

МОШ, 2020/21, отборочный этап, 10 класс

Условия, ответы и решения

6 Мяч в спортзале под потолком

В спортивном зале мяч бросили вертикально вверх со скоростью 20 м/с (условно с поверхности пола). Определите время возврата мяча в начальную точку броска, если «высота потолка» равна 10 метрам. Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с². Ответ выразите в секундах, округлите до сотых.

Подсказка

Без потолка мяч поднялся бы выше 10 м. Найдите момент, когда он доходит до потолка, и что происходит со скоростью при упругом ударе о потолок.

Ответ

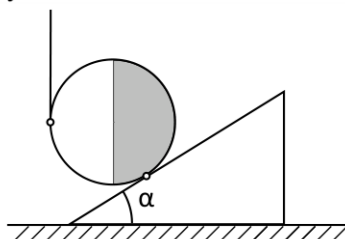
1,17 с.

7 Полый шар с воском на клине

Полый шар, наполовину залитый воском, удерживается в равновесии вертикальной нитью и клином с углом при вершине $\alpha = 30^\circ$, расположенным на горизонтальной поверхности.

1. Чему равно минимальное значение коэффициента трения μ между шаром и клином? Ответ округлите до сотых.
2. Чему равна по величине сила трения $F_{\text{тр}}$, действующая на клин со стороны плоскости? Ответ выразите в Н, округлите до целого числа.

округлите до целого числа.



Подсказка

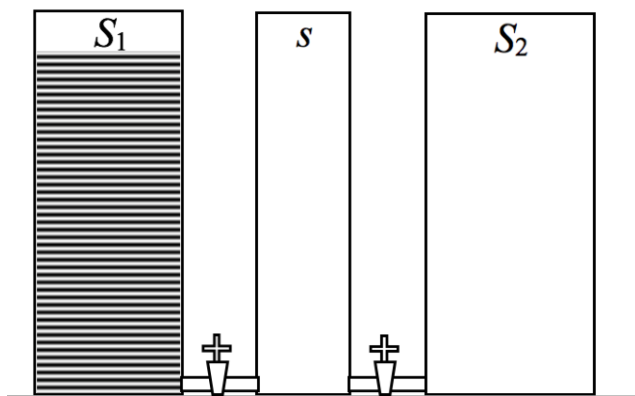
Центр масс шара смещён в сторону воска. Запишите условие равенства нулю суммы моментов сил относительно точки касания с клином и учтите, что нить вертикальна.

Ответ

1) 0,58; 2) 0 Н.

8 Три сообщающихся сосуда

Имеются три цилиндрических сообщающихся сосуда. «Средний» сосуд является посредником между «крайними» сосудами (первым и вторым). В первоначальном состоянии полным является первый сосуд (два крана закрыты). Открывают первый кран (заполняется сосуд «посредник»). Закрывается первый кран и открывается второй кран. Заполняется второй сосуд. Какова должна быть площадь сечения s сосуда «посредника», чтобы объем воды, поступивший во второй сосуд, был максимальным? Площадь сечения первого сосуда $S_1 = 16 \text{ см}^2$, второго — $S_2 = 36 \text{ см}^2$. Ответ выразите в см^2 , округлите до целого числа.



Подсказка

После каждого переливания уровни в сообщающихся сосудах выравниваются. Выразите объём воды, попавшей во второй сосуд, как функцию s и найдите её максимум.

Ответ

$$s = 24 \text{ см}^2.$$

9 Гвозди в воде со льдом

Взятые из холодильника стальные гвозди помещают в цилиндрический сосуд в воду с начальной температурой 0°C , в результате чего уровень воды в сосуде поднялся на $28,0 \text{ мм}$. После этого уровень воды медленно поднялся ещё на $0,6 \text{ мм}$. Какова была начальная температура гвоздей? Удельная теплоёмкость стали $500 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$, удельная теплота плавления льда $340 \text{ кДж}/\text{кг}$, плотность воды $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$, плотность льда $900 \text{ кг}/\text{м}^3$, плотность стали $7800 \text{ кг}/\text{м}^3$. Ответ выразите в градусах по шкале Цельсия, округлите до целого числа.

Подсказка

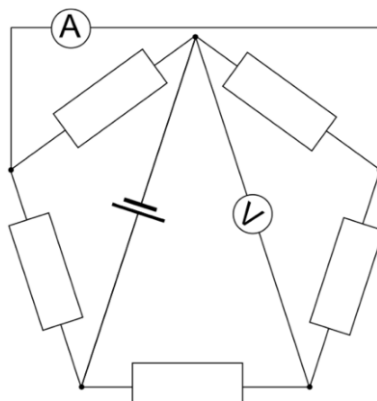
Первый подъём уровня даёт объём гвоздей, второй — объём, на который увеличился лёд при замерзании части воды. Тепло, отданное гвоздями при нагреве до 0°C , идёт на замерзание воды.

Ответ

$$-17^\circ\text{C}.$$

10 Цепь с пятью резисторами

Электрическая цепь состоит из идеальной батарейки с напряжением на выводах 7 В, идеальных приборов и пяти одинаковых резисторов с сопротивлением 100 Ом.



1. Что показывает амперметр? Ответ выразите в мА, округлите до целого числа.
2. Что показывает вольтметр? Ответ выразите в В, округлите до целого числа.

Подсказка

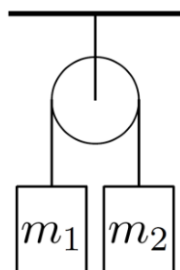
Идеальный амперметр имеет нулевое сопротивление: посмотрите, какие резисторы он замыкает накоротко, и перерисуйте схему.

Ответ

- 1) 10 мА; 2) 5 В.

15 Два груза и центр масс

Два груза связаны нитью, перекинутой через невесомый блок, как показано на рисунке. Трение отсутствует. Нить невесома и нерастяжима. $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 3$ кг. Ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 .



1. Чему равно натяжение нити? Ответ выразите в Н, округлите до целого числа.
2. Куда направлено ускорение центра масс двух грузов? Варианты ответа: вверх; вниз.
3. С каким по модулю ускорением и в каком направлении будет перемещаться центр масс двух грузов? Ответ выразите в м/с^2 , округлите до десятых.

Подсказка

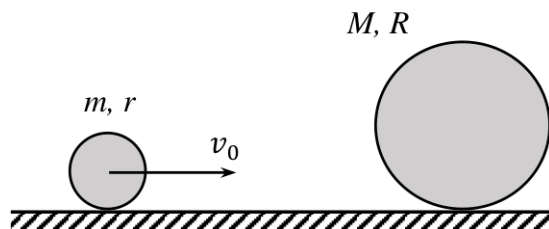
Найдите общее ускорение грузов из второго закона Ньютона для каждого, затем ускорение центра масс — как средневзвешенное по массам ускорений грузов (они направлены в разные стороны).

Ответ

1) 15 Н; 2) вниз; 3) $2,5 \text{ м/с}^2$, вниз.

16 Упругий удар шаров разного радиуса

На гладком столе происходит абсолютно упругий удар двух шаров разного диаметра. Большой шар перед ударом покоится. Скорость малого шара перед ударом равна $v_0 = 3 \text{ м/с}$. Массы и радиусы шаров соответственно равны: $m = 200 \text{ г}$, $r = 2 \text{ см}$, $M = 400 \text{ г}$, $R = 5 \text{ см}$.



Определите скорость большого шара сразу после упругого удара. Считайте, что шар меньшего радиуса сначала соударяется с большим шаром, а после с поверхностью стола. Трения нет. Ответ выразите в м/с, округлите до целого числа.

Подсказка

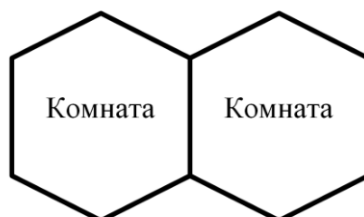
В момент удара импульс передаётся вдоль линии центров шаров. Найдите угол этой линии с горизонталью по радиусам шаров, а при сохранении импульса учтите, что стол действует на большой шар вертикально.

Ответ

1,8 м/с.

17 Радиаторы в двух комнатах

Дом состоит из двух одинаковых комнат, симметричных относительно их разделяющей стены. В каждой из комнат находится радиатор мощностью P . Температура на улице равна $T_0 = -15^\circ\text{C}$. Если включить один радиатор, то после нагрева температура в комнате с работающим радиатором будет $T_1 = 10^\circ\text{C}$, а в другой — $T_2 = 5^\circ\text{C}$. Найдите температуру, до которой прогреются комнаты, если будут работать оба радиатора. Ответ выразите в градусах по шкале Цельсия, округлив до целого числа. Предполагайте, что мощность теплообмена на единицу площади пропорциональна разности температур. Пол и потолок хорошо теплоизолированы.



Подсказка

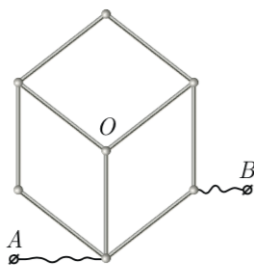
Запишите баланс мощности для каждой комнаты при одном включённом радиаторе: тепло уходит и на улицу, и через общую стену. Из двух уравнений найдите отношение коэффициентов теплообмена, а при двух радиаторах воспользуйтесь симметрией: через стену тепло не течёт.

Ответ

30°C .

18 Девять стержней по 100 Ом

Девять одинаковых стержней, сопротивление каждого из которых равно 100 Ом, соединили, как показано на рисунке. Сопротивление шариков в узлах и подводящих проводов пренебрежимо мало.



1. Определите сопротивление между точками A и B . Ответ выразите в Ом, округлите до целого числа.
2. К точкам A и B подключили идеальную батарейку с напряжением 9 В, а к точкам O и A идеальный вольтметр. Что покажет прибор? Ответ выразите в В, округлите до десятых.

Подсказка

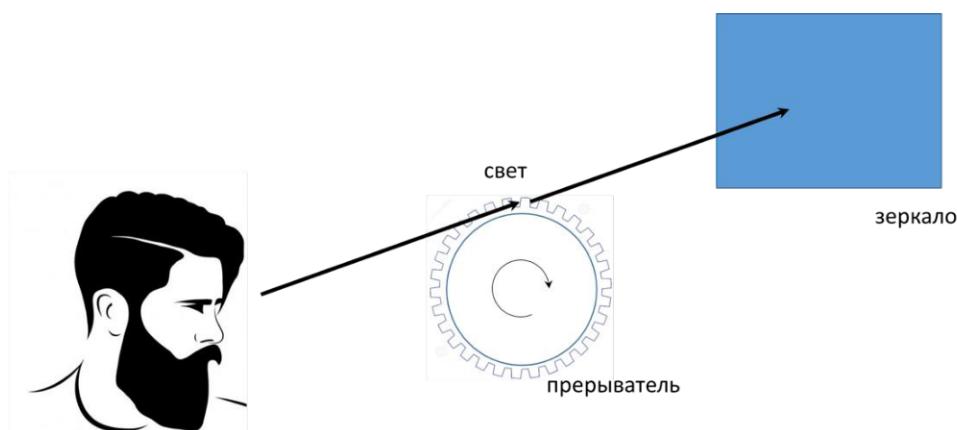
Используйте симметрию: узлы, лежащие в симметричных положениях относительно A и B , имеют одинаковый потенциал, и их можно соединить без изменения тока.

Ответ

1) 70 Ом; 2) 2,6 В.

19 Измерение скорости света Физо

Ипполит решил провести опыт по измерению скорости света. Упрощенная схема его установки приведена на рисунке. Пучок света от источника периодически прерывался вращающимся зубчатым диском, имеющим 720 зубцов (ширина зубцов и прорезей одинаковые). На расстоянии 8,66 км от прерывателя находилось зеркало, отражаясь в котором, свет возвращался к наблюдателю. Когда колесо вращалось медленно, свет успевал преодолеть расстояние до зеркала, отразиться и вернуться к наблюдателю через ту же самую прорезь. Далее колесо начинало вращаться быстрее, и, когда оно стало совершать 12,5 оборотов в секунду, Ипполит перестал видеть свет от источника.



1. По результатам эксперимента определите скорость света. Ответ выразите в тысячах км/с и округлите до целого числа.
2. На какое минимальное количество оборотов в секунду нужно увеличить частоту вращения колеса, чтобы Ипполит снова начал видеть свет от источника полностью? Расхождением пучка пренебречь.

Подсказка

Свет полностью гаснет, когда за время пути туда и обратно диск поворачивается ровно на половину периода «зубец + прорезь». Сколько времени это длится при заданной частоте?

Ответ

1) 312 тыс. км/с; 2) на 12,5 об/с.

25 Два зенитных орудия на крейсере

Из кормового и носового зенитных орудий, расположенных на верхней палубе неподвижного крейсера, под одним и тем же углом 30° к горизонту прямо по курсу одновременно производятся два выстрела. Начальная скорость снаряда носового орудия равна 100 м/с , кормового 200 м/с . Найти наименьшее расстояние между снарядами в процессе полёта, если длина палубы (расстояние между орудиями) равна 100 м . Ответ выразите в м, округлив до целого числа. Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с^2 . Сопротивлением воздуха пренебречь. Траектории снарядов лежат в одной вертикальной плоскости.

Подсказка

Перейдите в систему отсчёта одного снаряда: оба снаряда свободно падают с одним ускорением, поэтому относительное движение равномерное.

Ответ

50 м.

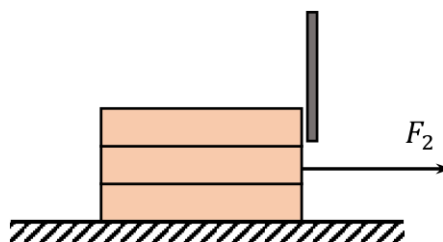
26 Три бруска друг на друге

Три одинаковых бруска кладут друг на друга, при этом нижний брусок лежит на горизонтальном столе. Масса каждого бруска равна $0,2 \text{ кг}$. Коэффициент трения между брусками и между бруском и столом равен $0,2$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. С какой максимальной горизонтальной силой F_1 нужно действовать на нижний брусок, чтобы стопка из брусков двигалась по поверхности стола как единое целое, то есть проскальзывание между брусками отсутствовало? Ответ выразите в Н, округлите до десятых.



2. Перед верхним бруском поставили упор, как показано на рисунке. С какой минимальной силой F_2 необходимо действовать на средний брусок, чтобы вытащить его из стопки? Ответ выразите в Н, округлите до десятых.



3. Нижний брусок можно вытащить из стопки резко ударив по нему. Так и сделали, сообщив ему начальную скорость $v_0 = 3 \text{ м/с}$, как показано на рисунке. В момент падения верхних брусков на стол нижний брусок имеет скорость 1 м/с . С какой скоростью движутся в этот момент два остальных бруска? Ответ выразите в м/с, округлите до десятых.



Подсказка

В п. 1 проскальзывание начинается, когда сила трения покоя между брусками достигает μN .
В п. 3 пока бруски скользят, действуйте законом сохранения импульса для системы из трёх брусков (трение со столом учтите).

Ответ

1) 2,4 Н; 2) 1,2 Н; 3) 0,4 м/с.

27 Шарики на нитях и полный оборот

На одинаковых нитях подвешены практически в одной точке два маленьких, упругих шарика массами m и M ($m < M$). Их отводят в разные стороны, отклоняя натянутые нити от вертикали на 90° , и отпускают. При каком максимальном отношении масс шариков $\frac{m}{M}$ один из них после отскока сможет сделать полный оборот так, чтобы нить всё время оставалась натянутой?

Подсказка

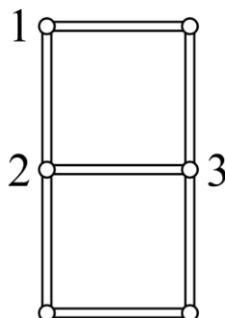
Скорости шариков в нижней точке равны по модулю, найдите их из закона сохранения энергии; после упругого удара вычислите скорость лёгкого шарика и сравните с минимальной скоростью, нужной для полного оборота на нити.

Ответ

0,55.

28 Стержни с шариками и температуры

Несколько одинаковых теплопроводящих стержней соединили небольшими шариками, как показано на рисунке. Температуру шарика 1 поддерживают равной 100°C , температуру шарика 2 поддерживают равной 200°C . Определите температуру шарика 3. Ответ выразите в градусах по шкале Цельсия, округлив до целого числа. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.



Подсказка

Тепловой поток по стержню пропорционален разности температур на его концах, как ток в резисторе. Запишите баланс потоков в узле 3 и в нижних узлах.

Ответ

173 °C.

29 Схема из батареек и резисторов

Имеется электрическая схема, собранная из батареек и резисторов. Между точками A и B этой схемы подключают сначала идеальный вольтметр, потом его отключают и подключают идеальный амперметр. Показания приборов оказываются равными 10 В и 120 мА соответственно. Какой ток пойдёт через резистор с сопротивлением 100 Ом, если его включить между точками A и B ? Ответ выразите в мА, округлите до целого числа.

Подсказка

Любую линейную схему с источниками можно заменить относительно точек A и B эквивалентной батареей с внутренним сопротивлением. Напряжение холостого хода и ток короткого замыкания определяют оба параметра.

Ответ

От 54 до 55 мА.