

МОШ, 2013/14, отборочный этап, 7-11 класс

Условия и ответы

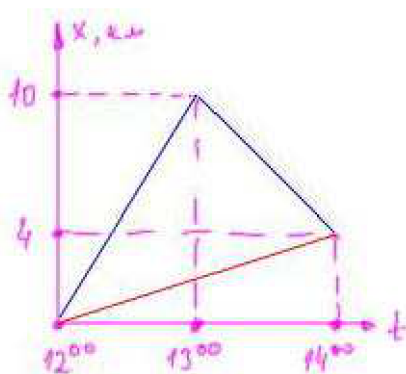
1 Плот и катер на реке

На берегу реки на расстоянии 10 км друг от друга расположены деревни Липовка и Демушкино. В 12.00 от Липовки к Демушкино стартовали плот и катер. Доплыв до Демушкино, катер развернулся и повернул обратно, встретившись с плотом в 14.00. Плот при этом проплыл 4 км. Постройте графики движения (зависимость расстояния до Липовки от времени) для плота и катера. В какой момент времени катер прибыл в Демушкино? Найдите скорость течения реки и скорость катера в стоячей воде, считая эти скорости постоянными.

Вопрос о построении графиков в варианте для 7 класса не задавался.

Ответ

Катер прибыл в Демушкино в 13.00; скорость катера в стоячей воде 8 км/ч, скорость течения реки 2 км/ч. Графики движения катера и плота приведены на рисунке.

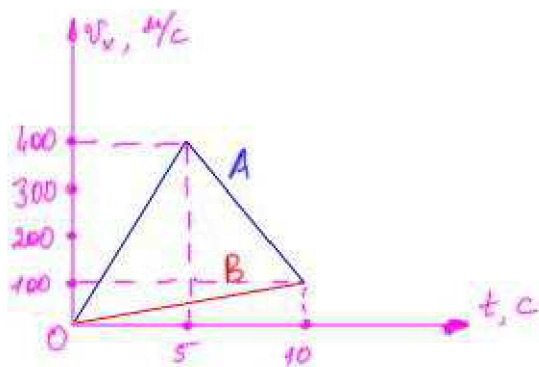


2 Заряженная и нейтральная частицы

Заряженная частица А и нейтральная частица В движутся в вакууме в области, где имеются как поле тяжести (ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$), так и электрическое поле, направленное параллельно полю тяжести. Частицы стартуют из одной точки без начальной скорости. Достигнув скорости 400 м/с, частица А влетела в область пространства, где направление электрического поля изменилось на противоположное, а его величина осталась неизменной. Спустя 10 секунд с момента старта расстояние между частицами достигло максимума и начало уменьшаться. Постройте графики зависимости скоростей частиц А и В от времени в первые 10 секунд после старта. В какой момент времени изменилось направление напряжённости электрического поля? Укажите этот момент на графике.

Ответ

Графики зависимостей скоростей частиц от времени приведены на рисунке. Направление поля изменилось через 5 секунд после старта.



3 Кубик, шарик и гири

Школьница Алиса проводит опыты по измерению масс кубика и шарика при помощи равноплечих рычажных весов и гирь. Алиса обнаружила, что кубик вместе с гирей «100 г» весят больше шарика, шарик и кубик вместе весят больше гири «500 г», а гиря «500 г» весит больше гири «100 г» вместе с кубиком. В каких пределах может быть заключена масса кубика, с которым работает Алиса? А масса шарика?

Ответ

Масса шарика может лежать в промежутке от 100 г до 500 г, масса кубика — от 200 г до 400 г.

4 Кубик, два шарика и гири

Школьница Алиса проводит опыты по измерению масс кубика и двух одинаковых шариков при помощи равноплечих рычажных весов и гирь. Алиса обнаружила, что два шарика вместе весят больше одного кубика, кубик — больше шарика и гири «100 г», а кубик, шарик и гиря «100 г» — меньше гири «1 кг». В каких пределах может быть заключена масса кубика, с которым работает Алиса? А масса шарика?

Ответ

Масса шарика может лежать в промежутке от 100 г до 400 г, масса кубика — от 200 г до 600 г.

5 Температуры в двух калориметрах

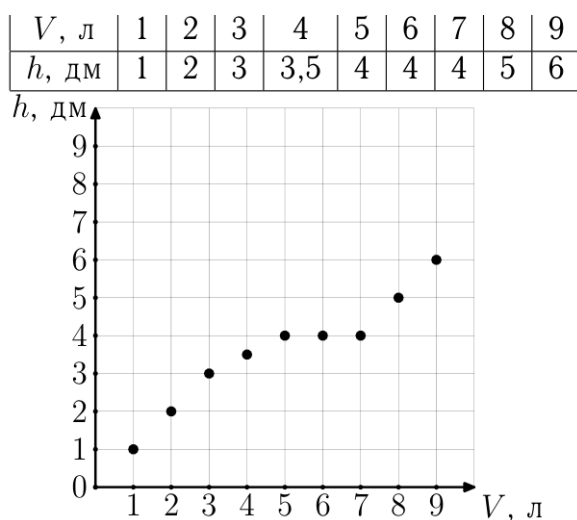
Школьницы Алиса и Василиса хотят оценить температуру воды в калориметрах. Термометров у них нет. Смешав 100 г воды из своего калориметра и 100 г воды из ведра, где находилась смесь воды и льда, Василиса обнаружила, что полученная смесь холоднее воды в калориметре у Алисы. Смешав 200 г воды из своего калориметра и 100 г воды из чайника с кипящей водой, Алиса обнаружила, что данная смесь холоднее, чем вода в калориметре у Василисы. В каких пределах может изменяться температура в калориметре у Алисы? А в калориметре у Василисы? В каких пределах может изменяться разность температуры в калориметре Алисы и температуры в калориметре Василисы?

Ответ

Температура в калориметре Алисы может быть в интервале от 25°C до 100°C , температура в калориметре Василисы — в интервале от 50°C до 100°C . Температура в калориметре Василисы выше, чем температура в калориметре Алисы; модуль разности температур может быть в промежутке от 0°C до 50°C .

6 Сосуд сложной формы по графику

Школьник Вася проводит опыты с сосудом сложной формы. Наливая сверху в сосуд воду, Вася исследует зависимость высоты h установившегося уровня воды (в дециметрах) в сосуде от количества налитой воды V (в литрах). Полученные Васей результаты измерений представлены на графике, изображённом на рисунке, и в таблице:

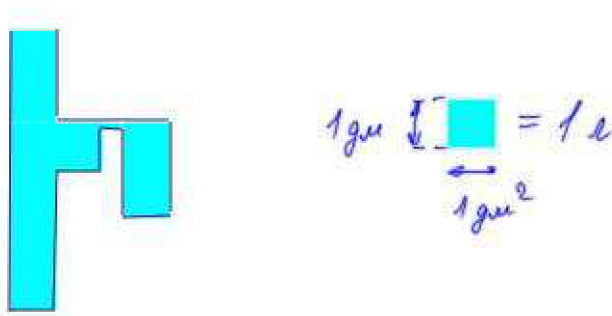


Нарисуйте сосуд, с которым мог проводить свой опыт Вася. Укажите на рисунке размеры сосуда.

Таблица приводилась в варианте для 7 класса, график — в варианте для 8 класса.

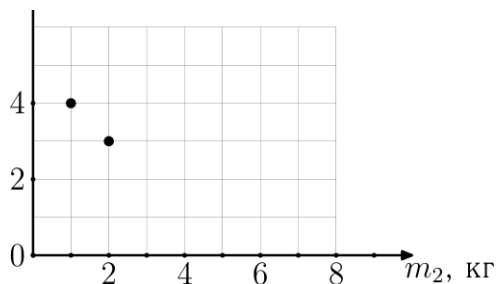
Ответ

Возможная форма сосуда изображена на рисунке.



7 Лёд и вода в калориметре

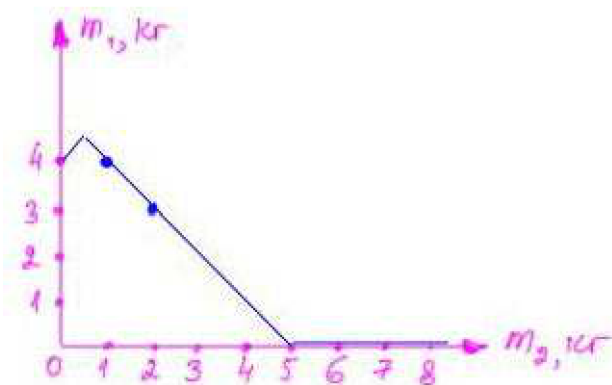
В калориметре имеется льдинка массой 4 кг. Школьница Алиса наливает в калориметр воду и исследует, сколько льда оказывается в калориметре после установления равновесия. Алиса нанесла два своих экспериментальных результата на диаграмму, демонстрирующую зависимость массы m_1 льда в калориметре в конце процесса от массы m_2 воды, налитой в калориметр.



Постройте график зависимости m_1 от m_2 . При какой массе m_2 масса m_1 будет максимальной? Чему равно максимально возможное значение m_1 ? При каких значениях массы m_2 масса m_1 обратится в нуль? Чему равны начальные температуры льдинки и воды, которую Алиса налила в калориметр? Удельная теплоёмкость воды $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, удельная теплоёмкость льда $2,1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления льда $336 \text{ кДж}/\text{кг}$.

Ответ

График зависимости m_1 от m_2 изображён на рисунке.



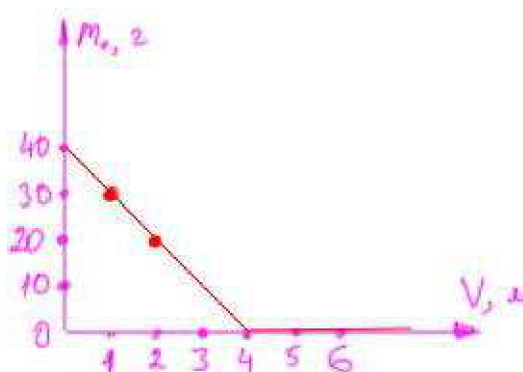
Максимальное значение m_1 , равное $4,5 \text{ кг}$, достигается при $m_2 = 0,5 \text{ кг}$. Масса m_1 обращается в нуль, когда m_2 не меньше 5 кг . Начальная температура воды 80°C , льда -40°C .

8 Изотерма влажного воздуха

Школьник Владислав проводит изотермический процесс над влажным воздухом в цилиндре, измеряя зависимость массы воды m_1 в жидком состоянии от объёма системы V . Владислав нанёс на график две измеренные им экспериментальные точки: $(V = 1 \text{ м}^3; m_1 = 30 \text{ г})$ и $(V = 2 \text{ м}^3; m_1 = 20 \text{ г})$. Достройте данный график. Какова общая масса воды (в жидком и газообразном состояниях) в цилиндре? Какова плотность насыщенного водяного пара при данной температуре?

Ответ

График зависимости m_1 от V изображён на рисунке.



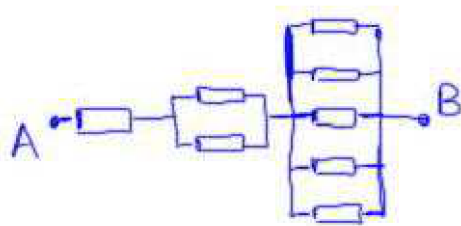
Общая масса воды составляет 40 г, плотность насыщенного водяного пара 10 г/м^3 .

9 Десять резисторов — схема на 1,7 кОм

Имеются 10 резисторов сопротивлением 1 кОм. Нарисуйте схему электрической цепи, сопротивление которой как можно ближе к 1,7 кОм. Укажите на рисунке два вывода цепи, которые будут подсоединяться к прибору для измерения сопротивлений. Чему равно сопротивление Вашей цепи?

Ответ

Возможная схема электрической цепи, сопротивление которой точно равно 1,7 кОм, изображена на рисунке.



10 Топливо для разгона и торможения корабля

Космонавты Ирина, Карина и Марина расположились на космической базе вдали от небесных тел. Ирина говорит: «Чтобы сообщить космическому кораблю массой в одну тонну скорость 1 км/с, надо запастись тонной горючего». Сколько топлива потребуется Ирине, чтобы сообщить кораблю массой в две тонны скорость 1 км/с? Сколько топлива потребуется Карине, чтобы сообщить кораблю массой в одну тонну скорость n км/с (в частности 3 км/с)? Сколько топлива потребуется Марине, чтобы сообщить кораблю массой в одну тонну скорость 1 км/с, а затем затормозить его?

Скорость ракеты Карины n км/с приводилась в варианте для 10 класса, скорость 3 км/с — в варианте для 7-9 классов.

Ответ

Для разгона корабля массой 2 т до 1 км/с потребуется 2 т топлива. Для разгона корабля массой 1 т до n км/с требуется $(2^n - 1)$ т топлива. В частности, для разгона корабля массой 1 т до 3 км/с требуется 7 т топлива. Чтобы разогнать корабль массой 1 т до 1 км/с и затем затормозить, требуется 3 т топлива.

11 Разряд конденсатора через резистор

Школьник Владислав проводит опыты по разрядке конденсатора через резистор. В инструкции к приборам Владислав прочитал: «Если зарядить конденсатор до заряда 1 мКл, то за секунду через резистор пройдёт заряд 0,2 мКл». Определите, какой заряд пройдёт через данный резистор при разрядке конденсатора, заряженного до 1 мКл, за две секунды, за три секунды и за n секунд.

Ответ

За две секунды через резистор пройдёт электрический заряд 0,36 мКл, за три секунды — 0,488 мКл, за n секунд — $(1 - 0,8^n)$ мКл.

12 Стопка светофильтров

Светофильтр поглощает 20 процентов энергии падающего на него света, остальной свет пропускает, ничего не отражает. Какая доля падающей энергии поглотится в «стопке» из двух светофильтров, стоящих один за другим? А в стопке из трёх светофильтров? В стопке из n светофильтров?

Ответ

Стопка из двух светофильтров поглощает долю энергии 0,36, стопка из трёх светофильтров — 0,488, из n светофильтров — $(1 - 0,8^n)$.

13 Радиоактивный распад за годы

За год из 4 г радиоактивного вещества распадается 1 г. Сколько граммов из 4 г этого вещества распадётся за два года? А за три года? За n лет?

Ответ

За два года распадётся 1,75 г, за три года 2,3125 г, за n лет $4(1 - (3/4)^n)$ г.