

МОШ, 2014/15, отборочный этап, 10 класс

Условия и ответы

1 Лёд и шарики в воде

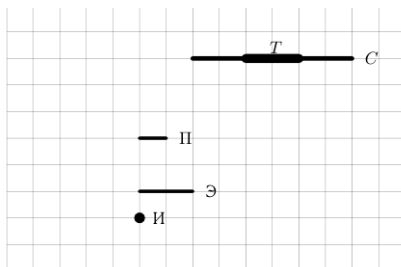
У школьницы Арины в холодильнике имеются ледяные кубики (все одинаковые) и шарики (все одинаковые). На столе у Арины — два одинаковых сосуда с одинаковым количеством воды комнатной температуры. В первый сосуд Арина положила шарик и далее стала класть ледяные кубики (по одному); она увидела, что шарик и три кубика полностью растаяли, а четвёртый кубик — растаял частично. Во второй сосуд Арина сначала положила один ледяной кубик, а затем — шарики. Она увидела, что кубик и два шарика полностью растаяли, а третий шарик — растаял частично. Чему может быть равно отношение массы шарика к массе кубика? Отношение в ответе записывайте в виде обыкновенной дроби. Потерями тепла можно пренебречь.

Ответ

Отношение массы шарика к массе кубика может быть от 1 до 3.

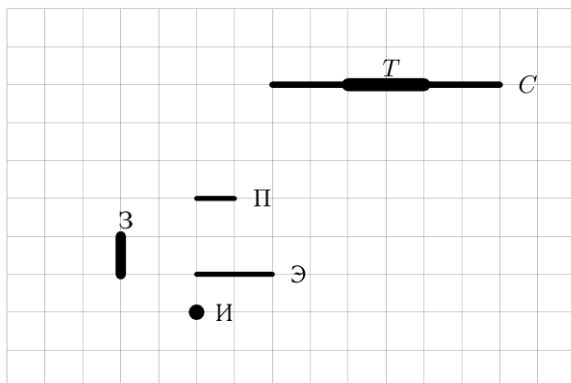
2 Зеркало для тени предмета

Источник света И отделён от стены С непрозрачным экраном Э (вид сверху показан на рисунке). Как надо расположить плоское зеркало, чтобы предмет П отбрасывал на стену тень Т, а остальная часть стены была освещена? Перерисуйте рисунок к себе в работу, нарисовав дополнительно зеркало. Постарайтесь использовать зеркало как можно меньшего размера.



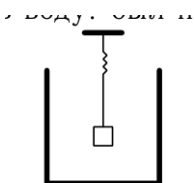
Ответ

Зеркало минимального размера изображено на рисунке.



3 Пружина и груз над сосудом

Школьница Алиса проводит опыты с пружиной. Она подвесила пружину с грузом над сосудом в форме прямоугольного параллелепипеда, как показано на рисунке, и стала наливать в сосуд воду. Груз имеет форму куба длиной ребра 10 см, его плотность равна плотности воды. В начале опыта расстояние от нижней грани груза до дна сосуда составляет 30 см. Площадь основания сосуда составляет 1000 см^2 . Нижняя грань куба во время опыта сохраняла горизонтальное положение. Жёсткость пружины 100 Н/м , её длина в нерастянутом состоянии составляет 10 см. Ускорение свободного падения 10 м/с^2 . Постройте график зависимости длины пружины l от объёма воды V , налитой в сосуд. При каких значениях объёма V груз находился в воздухе? был частично погружён в воду? был полностью погружён в воду?



Ответ

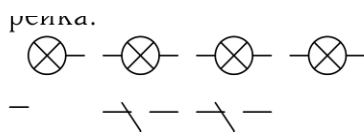
График состоит из горизонтальной линии $l = 20 \text{ см}$ при $V < 30 \text{ л}$ (груз в воздухе), наклонного участка, соединяющего точки $(20 \text{ см}; 30 \text{ л})$ и $(10 \text{ см}; 49 \text{ л})$ (груз при V от 30 л до 49 л частично погружён в воду), горизонтальной линии $l = 10 \text{ см}$ при $V > 49 \text{ л}$ (груз полностью в воде).

4 Цепь из лампочек и ключей

Школьник Ярослав решил сконструировать такую электрическую цепь из изображённых на рисунке четырёх лампочек, двух ключей и проводов, чтобы выполнялись следующие требования.

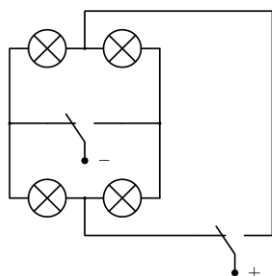
1. При подсоединении цепи к батарее при любом положении ключей должны гореть все четыре лампочки.
2. При переключении любого из ключей яркость хотя бы одной лампочки должна обязательно измениться.
3. При любом положении ключей одна лампочка должна обязательно гореть в полный накал (напряжение на ней должно быть равно напряжению на батарее).
4. При любом положении ключей три лампочки должны обязательно гореть в треть накала (напряжение на каждой из лампочек должно быть равно одной трети от напряжения на батарее).

Помогите Ярославу сконструировать схему электрической цепи, удовлетворяющую как можно большему числу перечисленных требований. Укажите, к каким точкам цепи подсоединяется батарея.



Ответ

Возможная схема электрической цепи, удовлетворяющая всем заявленным требованиям, представлена на рисунке.



5 Бросок вверх с неизвестной высотой

Тело бросили с поверхности земли вертикально вверх. Спустя 2 секунды после броска тело ещё двигалось вверх, а спустя 6 секунд после броска — уже находилось на земле. На какой высоте могло находиться тело в верхней точке траектории? Столкновение тела с землёй считайте абсолютно неупругим, ускорение свободного падения 10 м/с^2 , сопротивлением воздуха можно пренебречь.

Ответ

Тело в верхней точке траектории могло находиться на высоте от 20 м до 45 м.

6 Линейка с грузиком на краю стола

Экспериментатор проводит опыты с однородной деревянной линейкой длиной 40 см и грузиком. Оказалось, что если уравнивать линейку с грузиком на краю стола, то линейка начинает падать, когда длина её выступающей части превосходит 10 см (грузик при этом подвешивают на нитку за конец линейки). Если же при этом опустить грузик в стакан с водой, плотность которой равна 1000 кг/м^3 , эта длина становится равной 15 см (грузик при этом оказывается полностью погружён в воду). Определите отношение массы груза к массе линейки и плотность груза.

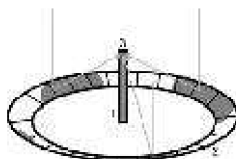
Ответ

Отношение массы груза к массе линейки равно 1, отношение плотности груза к плотности воды равно $3/2$ (плотность груза 1500 кг/м^3).

7 Зеркальное кольцо для кипячения воды

Для кипячения воды предлагается использовать конструкцию следующего типа. Большое кольцо 2, ограниченное двумя концентрическими окружностями, покрыто высококачественными зеркалами, наклонёнными так, что весь отражаемый свет фокусируется в точку 3, где на высокой колонне 1 располагается резервуар с водой. Зеркала покрывают всё пространство между окружностями. Считая, что от зеркала отражается всё падающее на него излучение, а солнечные лучи перпендикулярны поверхности земли, оцените, сколько воды будет превращаться

в пар за 1 секунду. Внутренний и внешний радиусы кольца равны 5 м и 10 м; мощность солнечного излучения, достигающего поверхности земли в расчёте на 1 м^2 , равна 900 Вт; для нагревания 1 кг воды до кипения и превращения этой воды в пар требуется количество теплоты 2300 кДж.



Ответ

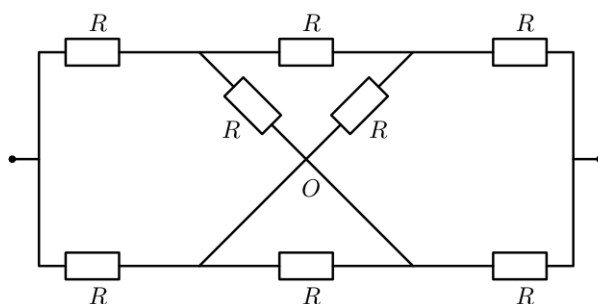
За секунду в пар превращается 92 г воды.

8 Резисторы со схемой через узел O

Электрическая цепь состоит из одинаковых резисторов сопротивлением $R = 2,8 \text{ кОм}$. Найдите общее сопротивление цепи в двух случаях:

- (а) в точке O соединения нет;
- (б) в точке O соединение есть.

Сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь.



Ответ

Если в точке O соединения нет, сопротивление цепи равно 3,5 кОм; если в точке O соединение есть, сопротивление цепи равно 3,2 кОм.