

МОШ, 2019/20, отборочный этап, 9 класс

Условия, ответы и решения

1 Товарные и пассажирские поезда

Два товарных поезда отправляются из Москвы в Ярославль с интервалом в 10 мин и едут с одинаковыми постоянными скоростями v_1 . Из Ярославля в Москву с интервалом в 20 мин отправляются два пассажирских поезда, которые тоже едут с одинаковыми постоянными скоростями v_2 . Машинист пассажирского поезда заметил, что машинисты товарных поездов проехали мимо него с разницей в 4 мин.

1. Найдите отношение скоростей $\frac{v_2}{v_1}$. Ответ округлите до десятых.
2. С каким интервалом проедут мимо машиниста товарного поезда машинисты пассажирских поездов? Ответ укажите в минутах и округлите до целых.

Подсказка

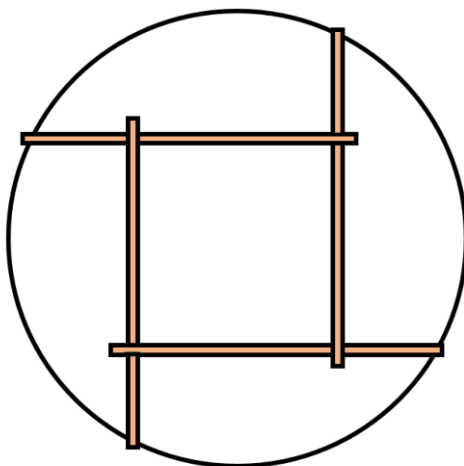
Перейдите в систему отсчёта пассажирского поезда: расстояние между товарными поездами и их скорость относительно него известны через v_1 и v_2 .

Ответ

1) 1,5; 2) 12 мин.

2 Палочки на краю тарелки

На край тарелки с радиусом 10 см, стоящей на горизонтальном столе, опираются четыре одинаковые палочки, каждая из которых имеет массу 50 г, распределенную равномерно по длине, равной 15 см (см. рисунок). У каждой палочки один конец лежит на краю тарелки, а второй опирается на другую палочку. Сторона получившегося квадрата из палочек равна 10 см. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



1. Найдите силу, с которой палочка действует на край тарелки. Ответ укажите в Н и округлите до десятых.
2. С какой силой взаимодействуют две палочки? Ответ укажите в Н и округлите до сотых.

Подсказка

Все палочки находятся в одинаковых условиях, поэтому достаточно рассмотреть одну; вертикальные силы на всю систему уравнивают силы тяжести.

Ответ

1) 0,5 Н; 2) 0,375 Н.

3 Стакан в сосуде с водой

В открытый сверху цилиндрический сосуд помещают меньший по размеру цилиндрический стакан массой 150 г. Сосуд наполняют водой до краёв так, что стакан остаётся плавать в воде. После этого начинают аккуратно переносить воду из сосуда в стакан. Площадь основания сосуда 100 см^2 , высота сосуда 15 см, сечение стакана 20 см^2 , высота стакана 10 см. Толщиной стенок сосуда и стакана можно пренебречь. Плотность воды равна 1000 кг/м^3 .

1. Какой объём воды можно перенести из сосуда в стакан, чтобы он ещё плавал в воде? Ответ укажите в см^3 и округлите до целых.
2. Насколько изменится уровень воды в сосуде? Ответ укажите в см и округлите до целых.

Подсказка

Пока стакан плавает, вес стакана с водой равен весу вытесненной воды; как при этом связаны полный объём воды и уровень в сосуде?

Ответ

1) 50 см^3 ; 2) 0 см.

4 Влажные дрова

В сарае лежат берёзовые дрова, которые содержат 50% влаги от массы, и сосновые с массовой долей воды в них 15%. Удельная теплота сгорания сухих дров (и берёзовых, и сосновых) 15 МДж/кг . Удельная теплота парообразования воды $2,3 \text{ МДж/кг}$, удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$. Количество теплоты, необходимое для нагревания и испарения содержащейся в дровах воды, считайте впустую потраченной энергией. Вода, превратившись в пар, сразу же удаляется из печи через дымоход.

1. Найдите удельную теплоту сгорания сырых берёзовых дров при температуре 20°C . Ответ укажите в МДж/кг и округлите до десятых.
2. Найдите удельную теплоту сгорания сырых сосновых дров при температуре 20°C . Ответ укажите в МДж/кг и округлите до десятых.

Подсказка

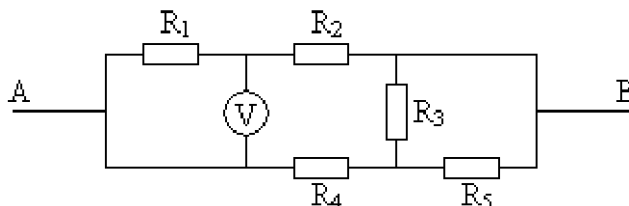
В одном килограмме сырых дров только часть массы горит; воду из этой же массы надо нагреть до 100°C и испарить.

Ответ

1) 6,1 МДж/кг; 2) 12,3 МДж/кг.

5 Цепь с вольтметром

В участке AB электрической цепи течёт постоянный ток. Сопротивления всех резисторов известны: $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 20 \text{ Ом}$, $R_3 = 30 \text{ Ом}$, $R_4 = 40 \text{ Ом}$, $R_5 = 60 \text{ Ом}$. Вольтметр, включённый в схему, показывает напряжение $U = 1 \text{ В}$. Вольтметр идеальный.



1. Найдите ток через резистор с сопротивлением R_2 . Ответ укажите в миллиамперах и округлите до целых.
2. Чему равен ток через участок AB ? Ответ укажите в миллиамперах и округлите до целых.
3. Найдите общее сопротивление цепи. Ответ укажите в омах и округлите до целых.

Подсказка

Идеальный вольтметр тока не пропускает, поэтому токи через R_1 и R_2 одинаковы; по показанию вольтметра найдите разность потенциалов между его выводами через токи в ветвях.

Ответ

1) 100 мА; 2) 150 мА; 3) 20 Ом.

6 Пассажир догоняет сумку

Пассажир в аэропорту случайно поставил свою сумку на движущуюся дорожку. Когда он это заметил, сумка была уже от него на расстоянии 20 м, двигаясь при этом с постоянной скоростью 1 м/с. Пассажир начинает бежать вдогонку сумке с постоянным ускорением 1 м/с².

1. Сколько времени пассажир догонял сумку? Ответ выразите в с, округлите до десятых.
2. Какой путь пробежал пассажир, чтобы догнать сумку? Ответ выразите в м, округлите до целого числа.

Подсказка

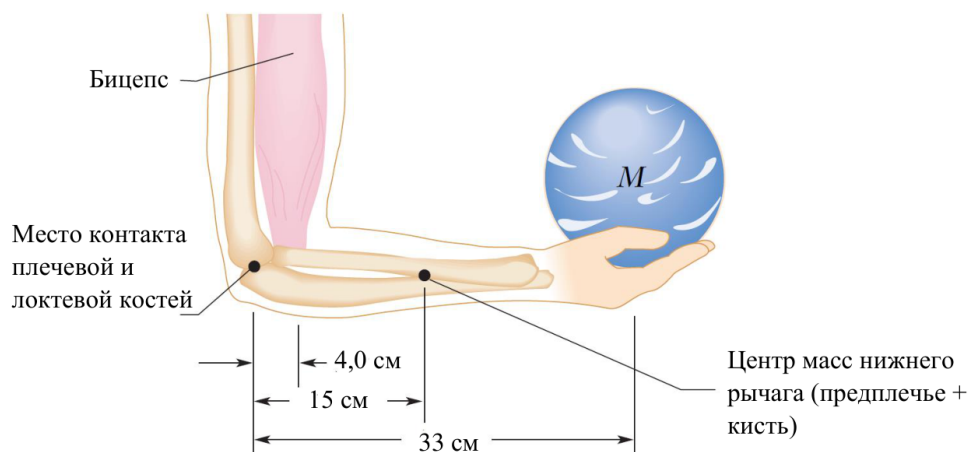
Запишите законы движения сумки и пассажира и приравняйте координаты.

Ответ

1) 7,4 с; 2) 27 м.

7 Рука с боулинг-шаром

Человек держит шар для боулинга массой $7,2 \text{ кг}$ на ладони, как показано на рисунке. Его плечо вертикально, а предплечье (нижняя часть руки), масса которого равна $1,8 \text{ кг}$ (вместе с ладонью), находится в горизонтальном положении. Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с^2 .



1. С какой силой действует бицепс на предплечье? Ответ выразите в Н, округлите до десятков.
2. С какой силой взаимодействуют плечевая и локтевая кости в месте контакта? Ответ выразите в Н, округлите до десятков.

Подсказка

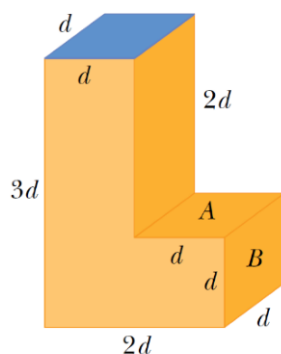
Предплечье — рычаг; запишите правило моментов относительно места контакта костей, затем условие равенства нулю суммы вертикальных сил.

Ответ

1) 660 Н ; 2) 570 Н .

8 Г-образный резервуар

Г-образный резервуар, показанный на рисунке, заполнен доверху водой и открыт в атмосферу. $d = 5 \text{ м}$. Плотность воды 1 г/см^3 . Атмосферное давление не учитывайте.



1. Найдите силу давления воды на грань A . Ответ выразите в меганьютонах, округлите до десятых.
2. Чему равна сила давления на грань B ? Ответ выразите в меганьютонах, округлите до десятых.

Подсказка

Давление растёт с глубиной линейно, поэтому для вертикальной грани сила равна давлению на середине высоты, умноженному на площадь.

Ответ

1) 2,5 МН; 2) 3,1 МН.

9 Переохлаждённый дождь

На улице идёт переохлаждённый дождь, температура которого -3°C . Переохлаждённый дождь — это дождь, в котором температура воды ниже температуры замерзания. Переохлаждённая вода очень нестабильна и легко распадается на смесь льда и воды, находящихся в тепловом равновесии. В случае переохлаждённого дождя такое разложение происходит, как только капля падает на какую-нибудь поверхность. Когда капля переохлаждённого дождя упала и достигла теплового равновесия, то какая часть капли превратилась в лёд? Ответ укажите в процентах, округлите до целого числа. Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$, удельная теплоёмкость льда $2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$, удельная теплота плавления льда $335 \text{ кДж}/\text{кг}$. Кинетической энергией падающей капли можно пренебречь.

Подсказка

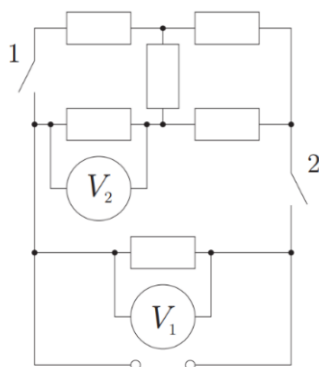
Равновесная смесь льда и воды имеет температуру 0°C ; тепло, выделяющееся при замерзании части воды, идёт на нагрев всей капли от -3°C до 0°C .

Ответ

4%.

10 Вольтметры и ключи

Клеммы участка цепи, схема которого изображена на рисунке, подключают к идеальной батарее. Все резисторы одинаковые, вольтметры идеальные. В начале оба ключа разомкнуты, и вольтметр V_1 показывает напряжение 10 В .



1. Какое напряжение показывает вольтметр V_1 , когда замыкают только ключ 1. Ответ выразите в В, округлите до целого числа.
2. Какое напряжение показывает вольтметр V_2 , когда замыкают только ключ 2. Ответ выразите в В, округлите до целого числа.
3. Какое напряжение показывает вольтметр V_1 , когда замыкают оба ключа. Ответ выразите в В, округлите до целого числа.
4. Какое напряжение показывает вольтметр V_2 , когда замыкают оба ключа. Ответ выразите в В, округлите до целого числа.

Подсказка

Идеальный вольтметр не влияет на токи, поэтому для каждого положения ключей перерисуйте схему без вольтметров и найдите токи.

Ответ

1) 10 В; 2) 6 В; 3) 10 В; 4) 5 В.

11 Камень на неизвестной планете

На одной неизвестной планете камушек, брошенный со скоростью 10 м/с под углом 60° к горизонту, через время 2 с имел скорость, направленную под углом 30° к горизонту. Определите, на какую высоту поднялся камушек за это время? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ выразите в м, округлите до десятых.

Подсказка

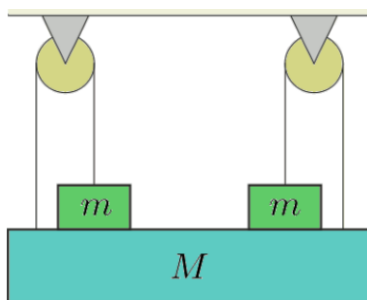
Горизонтальная составляющая скорости не меняется; найдите по ней вертикальную составляющую в конце — она может быть направлена и вверх, и вниз.

Ответ

11,4–11,6 м.

12 Подставка и два груза

Система из подставки массой M и двух грузов массой m находится в равновесии, как показано на рисунке (наблюдается зеркальная симметрия). Нити и блоки невесомы, трения в осях блоков нет.



1. Найдите минимальное значение отношения m/M , при котором это равновесие возможно. Ответ округлите до десятых.

2. При каком отношении m/M сила давления груза, действующая на подставку, и натяжение нити отличаются в 2 раза? Ответ округлите до десятых.

Подсказка

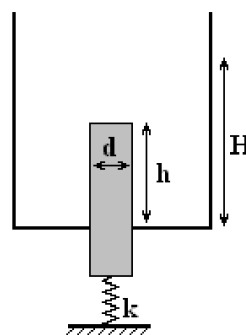
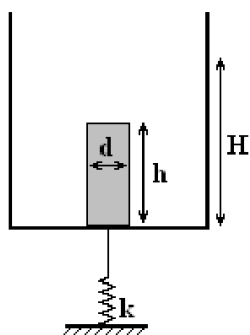
Каждая нить действует на подставку и на груз одной и той же силой T ; запишите условия равновесия груза и подставки.

Ответ

1) 0,5; 2) 1,5.

13 Пенопластовый цилиндр и пружина

В первом опыте на дно закреплённого неподвижно бака поместили цилиндр из пенопласта и соединили его тонким стержнем с пружиной жёсткостью $k = 75 \text{ Н/м}$ (рис. слева). Стержень проходит через узкое отверстие в дне бака. Трения между ним и баком нет. Высота цилиндра $h = 20 \text{ см}$, а его диаметр $d = 6 \text{ см}$. В начальный момент пружина не деформирована.



В бак налили воду до уровня $H = 30 \text{ см}$ (вода не показана на рисунке). В узкое отверстие вода не просачивается.

1. На какой высоте над дном бака окажется верхний конец цилиндра? Цилиндр можно считать невесомым. Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Ответ выразите в сантиметрах и округлите до десятых.
2. Во втором опыте взяли бак с отверстием диаметром d и поместили в отверстие более высокий цилиндр (рис. справа). Снова налили воду до уровня $H = 30 \text{ см}$. На какой высоте окажется верхний конец цилиндра в этом случае? Трение между стенками отверстия и цилиндром отсутствует, но вода в эту щель не протекает. Ответ выразите в сантиметрах и округлите до десятых.

Подсказка

В первом опыте снизу цилиндра воды нет, и сила давления воды сверху сжимает пружину; во втором на нижнее основание вода тоже не давит, но на верхнее давит.

Ответ

1) 27,4–27,6 см; 2) 13,8–14,0 см.

14 Остывание стакана

Горячая вода в стоящем на столе открытом стакане остывает на 1°C за 0,6 минуты. Если накрыть стакан листком бумаги, время остывания увеличится и станет равным 0,9 минуты. Если вместо этого поставить открытый стакан на пенопластовую подставку, то время остывания на 1°C станет 0,75 минуты. Если же, убрав подставку, сделать вокруг стенок открытого стакана пенопластовый цилиндрический теплоизолятор — время остывания на 1°C увеличится до 1 минуты. Теперь, чтобы замедлить остывание, одновременно будем использовать все средства — и подставку, и цилиндр, и даже листок бумаги. Найдите время остывания воды на 1°C в этом случае. Во всех экспериментах начальная температура воды в стакане одинаковая. Считайте, что пенопласт является очень хорошим теплоизолятором. Ответ выразите в минутах, округлите до целого числа.

Подсказка

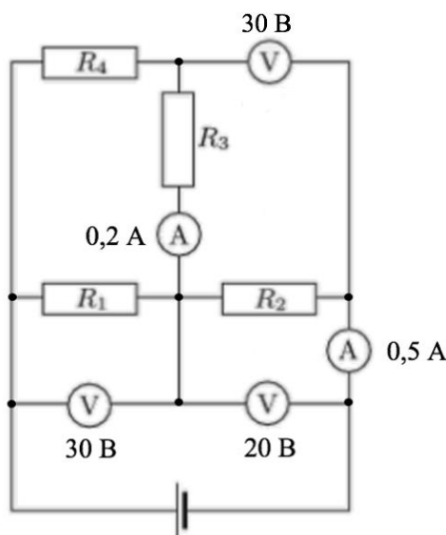
Тепловые потери через разные поверхности (сверху, снизу, с боков) складываются; мощность потерь обратна времени остывания на 1°C .

Ответ

9 мин.

15 Цепь с идеальными приборами

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, все приборы идеальные. Показания приборов указаны на рисунке.



1. Найдите R_1 . Ответ выразите в Ом, округлите до целых.
2. Найдите R_2 . Ответ выразите в Ом, округлите до целых.
3. Найдите R_3 . Ответ выразите в Ом, округлите до целых.
4. Найдите R_4 . Ответ выразите в Ом, округлите до целых.

Подсказка

Определите, какие токи текут в узлах схемы (идеальные амперметры — провода, идеальные вольтметры — разрыв), и используйте закон Ома для каждого резистора.

Ответ

1) 100 Ом; 2) 40 Ом; 3) 50 Ом; 4) 100 Ом.