; 5 \text{ и } 50 \text{ кОм.}$$

$$8.3.5. \frac{\Delta I}{I} = \frac{r}{R + r}.$$

$$8.3.6. \frac{I_V}{I_6} = 1 - \frac{U_V R_6}{(U - U_V) R_4} = \frac{5}{32} \approx 0,16;$$

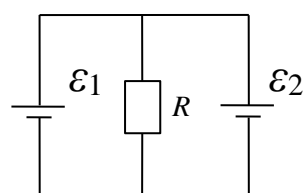
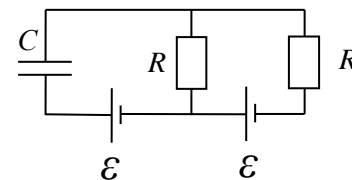
$$\frac{UR'_4 U_V R_6 R_4}{UR'_4 U_V R_6 R_4} \approx 40 \text{ В.}$$

$$V = \frac{R'_6 R'_4 ((U - U_V) R_4 - U_V R_6) + (R'_6 + R'_4) U_V R_6 R_4}{U_V R_6 R_4} \approx 40 \text{ В.}$$

$$R_V = \frac{UR'_4 R_V}{(U - U_V) R_4 - U_V R_6}$$

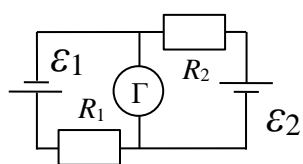
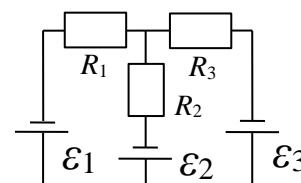
$$V = \frac{UR'_4 R_V}{R'_6 (R'_4 + R_V) + R'_4 R_V}$$

12.219. Определить разность потенциалов на конденсаторе в схеме, содержащей два одинаковых сопротивления R и два одинаковых источника ε .



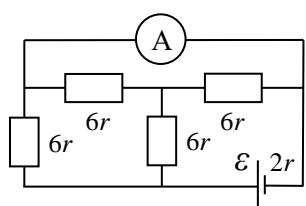
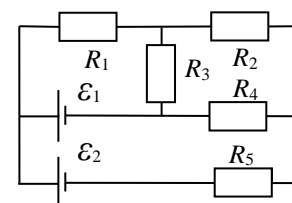
12.220. Два элемента $\varepsilon_1 = 2$ В и $\varepsilon_2 = 1$ В соединены. Сопротивление $R = 0,5$ Ом. Внутреннее сопротивление элементов одинаково $r_1 = r_2 = 1$ Ом. Определить силу тока, идущего через сопротивление R .

12.221. Найти силу тока на всех участках цепи, если $\varepsilon_1 = 2$ В, $\varepsilon_2 = 4$ В, $\varepsilon_3 = 6$ В, $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 8$ Ом, $r_1 = 0,5$ Ом, $r_2 = 1$ Ом, $r_3 = 1,5$ Ом.



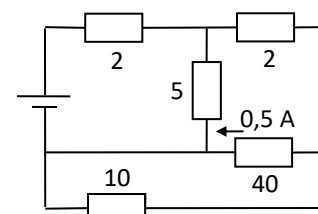
12.222. Найти силу тока через гальванометр, если $\varepsilon_1 = 1,5$ В, $R_1 = 3$ кОм; $\varepsilon_2 = 3$ В, $R_2 = 6$ кОм. Сопротивление гальванометра пренебречь.

12.223. $\varepsilon_1 = 65$ В, $\varepsilon_2 = 39$ В, $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10$ Ом. Найти распределение токов в цепи. Сопротивление источников тока не учитывать.

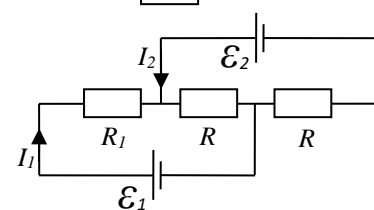


12.224. Какую силу тока покажет амперметр в схеме? Сопротивлением амперметра пренебречь.

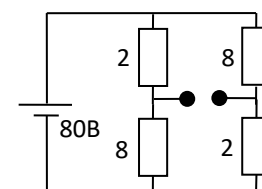
8.3.24. В схеме, изображённой на рисунке, указаны сопротивления и ток через одно из сопротивлений. Определите токи через все сопротивления и напряжение генератора.



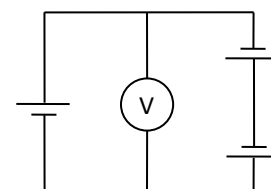
3.2.30. В схеме, показанной на рисунке, подбором величины сопротивления R_1 добились того, что ток I_2 стал равен нулю. Чему равно внутреннее сопротивление r_1 первой батареи, если $\varepsilon_1 = 2$ В, $\varepsilon_2 = 1,5$ В, $R = 2,5$ Ом, $R_1 = 9$ Ом.



8.3.9. Чему будет равна разность потенциалов между клеммами в схеме на рисунке? Что покажет амперметр, если его подключить к клеммам?



8.3.31. Что покажет вольтметр, если генераторы одинаковы? Какой ток идёт в цепи, если напряжение каждого генератора 1,5 В, а внутреннее сопротивление 2 Ом?



$$12.219. U_c = \frac{3}{2} \varepsilon.$$

$$12.220. I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2R + r} = 1,5 \text{ A.}$$

$$12.221. I_1 = 334 \text{ mA}; I_2 = 71 \text{ mA}; I_3 = 263 \text{ mA.}$$

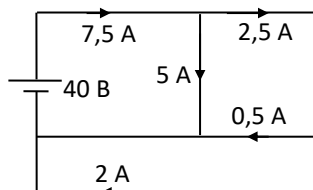
$$12.222. I = \frac{\varepsilon_1}{R_1} - \frac{\varepsilon_2}{R_2} = 0 \text{ A.}$$

$$12.223. I_1 = 2,3 \text{ A}; I_2 = 0,4 \text{ A}; I_3 = 1,9 \text{ A}; I_4 = 1,5 \text{ A}; I_5 = -1,1 \text{ A}; I_6 = 3,4 \text{ A.}$$

$$12.224. I = \frac{\varepsilon}{7r}.$$

$$3.2.30. r_1 = \left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} - 1 \right) R_1 - R = 0,5 \text{ Ом.}$$

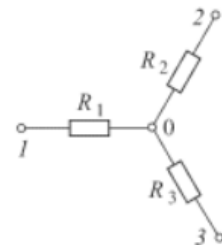
$$8.3.9. V = 48 \text{ В}, \quad I = 15 \text{ A.}$$



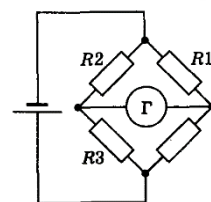
$$8.3.24.$$

$$8.3.31. V = 0 \text{ В}, \quad I = 0,75 \text{ A.}$$

3.160. Найдите силу тока I_1 через сопротивление R_1 участка цепи (см. рисунок), если $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 20 \text{ Ом}$, $R_3 = 30 \text{ Ом}$ и потенциалы точек 1, 2 и 3 равны соответственно $\varphi_1 = 10 \text{ В}$, $\varphi_2 = 6 \text{ В}$, $\varphi_3 = 5 \text{ В}$.

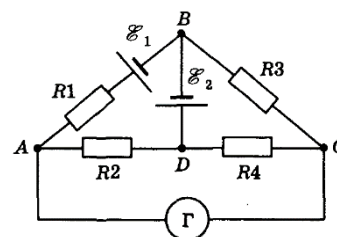


12.227. Мост для измерения сопротивления сбалансирован так, что ток через гальванометр не идет. Сила тока в правой ветке $I = 0,2 \text{ А}$. Найти напряжение U на зажимах источника тока.

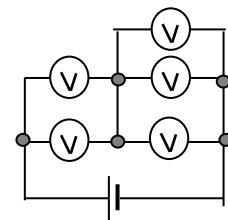


Сопротивление резистора $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$.

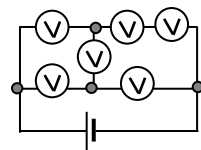
12.228. В электрической схеме заданы сопротивления R_2, R_3, R_4 и ЭДС E_1 и E_2 . Найти сопротивление R_1 при условии, что ток через гальванометр отсутствует.



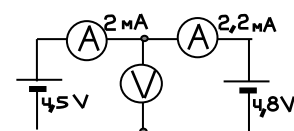
4. Батарейка имеет напряжение 10 В. В схеме использованы одинаковые вольтметры, найти их показания.



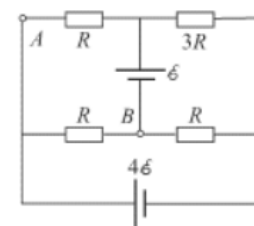
5. Батарейка имеет напряжение 6 В. В схеме использованы одинаковые вольтметры, найти их показания.



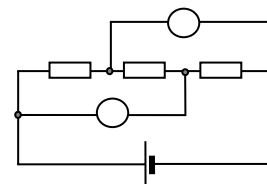
6. Что показывает вольтметр в изображенной схеме? Миллиамперметры одинаковые, батарейки идеальные. Найти сопротивления приборов.



3.159. В схеме на рисунке внутренние сопротивления источников пренебрежимо малы. Определите силу тока I_1 через резистор $3R$, силу тока I_2 через источник тока с ЭДС 4ϵ и разность потенциалов U_{AB} , между точками А и В схемы.



8. Два из трех резисторов в схеме на рисунке одинаковые, третий резистор имеет другое сопротивление. Когда к цепи подключили два идеальных вольтметра - верхний показал 2 В, а нижний 3 В. Вольтметры заменили на идеальные амперметры, - верхний амперметр показал 0,06 А. Какой ток показывает при этом второй амперметр?



$$3.159. I_1 = \frac{\varepsilon}{R}, \quad I_2 = \frac{3\varepsilon}{R}, \quad U_{AB} = 2\varepsilon.$$

$$3.160. I_1 = \frac{R_3(\varphi_1 - \varphi_2) + R_2(\varphi_1 - \varphi_3)}{R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3} = 0,2 \text{ A.}$$

$$12.227. U = \frac{IR_1(R_2 + R_3)}{R_2} = 0,5 \text{ B.}$$

$$12.228. R_1 = \frac{R_3R_2}{R_4} - \frac{R_2(R_3 + R_4)}{R_4} \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = 1,5 \text{ A.}$$

$$4. U_1 = U_2 = 0,6 U = 6 \text{ B}; \quad U_3 = U_4 = U_5 = 0,4 U = 4 \text{ B.}$$

$$5. U_1 = \frac{6}{13} U = 2,77 \text{ B}; \quad U_2 = \frac{5}{13} U = 2,31 \text{ B}; \quad U_3 = \frac{1}{13} U = 0,46 \text{ B};$$

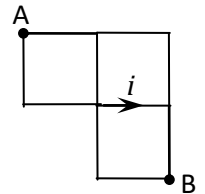
$$U_4 = U_5 = \frac{4}{13} U = 1,85 \text{ B}; \quad U_6 = \frac{7}{13} U = 3,23 \text{ B.}$$

$$6. U = \frac{I_2\varepsilon_1 - I_1\varepsilon_2}{I_2 - I_1} = 1,5 \text{ B}; \quad R_A = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{I_2 - I_1} = 1,5 \text{ кОм}; \quad R_V = \frac{I_2\varepsilon_1 - I_1\varepsilon_2}{I_2^2 - I_1^2} = 35,8 \text{ Ом.}$$

$$8. I_1 = 0,12 \text{ A}, \quad I_2 = 0,08 \text{ A.}$$

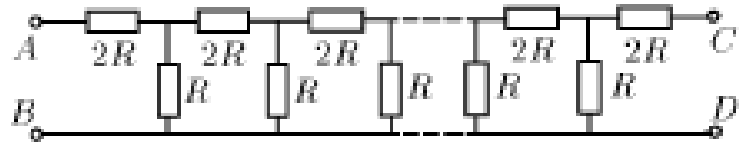
8.3.25. Используя симметрию схем, решите следующие задачи.

а) Рёбра проволочного куба имеют одинаковое сопротивление r . A и B – противоположные вершины куба. Ток в ребре, не содержащем A или B – i . Определите разность потенциалов между узлами A и B , сопротивление между этими узлами и полный ток от A к B .

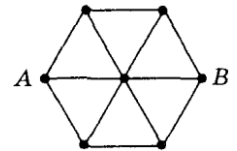


б) Определите токи в каждой стороне ячейки, полный ток от узла A к узлу B и полное сопротивление между этими узлами. Сторона каждой ячейки имеет сопротивление r , и ток, протекающий по одной из сторон равен i .

3. Какое сопротивление r нужно присоединить к клеммам C и D , чтобы сопротивление всей цепочки между клеммами A и B не зависело от числа элементарных ячеек?

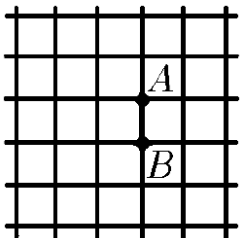


12.44. Определить сопротивление R_0 проволочного каркаса в виде правильного шестиугольника с тремя большими диагоналями, спаянными в центре. Каркас включен в цепь точками A и B . Сопротивление сторон каркаса r .

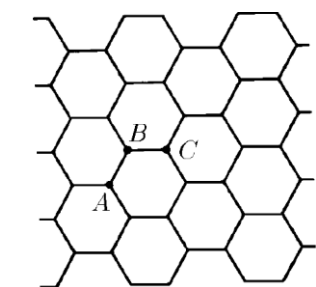
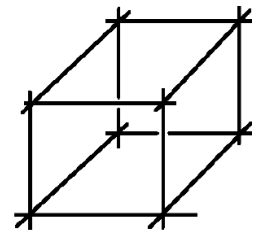


12.45. Схема представляет собой куб из проволоки. Ребро куба имеет сопротивление R . Чему равно общее сопротивление схемы? Рассмотреть все возможные способы подключения.

8.3.27. а) Если в бесконечной схеме, состоящей из квадратных ячеек, через один узел A подводят ток i , а через соседний узел B отводят ток i . то какой ток идет по сопротивлению, соединяющему узлы A и B ? Каково эквивалентное сопротивление цепи между этими узлами, если сопротивление стороны ячейки r ?

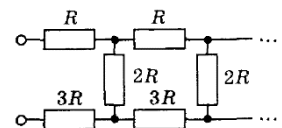


б) Каково эквивалентное сопротивление между соседними узлами бесконечной кубической арматуры, если сопротивление ребра куба r ?

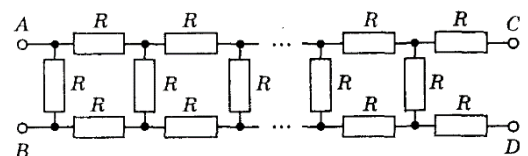


в) Определите сопротивление между узлами A и B двумерной бесконечной сетки с ячейками в виде правильных шестиугольников и узлами C и A , расположенными через один соседний узел. Сторона каждой ячейки имеет сопротивление r .

12.46. Найти сопротивление бесконечной цепочки.



12.47. Какое сопротивление необходимо подключить между точками C и D , чтобы сопротивление всей цепочки не зависело от числа элементарных ячеек?



$$3. r = R(\sqrt{3} - 1).$$

$$8.3.25. a. V = 5ir, \quad I = 6i, \quad R = \frac{5r}{6}.$$

$$8.3.25. б. V = 6ir, \quad I = \frac{7i}{2}, \quad R = \frac{12r}{7}.$$

$$8.3.27. a. I = \frac{i}{2}, \quad R = \frac{r}{2}.$$

$$8.3.27. б. R = \frac{r}{3}.$$

$$8.3.27. в. R_{AB} = \frac{2r}{3}, \quad R_{AC} = r.$$

$$12.44. R_0 = \frac{4}{5}r.$$

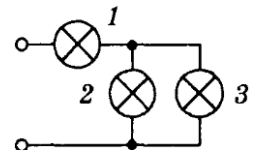
$$12.45. R_{AB} = \frac{5}{6}R, \quad R_{AC} = \frac{7}{12}R, \quad R_{AD} = \frac{3}{4}R.$$

$$12.46. R_0 = 2R(1 + \sqrt{3}).$$

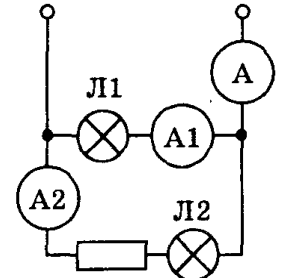
$$12.47. R_0 = R(\sqrt{3} - 1).$$

12.108. Электрическая плитка при силе тока $I = 5$ А за время $t = 3$ мин потребляют энергию $W = 1080$ кДж. Рассчитать сопротивление плитки.

12.113. Три лампы, имеющие одинаковые сопротивление, включены в цепь так, как показано на рисунке. Во сколько раз мощность тока в лампе 1 больше мощности тока в лампе 2?



12.114. В сеть напряжением $U = 120$ В параллельно включены две лампы: Л1 – мощностью $P = 300$ Вт, рассчитанную на напряжение 120 В, и Л2 – 12-вольтная лампа, включенная последовательно с проводником К. Лампа Л2 работает в номинальном режиме. Определить показания амперметров А1 и А и сопротивление проводника, если амперметр А2 показывает силу тока $I = 2$ А.



12.127. Лампа накаливания имеет сопротивление нити в нагретом состоянии $R = 300$ Ом и работает от сети напряжением $U = 127$ В. На сколько градусов нагреется сосуд с водой за время $t = 5$ мин, если в него поместить лампочку? Теплоёмкость сосуда $C = 10$ Дж/К, масса воды $m = 1,2$ кг.

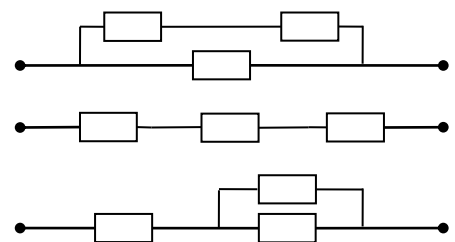
12.133. Электродвигатель подъемного крана подключен к источнику тока напряжением $U = 380$ В, при этом сила тока в обмотке $I = 20$ А. Каков КПД установки, если груз массой $m = 1$ т кран поднимает на высоту $h = 19$ м за время $t = 50$ с.

12.167. При подключении лампочки к батарее элементов с ЭДС $E = 30$ В и внутренним сопротивлением $r = 2$ Ом напряжение на зажимах источника $U = 28$ В. Найти силу тока в цепи. Какую работу совершают сторонние силы источника за время $t = 5$ мин? Какова работа тока во внешней и внутренней частях цепи за то же время?

12.168. К источнику тока с ЭДС $E = 3$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключено сопротивление $R = 2$ Ом. Найти полезную мощность источника тока, мощность источника и потери мощности в цепи.

12.169. ЭДС источника $E = 2$ В, его внутренне сопротивление $r = 1$ Ом. Каков ток в цепи, если внешняя часть ее потребляет мощность $P = 0,75$ Вт? Почему получается два ответа?

8.3.33. Электроплитка имеет три секции с одинаковым сопротивлением. При параллельном их соединении вода в чайнике закипает через 6 мин. Через какое время закипит вода той же массы и той же начальной температуры при соединении секций, как показано на рисунке.



12.174. Источник постоянного тока замыкается один раз проводником с сопротивлением $R_1 = 4$ Ом, другой раз – проводником с сопротивлением $R_2 = 9$ Ом. В том и другом случае количество тепла, выделяющегося в проводниках за одно и то же время, оказывается одинаковым. Каково внутреннее сопротивление источника?

8.3.33. 12, 54 и 27 мин.

$$12.108. R = \frac{W}{I^2 t} = 240 \text{ Ом.}$$

$$12.113. \frac{P_1}{P_2} = 4.$$

$$12.114. I_{A1} = 2,5 \text{ А, } I_A = 4,5 \text{ А, } R = 54 \text{ Ом.}$$

$$12.127. \Delta t = \frac{U^2 \tau}{R(cm + C)} = 3 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$12.133. \eta = \frac{mgh}{UIt} = 0,49.$$

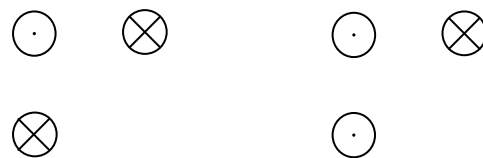
$$12.167. I = 1 \text{ А, } A_{\text{ст}} = 9 \text{ кДж, } A_1 = 8,4 \text{ кДж, } A_2 = 0,6 \text{ кДж.}$$

$$12.168. P = \frac{\varepsilon^2 R}{(r + R)^2} = 2 \text{ Вт, } P_{\text{и}} = \frac{\varepsilon^2}{r + R} = 3 \text{ Вт, } \Delta P = \frac{\varepsilon^2 r}{(r + R)^2} = 1 \text{ Вт.}$$

$$12.169. I_{1,2} = \frac{\varepsilon}{2} \pm \sqrt{\frac{\varepsilon^2}{4} + Pr} = \begin{bmatrix} 0,5 \text{ А} \\ 1,5 \text{ А} \end{bmatrix}; R_1 = 3 \text{ Ом; } R_2 = 1,3 \text{ Ом.}$$

$$12.174. r = \sqrt{R_1 R_2} = 6 \text{ Ом.}$$

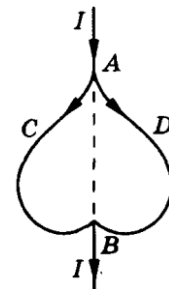
1. Три проводника с током I находятся в вершинах квадрата со стороной a . Изобразите направление и найдите модуль вектора индукции магнитного поля B в четвёртой вершине квадрата.



13.39. Найти индукцию магнитного поля в центре кольца радиуса R , по которому протекает ток I .

13.45. По проводнику, расположенному в одной плоскости, как изображено на рисунке, течет ток. Найти индукцию магнитного поля в произвольной точке линии AB .

13.111. Горизонтальные рельсы находятся на расстоянии $l = 0,3$ м друг от друга. На них перпендикулярно рельсам лежит стержень. Какой должна быть минимальная индукция магнитного поля, чтобы проводник двигался равномерно, если по нему пропускать электрический ток? Коэффициент трения стержня о рельсы равен $\mu = 0,2$. Масса стержня $m = 0,5$ кг, сила тока $I = 50$ А.



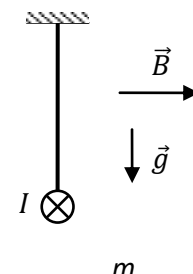
13.60. Электрон описывает в магнитном поле окружность радиусом $R = 4$ мм. Скорость электрона $v = 3,6 \cdot 10^6$ м/с. Найти индукцию магнитного поля.

25.9. В однородном магнитном поле с индукцией B движется частица массы m с зарядом q , причём проекция скорости на плоскость, перпендикулярную вектору B , равна v_1 , а проекция скорости на вектор B равна v_2 . Найти радиус и шаг винтовой линии, по которой движется частица.

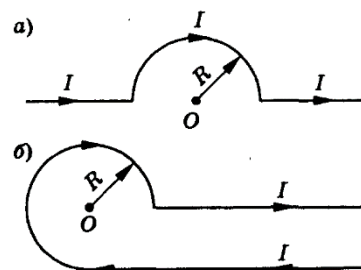
10.1.4. Как относятся радиусы траекторий двух электронов с кинетической энергией K_1 и K_2 , если однородное магнитное поле перпендикулярно их скорости?

10.2.1. Пространство разделено на две области плоскостью. В одной области создано магнитное поле индукции B_1 , в другой – индукции B_2 . Причём поля однородны и параллельны друг другу. С плоскости раздела перпендикулярно ей стартует электрон со скоростью v в сторону области с индукцией поля B_1 . Опишите дальнейшее движение электрона. Определите среднюю (дрейфовую) скорость перемещения электрона вдоль границы раздела магнитных полей, проницаемой для него.

С6-3. Прямой стержень длиной $L = 50$ см и массой $m = 100$ г висит в горизонтальном положении на двух вертикальных нитях. Вокруг стержня создано внешнее однородное горизонтальное магнитное поле с индукцией $B = 1$ Тл, линии которого направлены перпендикулярно стержню. По стержню протекает ток силой $I = 2$ А так, как показано на рисунке (вид с торца стержня). Силу тока в стержне медленно изменяют. Какому значению должна стать равной сила тока и как он должен быть направлен для того, чтобы сила натяжения каждой из нитей, на которых висит стержень, уменьшилась в $n = 4$ раза?



13.46. Вычислить индукцию магнитного поля в точке O , если проводник имеет вид, показанный на рисунках. Сила тока I в проводнике и радиус R известны.



$$1. B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \sqrt{2} - \frac{\mu_0 I}{2\pi a \sqrt{2}}; B = \sqrt{\frac{5}{2}} \frac{\mu_0 I}{2\pi a}.$$

$$13.39. B = \frac{\mu_0 I}{2R}.$$

$$13.37. B = \frac{\mu_0 I \sqrt{2}}{4\pi r} (2 + \sqrt{2}) = 140 \text{ мкТл.}$$

$$13.45. B = 0 \text{ Тл.}$$

$$13.46. B_1 = \frac{\mu_0 I}{4R}; B_2 = \frac{\mu_0 I}{4R} \left(\frac{1}{\pi} + \frac{3}{2} \right).$$

$$13.60. B = \frac{mv}{eR} = 5 \text{ мТл.}$$

$$13.111. B = \frac{\mu mg}{Il} \approx 6,6 \cdot 10^{-2} \text{ Тл.}$$

$$25.9. R = \frac{mv_1}{Bq}, h = \frac{2\pi mv_2}{Bq}.$$

$$С6.3. I_2 = \frac{mg(n-1) - ILB}{nLB} = 1 \text{ А изменит направление}$$

$$10.1.4. \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}}.$$

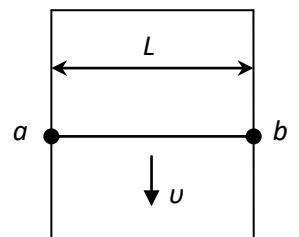
$$10.2.1. v_{\text{др}} = \frac{2v(B_1 - B_2)}{\pi(B_1 + B_2)}.$$

13.161. Виток находится в магнитном поле так, что индукция направлена перпендикулярно его плоскости. На сколько изменится магнитный поток, если его повернуть на 180° ? Индукция магнитного поля $B = 0,3$ Тл, радиус витка $R = 0,2$ м.

13.213. Плоский замкнутый контур с сопротивлением $R = 5$ Ом охватывает площадь $S = 20$ см². Контур расположен в магнитном поле с индукцией $B = 0,03$ Тл так, что его плоскость параллельна линиям магнитной индукции. Контур поворачивают на 90° , и плоскость контура располагается перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определить электрический заряд, прошедший за время поворота через гальванометр, включённый в контур.

13.225. В однородном магнитном поле находится плоский виток площадью $S = 100$ см². Силовые линии поля перпендикулярны плоскости витка. Найти силу тока, проходящего по витку, когда поле возрастает с постоянной скоростью $\Delta B/\Delta t = 1$ Тл/с. Сопротивление витка $R = 10$ Ом.

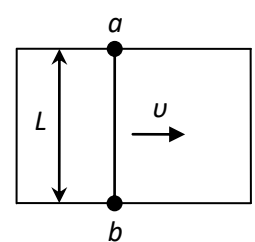
3.177. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 10^{-2}$ Тл расположены вертикально на расстоянии $L = 50$ см два металлических прута, замкнутых наверху. По прутьям без трения и без нарушения контакта скользит вниз с постоянной скоростью $u = 1$ м/с перемычка ab массой $m = 1$ г. Определите сопротивление перемычки. Сопротивлением остальной части системы пренебречь.



13.236. Проволочное кольцо диаметром d , имеющее сопротивление R , помещено в переменное однородное магнитное поле, перпендикулярное его плоскости. Магнитная индукция нарастает линейно за время t_1 от нуля до B и затем линейно уменьшается до нуля за время t_2 . Какое количество теплоты выделится в кольце?

3.173. При включении магнитного поля, перпендикулярного плоскости витка радиусом R , по витку протёк заряд Q . Какой заряд протечёт по витку, если его (при неизменном поле) сложить восьмёркой, состоящей из двух окружностей, причём радиус меньшей окружности равен $R/4$? Плоскость восьмёрки также перпендикулярна магнитному полю.

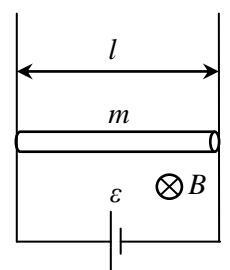
3.176. Прямоугольная проволочная рамка со стороной L находится в магнитном поле с индукцией B , перпендикулярной плоскости рамки. По рамке параллельно одной из её сторон без нарушения контакта скользит с постоянной скоростью u перемычка ab , сопротивление которой равно R . Определите силу тока через перемычку.



Сопротивлением остальной части рамки пренебречь.

13.221. Кольцо радиусом $R = 10$ см из медной проволоки диаметром $d = 1$ мм помещено в однородное магнитное поле с индукцией $B = 1$ Тл так, что плоскость кольца перпендикулярна линиям индукции магнитного поля. Кольцо преобразуют в квадрат. Какой электрический заряд пройдёт по проводнику при этом? Удельное сопротивление меди $\rho = 0,018$ Ом·мм²/м.

13.255. Горизонтальный проводник массы m и длиной l может скользить по двум параллельным проводящим стержням без нарушения электрического контакта. Стержни разведены на расстояние l друг от друга и соединены внизу источником тока, ЭДС которого равна ε . Перпендикулярно плоскости движения создано постоянное однородное магнитное поле с индукцией B . Найти установившуюся скорость, с которой будет подниматься проводник. Сопротивление проводника R . Сопротивление стержней и источника тока, а также трением пренебречь.



$$3.173. Q' = -\frac{3}{8}Q, \quad -\frac{Q}{2}, \quad -\frac{3}{2}Q, \quad -\frac{13}{8}Q.$$

$$3.176. I = \frac{BLv}{R}.$$

$$3.177. R = \frac{B^2 L^2 v}{mg} = 2,55 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}.$$

$$13.161. \Delta\Phi = 2\pi BR^2 = 75,4 \text{ мВб}.$$

$$13.213. q = \frac{BS}{R} = 12 \text{ мкКл}.$$

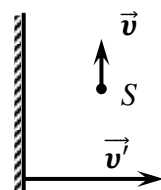
$$13.225. I = \frac{\Delta B S}{\Delta t R} = 1 \text{ мА}.$$

$$13.236. Q = \frac{(\pi d^2 B)^2}{16R} \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right)$$

$$13.221. q = \frac{\pi BRd^2}{32\rho} (4 - \pi) = 0,5 \text{ Кл}.$$

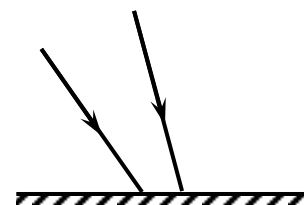
$$13.255. v = \frac{\varepsilon}{Bl} - \frac{mgR}{B^2 l^2}.$$

1. Какой минимальной высоты нужно взять зеркало, чтобы человек высотой H смог увидеть себя во весь рост?
2. Построить изображение источника в двугранном зеркале с углом 90° при вершине.
3. Солнечный луч составляет с поверхностью Земли угол $\alpha = 40^\circ$. Под каким углом к горизонту следует расположить плоское зеркало, чтобы солнечный луч попадал на дно глубокого колодца?
4. Точка S движется со скоростью $u = 3$ см/с, а зеркало – со скоростью $u' = 2$ см/с, движение поступательное. С какой скоростью движется изображение точки S ?

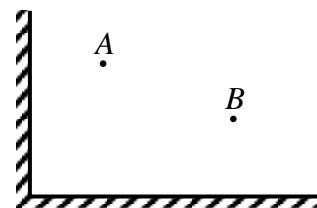


5. На какую высоту должен подняться в ясный солнечный день воздушный шар диаметром 10 м, чтобы он не отбрасывал тени на землю? Считайте, что солнце находится в зените.
6. Точечный источник света находится между двумя плоскими зеркалами, образующими двугранный угол φ , на одинаковом расстоянии от каждого из них. Чему равен угол φ , если: а) число изображений $n_1 = 7$; б) число изображений $n_2 = 8$; в) число изображений – n ?

7. Найдите построением дальнейший ход лучей при отражении от плоского зеркала, не измеряя углов.

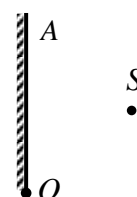


8. Девочка и взрослый стоят перед вертикальным зеркалом, нижний край которого находится у пола. Расстояние l от зеркала до девочки 3 м, расстояние L от зеркала до взрослого 6 м. На какой высоте x должен находиться верхний край зеркала, чтобы девочка видела в зеркале глаза взрослого? Чтобы взрослый видел глаза девочки? Считайте, что глаза девочки находятся на высоте $h = 120$ см, глаза взрослого – на высоте $H = 180$ см.



9. Определите с помощью построения, куда нужно направить луч из точки A , чтобы после двух отражений он попал в точку B ?

10. Зеркало AO вращается с угловой скоростью ω вокруг оси, проходящей через точку O и перпендикулярной плоскости чертежа. С какой скоростью движется изображение точки S в зеркале? Точка S неподвижна, расстояние $OS = l$.



1. $h = \frac{H}{2}$.

2.

3. $\varphi = \frac{\pi}{4} + \frac{\alpha}{2} = 2,55 \cdot 10^{-3}$ Ом.

4. $u = \sqrt{v^2 + 4v'^2} = 5 \frac{\text{см}}{\text{с}}$.

5. $\varphi = 45^\circ; \varphi = 40^\circ; \varphi = \frac{2\pi}{n+1}$.

6. $h = \frac{R_{\text{орб}} d}{D_{\odot}} = 1,2$ км.

7.

8. $d = \frac{hL + Hl}{l + L} \geq 1,4$ м.

9.

10. $v = 2\omega l$.

29.7. Под каким углом свет падает на плоскую поверхность стекла, если отражённый и преломлённый лучи образуют между собой прямой угол?

15.87. Какова истинная глубина ручья, если при определении на глаз по вертикальном направлении, глубина его кажется равной $h = 60$ см?

29.13. На дне сосуда, наполненного водой до высоты H , находится точечный источник света S . На поверхности воды плавает диск так, что его центр O находится над точечным источником света. При каком минимальном радиусе диска ни один луч не выйдет через поверхность воды? Показатель преломления воды n .

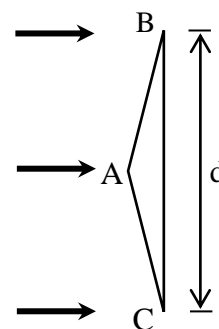
4.1.1. Точечный источник света расположен на дне водоёма глубиной $h = 0,6$ м. В некоторой точке поверхности воды вышедший в воздух преломлённый луч оказался перпендикулярным лучу, отражённому обратно в воду. На каком расстоянии L от источника на дне водоёма достигнет дна отражённый луч? Показатель преломления воды $n = 4/3$.

4.1.2. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину толщины $d = 2$ см под углом $\alpha = 30^\circ$. Какое расстояние a будет между лучами: прошедшими пластину без отражения и претерпевшим двукратное отражение от её граней? Показатель стекла $n = 1,5$.

4.1.16. На поверхности водоёма, имеющего глубину $H = 3,3$ м, плавает фанерный круг радиусом $r = 3$ м. На оси круга расположен точечный источник света, высота которого над поверхностью круга может меняться. Чему равен максимальный радиус тени круга на дне R , если показатель преломления воды $n = 1,33$.

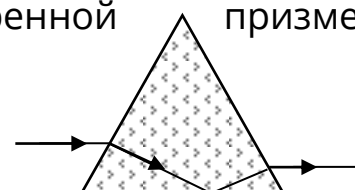
15.86. Палка с изломом посередине погружена в пруд так, что наблюдателю, смотрящему вдоль надводной части, она кажется прямой, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. Какой угол излома имеет палка?

4.1.20. На равнобедренную стеклянную призму падает широкий параллельный пучок света, перпендикулярный грани BC , ширина, которой $d = 5$ см. На каком расстоянии L от грани BC преломлённый призмой свет разделится на два неперекрывающихся пучка? Показатель преломления стекла $n = 1,5$, угол при основании призмы $\alpha = 5,7^\circ$. При расчётах учесть, что для малых углов $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$.



15.132. Определить угол отклонения луча света призмой при его нормальном падении на боковую грань призмы с малым преломляющим углом $\delta = 3^\circ$.

15.128. На рисунке показан ход светового луча в равнобедренной призме ($BC=CD$), который до и после призмы распространяется параллельно её основанию. Доказать, что при любом показателе преломления ($n > 1$) в точке A происходит полное внутреннее отражение.



$$29.7. \alpha = \arctg n = 56^\circ.$$

$$29.13. R = \frac{h}{\sqrt{n^2 - 1}}.$$

$$4.1.1. L = 2 \frac{h}{n} = 0,9 \text{ м.}$$

$$4.1.2. a = d \frac{\sin 2\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \approx 1,22 \text{ см.}$$

$$4.1.16. R = r + \frac{H}{\sqrt{n^2 - 1}} \approx 6,8 \text{ м.}$$

$$4.1.20. L = \frac{d}{2\alpha(n-1)} \approx 50 \text{ см.}$$

$$15.87. H = nh = 80 \text{ см.}$$

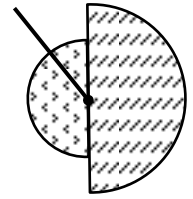
$$15.86. \gamma = \arccos \frac{\cos \alpha}{n} - \alpha = 19,4^\circ.$$

$$15.132. \gamma = \delta(n-1) = 1,5^\circ.$$

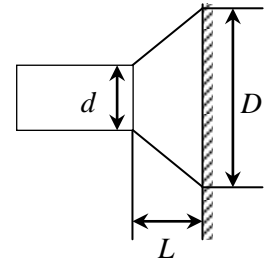
$$15.128.$$

4.1.13. Снаружи круглого прозрачного стержня вблизи от центра его торца помещён точечный источник света. При каких значениях показателя преломления материала стержня n свет не будет выходить через его боковую поверхность?

15.134. Два концентрических полушария изготовлены из стекла с различными показателями преломления. Построить ход светового луча АВ, если отношение радиусов шаров равно отношению показателей преломления $R_1/R_2 = n_1/n_2$.



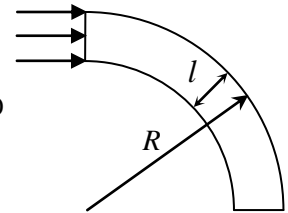
15.111. Световод (длинная очень тонкая прозрачная нить) изготовлен из материала с показателем преломления $n = 1,2$. Один из торцов световода прижат к источнику рассеянного света, другой торец расположен на расстоянии $L = 5$ см от экрана. Найти диаметр D светового пятна на экране. (Вдоль световода проходят лучи, испытывающие полное внутреннее отражение).



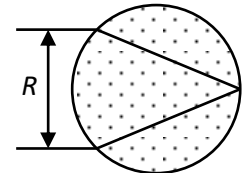
4.1.5. В стекле с показателем преломления $n_1 = 1,5$ имеется сферическая полость радиуса $R = 4,5$ см, заполненная водой.

Показатель преломления воды $n_2 = 4/3$. На полость падает широкий пучок параллельных световых лучей. Определить радиус r пучка световых лучей, которые проникают в полость.

15.112. Каким должен быть внешний радиус изгиба световода толщиной l , чтобы свет, вошедший в световод перпендикулярно поперечному сечению, распространялся, не выходя через боковую поверхность световода?



15.138. Два параллельных световых луча падают на боковую поверхность круглого прозрачного цилиндра. Расстояние между лучами равно R – радиусу основания цилиндра. Лучи параллельны основанию цилиндра. Найти показатель преломления материала цилиндра, при котором лучи пересекаются на его поверхности.



4.1.8. Световой луч падает на поверхность стеклянного шара. Угол падения равен $\alpha = 45^\circ$, показатель преломления стекла $n = 1,41$. Найти угол γ между падающим лучом и лучом, вышедшим из шара.

4.1.14. Снаружи круглого прозрачного стержня вблизи от центра его торца помещён точечный источник света. Найдите ширину l области на боковой поверхности стержня, через которую лучи будут выходить наружу, если они проникают в стержень только в точке соприкосновения с источником. Радиус стержня R , показатель преломления n .

15.144. Узкий цилиндрический пучок света падает на сферический пузырёк воздуха, находящийся в некоторой жидкости так, что ось пучка проходит через центр пузырька. Определить показатель преломления жидкости n , если известно, что площадь сечения пучка на выходе в $k = 4$ раза больше, площади сечения на входе.

4.1.11. Снаружи прозрачного шара вплотную к его поверхности помещён точечный источник света. При каких значениях n показателя преломления материала шара все выходящие из него лучи (за исключением луча, прошедшего через центр шара) будут наклонены по направлению к оси, проведённой через источник и центр шара?

$$4.1.13. n \geq \sqrt{2}.$$

$$4.1.5. r = R \frac{n_2}{n_1} = 4 \text{ см.}$$

$$4.1.8. \gamma = 2\alpha - 2 \arcsin \left(\frac{1}{n} \sin \alpha \right) \approx 30^\circ.$$

$$4.1.14. l = R \left(\frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}} - \sqrt{n^2 - 1} \right).$$

15.134..

$$15.111. D = 2L \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{\sqrt{2} - n^2} = 8,86 \text{ см.}$$

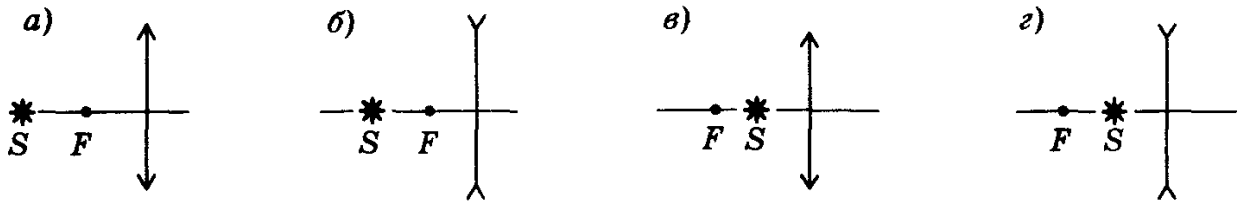
$$15.112. R = \frac{\ln}{n - 1}$$

$$15.138. n = \frac{1}{2 \sin \frac{\pi}{12}} = 1,93.$$

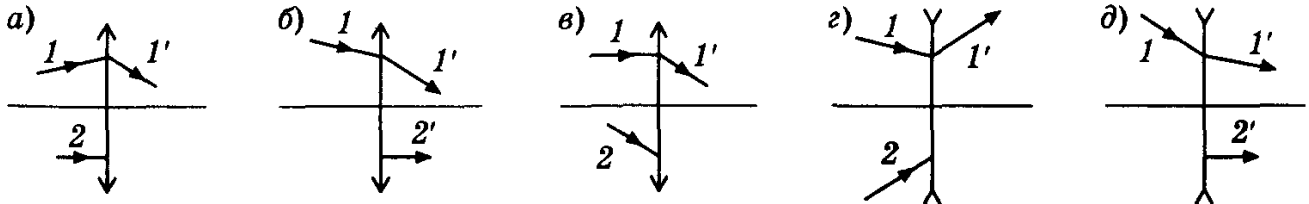
$$15.144. n = \frac{\sqrt{k} + 1}{2} = 1,5.$$

$$4.1.11. \frac{2}{n^2} \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} < 1 \Rightarrow n > 2.$$

1. Построить изображение точечного источника в тонкой линзе для случаев, изображенных на рисунке:



2. На рисунке показан ход светового луча 1 до и после линзы. Найти построением положение фокусов линзы и ход светового луча 2.



3. Светящаяся точка находится на главной оптической оси линзы с оптической силой $D = -2,5$ дптр. Расстояние от линзы до ее изображения $f = 30$ см. На каком расстоянии от линзы находится точка.

4. Предмет помещают на главной оптической оси собирающей линзы на расстоянии $d = 20$ см от нее и получают действительное изображение предмета на расстоянии $f = 4F$, где F – фокусное расстояние линзы.

Определить фокусное расстояние.

5. Предмет помещают на главной оптической оси рассеивающей линзы на расстоянии $d = 1,5F$, где F – фокусное расстояние линзы. Изображение предмета при этом получается на расстоянии $f = 20$ см от линзы.

Определить фокусное расстояние линзы.

6. Какое минимальное расстояние между предметом и его действительным изображением для линзы с фокусным расстоянием F ?

7. Расстояние между точечными источниками света и экраном $L = 3$ м.

Линза, помещенная между ними, дает четкое изображение при двух положениях, расстояние между которыми $l = 1$ м. Найти фокусное расстояние линзы.

8. С помощью линзы с фокусным расстоянием $F = 25$ см изображение предмета проектируется на экран, расположенный от линзы на расстоянии $f = 1,25$ м. Экран придвинули к линзе на $\Delta f = 25$ см. На сколько и куда следует переместить предмет, чтобы опять получить его четкое изображение на экране?

9. Точечный источник света помещен в фокусе собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 12$ см. За линзой на расстоянии $b = 24$ см от нее расположен плоский экран, на котором видно светлое пятно. В какую сторону и на какое расстояние надо переместить вдоль главной оптической оси источник, что бы радиус светлого пятна на экране увеличился в $n = 2$ раза?

$$3. d = \frac{f}{1 + Df} = 1,2 \text{ м}$$

$$4. F = \frac{3d}{4} = 15 \text{ см}$$

$$5. F = \frac{5}{3}f = 33 \text{ см}$$

$$6. f = 2F$$

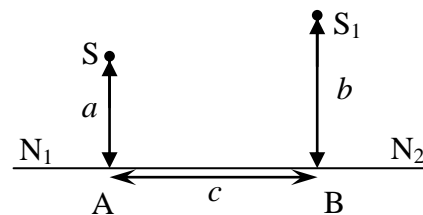
$$7. F = \frac{L^2 - l^2}{4L} = 66 \text{ см}$$

$$8. \Delta d = \frac{F(f - \Delta f)}{f - \Delta f - F} - \frac{Ff}{f - F} = 2 \text{ см}$$

$$9. \Delta a = \frac{1}{3}F = 4 \text{ см}$$

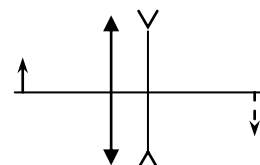
4.1.33. Отрезок AB расположен вдоль прямой, проходящей через фокус линзы под углом $\alpha = 45^\circ$ к главной оптической оси. Найти длину l изображения этого отрезка. Фокусное расстояние линзы F , а расстояния от точек A и B до фокуса равны, соответственно, a и b .

4.1.34. На рисунке представлены светящаяся точка S и её изображение S_1 , даваемое линзой, главная оптическая ось которой – прямая N_1N_2 . Расстояние от точек S и S_1 до оптической оси равны, соответственно, $a = 20$ см и $b = 30$ см, расстояние между точками A и B равно $c = 15$ см. Найти фокусное расстояние линзы f .



4.1.46. Точечный источник света расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $f = 20$ см. По другую сторону линзы на расстоянии $b = 80$ см от неё находится экран, перпендикулярный её главной оптической оси. Известно, что если переместить экран на расстояние $d = 40$ см в сторону линзы, то размер пятна света, создаваемого источником на экране, не изменится. Определить расстояние a от источника света до линзы.

4.1.44. Собирающая и рассеивающая линзы с одинаковыми по величине фокусными расстояниями $f = 20$ см расположены на расстоянии f друг от друга, как показано на рисунке. Предмет находится на некотором расстоянии от собирающей линзы. Чему равно увеличение системы M , т.е. отношение размера изображения к размеру предмета, если известно, что действительное изображение предмета, показанное на рисунке штриховой линией, находится на расстоянии $b = 30$ см от рассеивающей линзы?

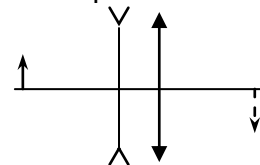


4.1.41. Человек, страдающий дальнозоркостью, рассматривает предмет, находящийся на расстоянии $d = 20$ см перед глазами. При этом изображение предмета оказывается смещённым за поверхность сетчатки глаза на расстояние $\delta = 2,2$ мм. Определить оптическую силу D контактной линзы, устраняющей это смещение. Считать, что оптическая система глаза – это тонкая линза с фокусным расстоянием $f = 2$ см, а контактная линза вплотную примыкает к ней.

4.1.40. Оптическая система состоит из двух одинаковых собирающих линз с фокусным расстоянием f , расположенных так, что их фокусы совпадают. Предмет находится на расстоянии $a < f$ перед первой линзой. На каком расстоянии b от второй линзы будет располагаться изображение предмета?

4.1.39. Тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $f_1 = 0,6$ м и тонкая рассеивающая линза с фокусным расстоянием $f_2 = -1$ м имеют общую оптическую ось и расположены на расстоянии $L = 0,2$ м друг от друга. На собирающую линзу вдоль общей оптической оси падает пучок параллельных лучей света. На каком расстоянии x от рассеивающей линзы он будет сфокусирован?

4.1.43. Рассеивающая и собирающая линзы с одинаковыми по величине фокусными расстояниями $f = 10$ см расположены на расстоянии f друг от друга, как показано на рисунке. Предмет находится на расстоянии $a = 20$ см от рассеивающей линзы. На каком расстоянии b от собирающей линзы находится изображение предмета, показанное на рисунке штриховой линией?



4.1.42. Человек, страдающий близорукостью, рассматривает предмет, находящийся на расстоянии $d = 202$ см перед его глазами с использованием контактной линзы оптической силы $D = -5$ дптр. При этом изображение предмета оказывается точно в плоскости сетчатки глаза. Определить, на какое расстояние δ сместится плоскость изображения, если человек снимет контактные линзы. Считать, что оптическая система глаза – это тонкая линза с фокусным расстоянием $f = 2$ см, а контактная линза вплотную примыкает к ней.

$$4.1.33. l = \frac{F^2}{\cos \alpha} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right).$$

$$4.1.34. f = \frac{abc}{(b-a)^2} = 90 \text{ см.}$$

$$4.1.46. a = \frac{(2b-d)f}{2b-d-2f} = 30 \text{ см.}$$

$$4.1.44. M = \frac{b}{f} = 1,5.$$

$$4.1.41. D = \frac{\delta(d-f)^2}{df(df+f\delta-d\delta)} \approx 5 \text{ дптр.}$$

$$4.1.40. b = 2f - a.$$

$$4.1.39. x = \frac{(f_1 - L)|f_2|}{|f_2| - f_1 + L} = \frac{(f_1 - L)f_2}{f_1 + f_2 - L} = 0,66 \text{ м.}$$

$$4.1.43. b = 2f + \frac{f^2}{a} = 25 \text{ см.}$$

$$4.1.42. \delta = \frac{fd}{d - |D|fd - f} - \frac{fd}{d - f} \approx 2,2 \text{ мм в сторону хрусталика.}$$