

8 класс, задача 5, 9 класс, задача 1, вариант 1 Кабестан – специальное устройство, применяемое на кораблях для поднятия тяжелых грузов и якорей – представляет собой цилиндрический барабан с вертикальной осью. При вращении кабестана на барабан наматывается цепь, а прикрепленный к цепи якорь поднимается вверх. Матрос равномерно вращает кабестан, прикладывая силу **100 Н** к его ручке на расстоянии **1.5 м** от оси. Определите массу поднимаемого якоря, если диаметр барабана кабестана равен **0.6 м**. Трением во всех узлах механизма и массой цепи пренебречь. Ускорение свободного падения примите равным **10 Н/кг**. Ответ приведите в **килограммах**, округлив до ближайшего целого.

Решение:

Пусть матрос совершил один оборот барабана. Тогда сделанная им работа равна (R – радиус барабана):

$$A = F * 2\pi R$$

С другой стороны, груз поднимается на веревке. При одном обороте якорь поднялся на высоту (d – диаметр барабана):

$$H = \pi d$$

А работа по подъему якоря равна:

$$A = mg\pi d$$

Приравняв работы, находим:

$$F * 2\pi R = mg\pi d \Rightarrow m = \frac{2RF}{gd}$$

(можно решить через правило моментов, непосредственно нарисовав барабан и прикладываемые к нему силы).

Ответ: 50 кг

8 класс, задача 5, 9 класс, задача 1, вариант 2 Для подъема ведра с водой из колодца часто используется колодезный ворот. Он представляет собой деревянный цилиндр на оси, к которому прикреплена веревка с ведром. Ворот вращают при помощи рукоятки, прикрепленной к оси ворота. Определите, с какой силой нужно вращать рукоятку ворота, чтобы вытащить ведро с **10 литрами** воды? Длина рукоятки **0.6 м**, диаметр цилиндра ворота **0.3 м**. Трением в оси ворота и массой пустого ведра с веревкой пренебречь. Плотность воды **1000 кг/м³**. Ускорение свободного падения примите равным **10 Н/кг**. Ответ приведите в **ньютонах**, округлив до ближайшего целого.

Решение:

Пусть совершили один оборот ворота. Тогда проделанная работа равна (R – длина рукоятки):

$$A = F * 2\pi R$$

С другой стороны, ведро поднимается на веревке. При одном обороте ведро поднялось на высоту (d – диаметр цилиндра):

$$H = \pi d$$

А работа по подъему ведра равна:

$$A = mg\pi d$$

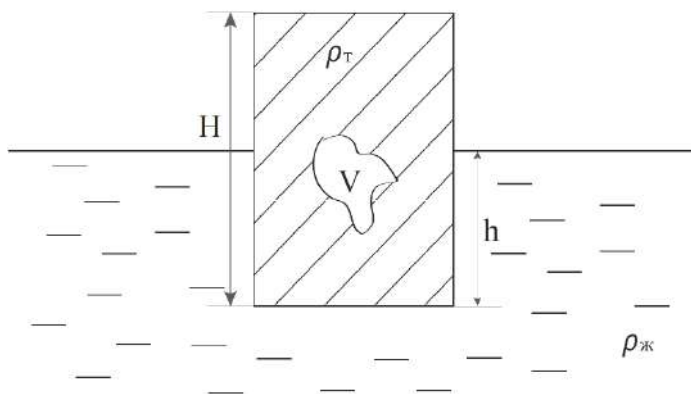
Приравняв работы, находим:

$$F * 2\pi R = mg\pi d \Rightarrow F = \frac{mgd}{2R} = \frac{\rho Vgd}{2R}$$

(можно решить через правило моментов, непосредственно нарисовав барабан и прикладываемые к нему силы).

Ответ: 25 Н

8 класс, задача 6, 9 класс, задача 2, вариант 2 Брусек в форме параллелепипеда высотой **20.5 см** и с площадью основания **132 см²**, сделанный из дерева плотностью **650 кг/м³**, плавает на поверхности жидкости плотностью **1025 кг/м³** так, как показано на рисунке. Внутри бруска находится небольшая полость. Найдите объем полости, если известно, что брусек погружен в жидкость на глубину **11 см**. Ответ приведите в **см³**, округлив до ближайшего целого числа.



Решение:

Условие равновесия бруска:

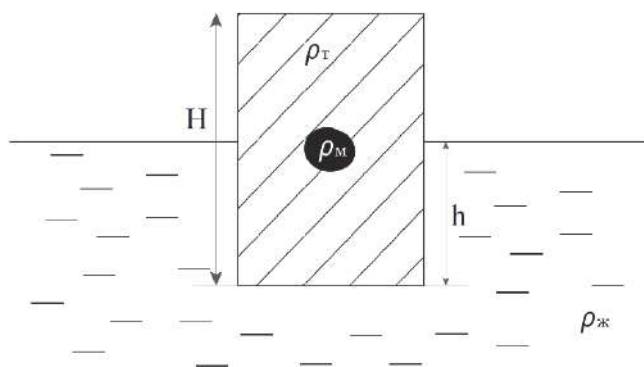
$$mg = F_{\text{арх}}$$

Масса тела равна произведению плотности тела на его объем, из которого вычитаем объем полости. Масса вытесненной жидкости же равна плотности жидкости на погруженный в воду объем тела. Тогда получаем:

$$\rho_T(HS - V)g = \rho_{\text{ж}}hSg \Rightarrow \rho_T HS - \rho_T V = \rho_{\text{ж}}hS \Rightarrow V = \left(H - \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_T}h\right)S$$

Ответ: 416 см³.

8 класс, задача 6, 9 класс, задача 2, вариант 2 Брусок в форме параллелепипеда высотой **19 см** и с площадью основания **102 см²**, сделанный из парафина плотностью **900 кг/м³**, плавает на поверхности жидкости плотностью **1000 кг/м³** так, как показано на рисунке. Внутри бруска находится небольшой кусок цинка плотностью **7100 кг/м³**. Найдите массу цинка, если известно, что брусок погружен в жидкость на глубину **18 см**. Ответ приведите в **граммах**, округлив до ближайшего целого.



Решение:

Условие равновесия бруска (обозначим M – масса бруска, m – масса металла):

$$Mg + mg - Fa = 0$$

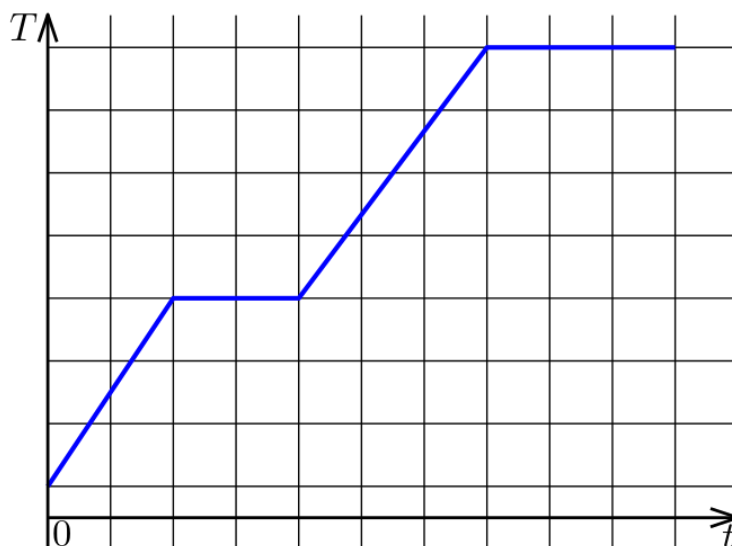
Масса тела равна произведению плотности тела на его объем, из которого вычитаем объем, занимаемый металлом. Масса вытесненной жидкости же равна плотности жидкости на погруженный в воду объем тела. Тогда получаем:

$$\rho_T \left(HS - \frac{m}{\rho_M} \right) g + mg = \rho_{\text{ж}} h S g \Rightarrow \rho_T HS - \rho_T \frac{m}{\rho_M} + m = \rho_{\text{ж}} h S \Rightarrow m \left(1 - \frac{\rho_T}{\rho_M} \right) = \rho_{\text{ж}} h S - \rho_T HS$$

$$m = \frac{(\rho_{\text{ж}} h - \rho_T H) S}{\left(1 - \frac{\rho_T}{\rho_M} \right)}$$

Ответ: 105 г

8 класс, задача 7, 9 класс, задача 3, вариант 1 Экспериментатор греет "загадочное" вещество на электроплитке и строит график зависимости его температуры от времени. Цена деления по горизонтальной оси **5 минут**, по вертикальной **25 °C**. В ходе эксперимента вещество расплавилось, а через некоторое время закипело. В спешке экспериментатор забыл записать начальную температуру вещества, но запомнил, что первые **15 минут** мощность нагревателя была в **2 раза меньше**, чем все остальное время. Помогите ему определить по имеющимся данным, **во сколько раз** теплоемкость вещества в жидком агрегатном состоянии больше теплоемкости вещества в твердом состоянии. Приведите ответ, округлив его до ближайшего целого.



Решение:

Обозначим цену деления по горизонтальной оси dt , по вертикальной – dT . Сообщенное за некоторое время количество теплоты равно произведению теплоемкости на изменение температуры (которое определяется по оси ординат). С другой стороны, та же теплота равна произведению мощности нагревателя на время (определяется по оси абсцисс). Тогда можно записать:

$$C_1 \cdot 3dT = P_1 \cdot 2dt$$

$$C_2 \cdot 4dT = P_2 \cdot 3dt$$

$$\frac{3C_1}{4C_2} = \frac{2P_1}{3P_2}$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{9P_2}{8P_1}$$

(для решения задачи знать цены деления необязательно, достаточно сосчитать клеточки на графике)

Ответ: 2

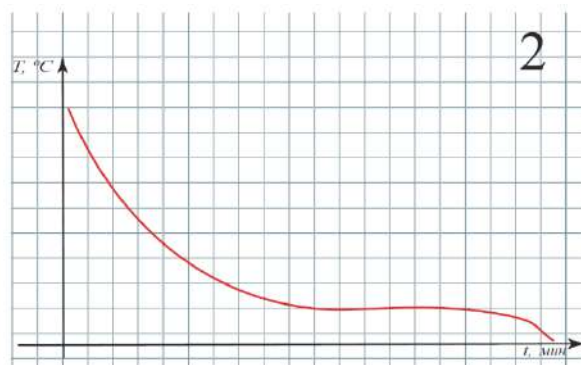
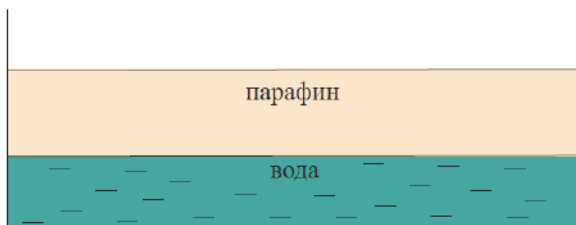
8 класс, задача 7, 9 класс, задача 3, вариант 2 Экспериментатор греет "загадочное" вещество на электроплитке и строит график зависимости его температуры от времени. Цена деления по горизонтальной оси **5 мин**. В ходе эксперимента вещество расплавилось, а через некоторое время закипело. В спешке экспериментатор забыл записать цену деления по вертикальной оси, но запомнил, что плавление началось при **5 °С**, а кипение при **95 °С**, а первые **15 минут** мощность нагревателя была **в 3 раза меньше**, чем все остальное время. Помогите ему определить по имеющимся данным, **во сколько раз** теплоемкость вещества в жидком агрегатном состоянии больше теплоемкости вещества в твердом состоянии? Приведите ответ, округлив до ближайшего целого.

Решение:

Решение аналогично варианту 1, за тем исключением, что по имеющимся данным определяем цену деления шкалы по температуре. Опять же, строго говоря, знать цену деления не нужно, важны лишь число клеточек и отношение мощностей.

Ответ: 3

8 класс, задача 8, 9 класс, задача 4, вариант 1 В чашку Петри (см. рисунок) налиты вода и жидкий парафин, находящиеся в тепловом равновесии при $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, массы веществ одинаковы. Чашку охлаждают, снимая показания с погруженного в нее термометра. Удельная теплота плавления льда $3.3 \cdot 10^5\text{ Дж/кг}$, удельная теплота плавления парафина $1.65 \cdot 10^5\text{ Дж/кг}$. Укажите номер графика, правильно описывающего изменение температуры со временем, если известно, что скорость теплоотвода была постоянна.



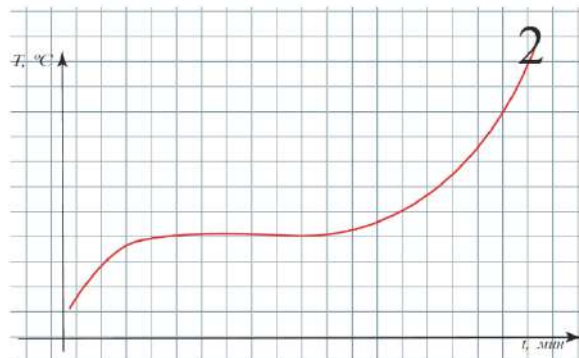
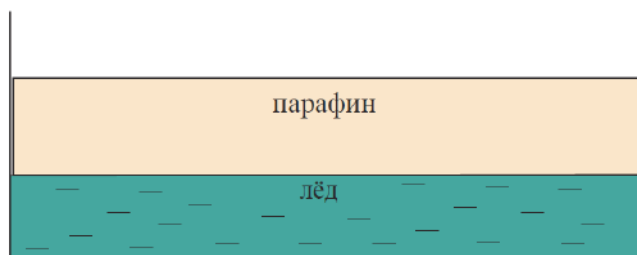
Решение:

Чашка Петри обеспечивает большую площадь контакта между водой и парафином, что обеспечивает, что при замерзании одной из компонент градусник будет показывать неизменную температуру. Поэтому правильный график либо №2, либо №4. Далее, поскольку теплота плавления льда в 2 раза больше, чем у парафина, то с учетом одинаковых масс обоих веществ вода будет замерзать дольше, чем до этого замерзал парафин. Поэтому правильный ответ – график №4.

Ответ: график №4

8 класс, задача 8, 9 класс, задача 4, вариант 2 В чашке Петри (см. рисунок) находятся лёд и парафин в тепловом равновесии при $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, массы веществ одинаковы. Чашку нагревают, снимая показания с погруженного в нее термометра. Удельная теплота плавления льда $3.3 \cdot 10^5\text{ Дж/кг}$, удельная теплота плавления парафина $1.65 \cdot 10^5\text{ Дж/кг}$. Укажите номер графика, правильно

описывающего изменение температуры со временем, если известно, что скорость подвода тепла была постоянна.

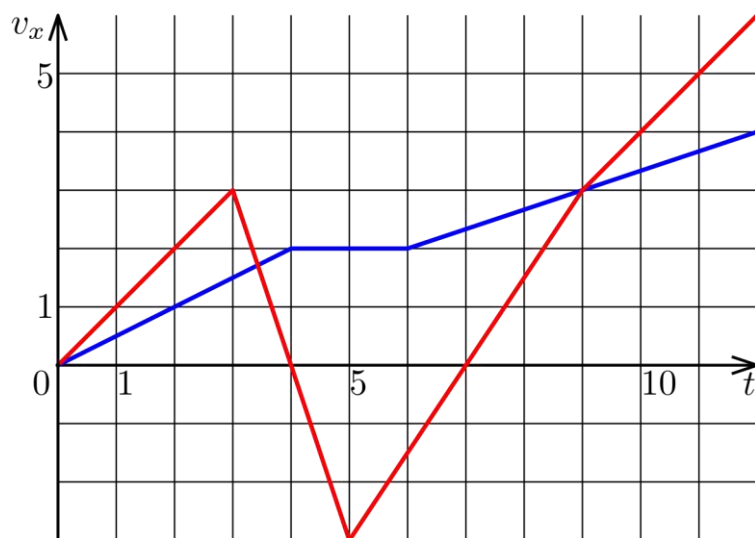


Решение:

Решение аналогично Варианту 1, правильный ответ – график №3.

Ответ: график №3

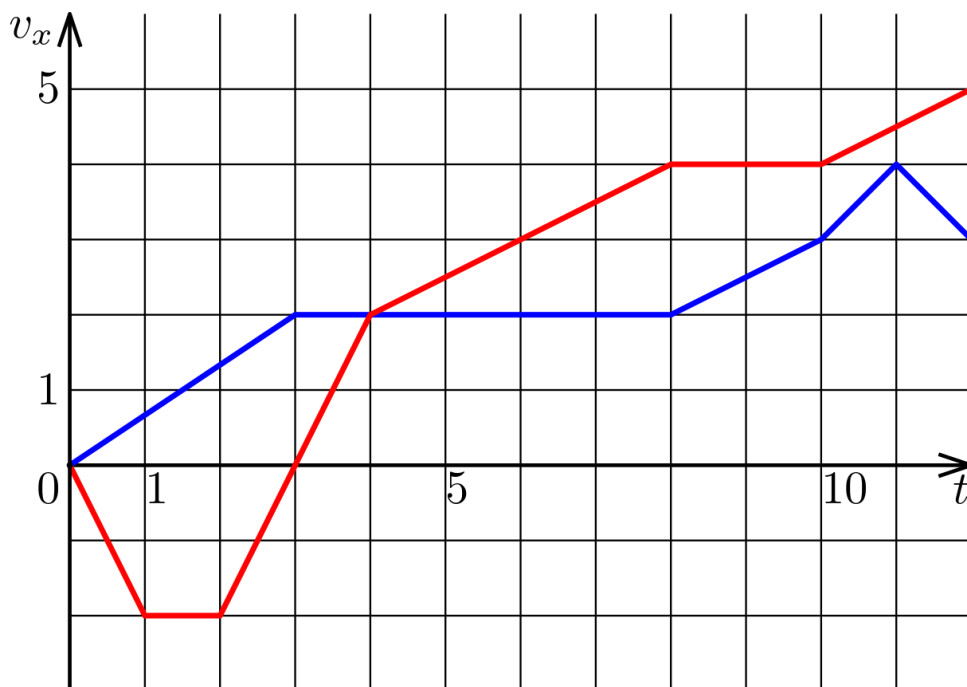
9 класс, задача 5, 10 класс, задача 1, вариант 1: Два тела одновременно стартовали из одной точки и движутся вдоль оси x . График зависимости проекции скорости первого тела изображен на рисунке красной линией, а второго тела – синей. Цена деления по горизонтальной оси **1 с**, по вертикальной **1 м/с**. Из приведенных ниже утверждений выберите все правильные:



- а) путь, пройденный 2 телом за 12 с, меньше пути, пройденного 1 телом за то же время
- б) проекция скорости 1 тела была больше проекции скорости 2 тела не менее 7 с
- в) модуль скорости 1 тела был больше модуля скорости 2 тела не менее 7 с
- г) 1 тело меняло направление движения
- д) через 9 с после начала движения координата 2 тела меньше, чем координата 1 тела

Ответ: а, в, г

9 класс, задача 5, 10 класс, задача 1, вариант 1: Два тела одновременно стартовали из одной точки и движутся вдоль оси x . График зависимости проекции скорости первого тела изображен на рисунке красной линией, а второго тела – синей. Цена деления по горизонтальной оси **1 с**, по вертикальной **1 м/с**. Из приведенных ниже утверждений выберите все правильные:



- а) путь, пройденный 2 телом за 12 с, меньше пути, пройденного 1 телом за то же время
- б) проекция скорости 1 тела была меньше проекции скорости 2 тела более 5 с
- в) модуль скорости 1 тела был больше модуля скорости 2 тела не менее 10 с

г) 1 тело меняло направление движения

д) через 10 с после начала движения координата 2 тела меньше, чем координата 1 тела

Ответ: а, в, г

9 класс, задача 6, 10 класс, задача 2, вариант 1 Маршрут скоростного поезда состоит из 3 участков одинаковой длины. На первом участке поезд движется равноускоренно, на втором – равномерно с набранной на первом участке скоростью, на третьем – тормозит до полной остановки. Определите среднюю скорость поезда на всем пути, если его средняя скорость на первом участке составляла **50 км/ч**, а модули ускорения на первом и третьем участках равны. Ответ приведите в **км/ч**, округлив до ближайшего целого.

Решение:

Обозначим весь путь за S , модуль ускорения за a , время движения на каждом из участков за t_1 , t_2 и t_3 . Средняя скорость поезда на всем пути:

$$v_{\text{cp}} = \frac{S}{t_1 + t_2 + t_3}$$

Поскольку модуль ускорения и длины участков разгона и торможения равны, то

$$t_1 = t_3$$

Для первого участка можно записать:

$$\frac{S}{3} = \frac{at_1^2}{2}$$

Скорость на втором участке:

$$v_2 = at_1$$

Путь для второго участка:

$$\frac{S}{3} = at_1 t_2$$

Подставим выражения для трети пути из первого участка:

$$at_1 t_2 = \frac{at_1^2}{2} \Rightarrow t_2 = \frac{t_1}{2}$$

Подставляем выражения для времени в выражение для средней скорости:

$$v_{\text{cp}} = \frac{S}{t_1 + \frac{t_1}{2} + t_1} = \frac{2S}{5t_1}$$

По условия дано:

$$\frac{S}{3t_1} = 50 \text{ км/ч}$$

Откуда получаем окончательный ответ в 60 км/ч.

Ответ: 60 км/ч.

9 класс, задача 6, 10 класс, задача 2, вариант 2 Маршрут скоростного поезда состоит из 3 участков одинаковой длины. На первом участке поезд движется равноускоренно, на втором – равномерно с набранной на первом участке скоростью, на третьем – тормозит до полной остановки.

Определите скорость поезда на втором участке пути, если его средняя скорость на всем пути составила **120 км/ч**, а модули ускорения на первом и третьем участках равны. Ответ приведите в **км/ч**, округлив до ближайшего целого.

Решение:

Обозначим весь путь за S , модуль ускорения за a , время движения на каждом из участков за t_1 , t_2 и t_3 . Средняя скорость поезда на всем пути:

$$v_{\text{cp}} = \frac{S}{t_1 + t_2 + t_3}$$

Поскольку модуль ускорения и длины участков разгона и торможения равны, то

$$t_1 = t_3$$

Для первого участка можно записать:

$$\frac{S}{3} = \frac{at_1^2}{2}$$

Скорость на втором участке:

$$v_2 = at_1$$

Путь для второго участка:

$$\frac{S}{3} = at_1 t_2$$

Подставим выражения для трети пути из первого участка:

$$at_1 t_2 = \frac{at_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = t_3 = 2t_2$$

Подставляем выражения для времени в выражение для средней скорости:

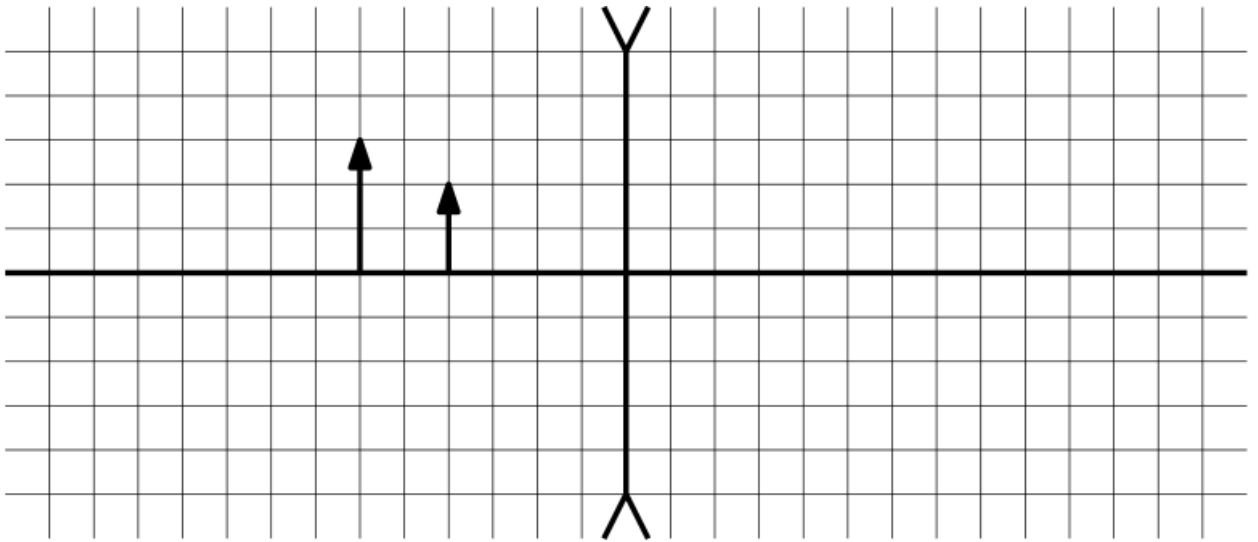
$$v_{\text{cp}} = \frac{S}{2t_2 + t_2 + 2t_2} = \frac{1}{5} \frac{S}{t_2} = 120 \text{ км/ч}$$

Необходимо найти скорость на втором участке пути:

$$\frac{S}{3t_2} = 200 \text{ км/ч}$$

Ответ: 200 км/ч

9 класс, задача 7, 10 класс, задача 3, вариант 1 Завершив чертёж оптической схемы проведенного эксперимента, ученый оставил его на подоконнике. Поливая цветы на следующий день, он случайно залил чертёж водой, в результате чего часть линий смылась. Помогите ему восстановить чертёж, определив фокусное расстояние линзы. Ответ приведите в **сантиметрах**, учитывая, что одна клетка соответствует 1 сантиметру.



Решение:

Поскольку линза рассеивающая (согласно схеме), то уравнение тонкой линзы будет записано как:

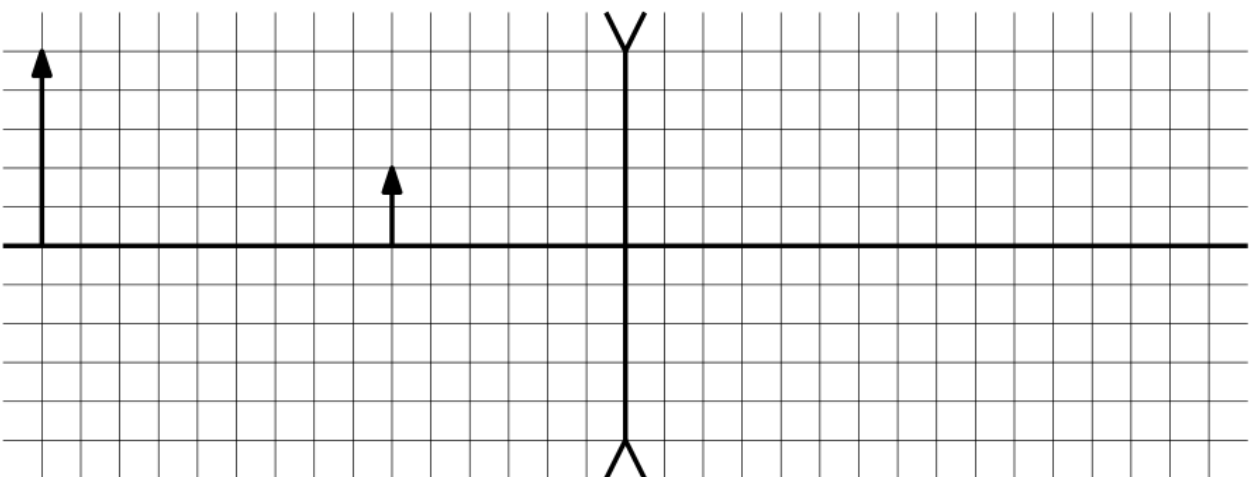
$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$$

Где d – расстояние от объекта до линзы, f – расстояние от изображения до линзы, F – фокусное расстояние. Рассеивающая линза дает мнимое уменьшенное изображение, поэтому большая из стрелок – это объект, меньшая – изображение. Тогда, согласно рисунку $d=6$, $f=4$ и $F=12$ см.

(задачу можно решить графически, аккуратно воспроизведя ход лучей по клеточкам).

Ответ: 12 см.

9 класс, задача 7, 10 класс, задача 3, вариант 2 Завершив чертёж оптической схемы проведенного эксперимента, ученый оставил его на подоконнике. Поливая цветы на следующий день, он случайно залил чертёж водой, в результате чего часть линий смылась. Помогите ему восстановить чертёж, определив фокусное расстояние линзы. Ответ приведите в **сантиметрах**, учитывая, что одна клетка соответствует 1 сантиметру.



Поскольку линза рассеивающая (согласно схеме), то уравнение тонкой линзы будет записано как:

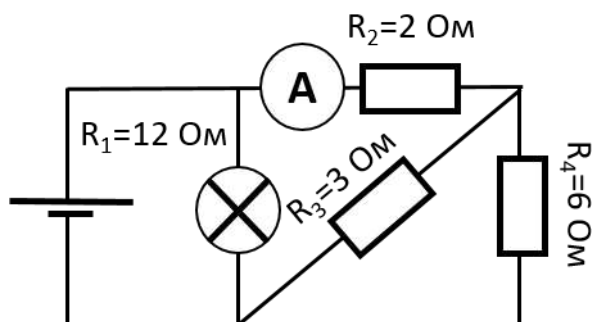
$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$$

Где d – расстояние от объекта до линзы, f – расстояние от изображения до линзы, F – фокусное расстояние. Рассеивающая линза дает мнимое уменьшенное изображение, поэтому большая из стрелок – это объект, меньшая – изображение. Тогда, согласно рисунку $d=15$, $f=6$ и $F=10$ см.

(задачу можно решить графически, аккуратно воспроизведя ход лучей по клеточкам).

Ответ: 10 см.

9 класс, задача 8, 10 класс, задача 4, вариант 1 На схеме изображена электрическая цепь постоянного тока с подключенной лампочкой R_1 , резисторами R_2 , R_3 , R_4 и амперметром. Определите мощность, выделяемую на лампочке, если амперметр показывает ток в **6 А**. Ответ приведите в **ваттах**, округлив до ближайшего целого.



Решение:

Выделяемая на лампочке мощность равна:

$$P = U^2/R_1$$

Чтобы найти мощность, необходимо найти напряжение на лампочке. Оно будет равно напряжению на участке цепи с амперметром и тремя сопротивлениями:

$$U = IR'$$

Ток в этом участке нам известен, нужно найти сопротивление R' .

Сопротивления R_3 и R_4 соединены параллельно, R_2 – последовательно с ними. Поэтому сопротивление этого участка равно:

$$R' = R_2 + \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}\right)^{-1} = 4 \text{ Ом}$$

Тогда напряжение

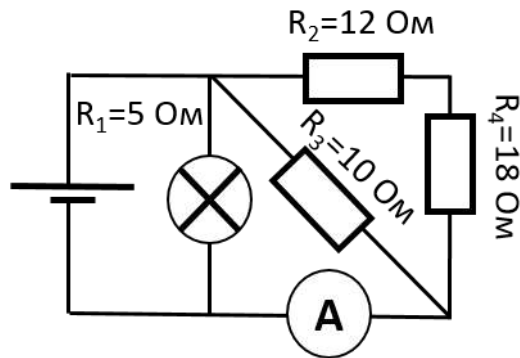
$$U = IR' = 6[A] * 4 [Ом] = 24 \text{ В}$$

И мощность

$$P = \frac{U^2}{R_1} = 48 \text{ Вт}$$

Ответ: 48 Вт

9 класс, задача 8, 10 класс, задача 4, вариант 2 На схеме изображена электрическая цепь постоянного тока с подключенной лампочкой R_1 , резисторами R_2 , R_3 , R_4 и амперметром. Определите мощность, выделяемую на лампочке, если амперметр показывает ток в **4 А**. Ответ приведите в **ваттах**, округлив до ближайшего целого.



Решение:

Выделяемая на лампочке мощность равна:

$$P = U^2/R_1$$

Чтобы найти мощность, необходимо найти напряжение на лампочке. Оно будет равно напряжению на участке цепи с амперметром и тремя сопротивлениями:

$$U = IR'$$

Ток в этом участке нам известен, нужно найти сопротивление R' .

Сопротивления R_2 и R_4 соединены последовательно, R_3 – параллельно с ними. Поэтому сопротивление этого участка равно:

$$R' = \left(\frac{1}{R_2 + R_4} + \frac{1}{R_3} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{12 + 18} + \frac{1}{10} \right)^{-1} = 7.5 \text{ Ом}$$

Тогда напряжение

$$U = IR' = 4[A] * 7.5 [\text{Ом}] = 30 \text{ В}$$

И мощность

$$P = \frac{U^2}{R_1} = 180 \text{ Вт}$$

Ответ: 180 Вт