

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

Условия, ответы и решения

1 Шайба и шероховатый участок: таблица

Хоккеист Вася находится на длинной ледяной дорожке. Он сообщает шайбе стартовую скорость u . Некоторое время шайба движется с этой скоростью. На дорожке имеется шероховатый участок длиной 1 м, после прохождения которого шайба движется с меньшей скоростью v . Результаты измерений скоростей u и v Вася занёс в таблицу: ($u = 2$ м/с; $v = 0$); ($u = 2,83$ м/с; $v = 2$ м/с); ($u = 3,46$ м/с; $v = 2,83$ м/с); ($u = 4$ м/с; $v = 3,46$ м/с); ($u = 4,47$ м/с; $v = 4$ м/с); ($u = 4,9$ м/с; $v = 4,47$ м/с); ($u = 5,29$ м/с; $v = 4,9$ м/с); ($u = 5,66$ м/с; $v = 5,29$ м/с); ($u = 6$ м/с; $v = 5,66$ м/с).

1. Шайбу запустили со скоростью 5,66 м/с. Какую скорость она будет иметь после прохождения двух шероховатых участков длиной 1 м? Ответ представьте в м/с и округлите до сотых.
2. Шайбу запустили со скоростью 4,47 м/с. Какую скорость она будет иметь после прохождения шероховатого участка длиной 3 м? Ответ представьте в м/с и округлите до сотых.
3. Шайбу запустили со скоростью 5,29 м/с, она попала на длинный шероховатый участок дорожки. Сколько метров пройдёт шайба до остановки? Ответ округлите до целых.

Подсказка

Посмотрите, какая величина меняется на каждом метре шероховатого участка одинаково, и проверьте это по таблице.

Ответ

1) 4,90 м/с; 2) 2,83 м/с; 3) 7 м.

2 Шайба: одно измерение

Хоккеист Андрей находится на длинной ледяной дорожке. Он сообщает шайбе стартовую скорость u . Некоторое время шайба движется с этой скоростью. На дорожке имеется шероховатый участок длиной 1 м, после прохождения которого шайба движется с меньшей скоростью v . Андрей обнаружил, что при $u = 2,83$ м/с конечная скорость $v = 2$ м/с.

1. Шайбу запустили со скоростью 5,66 м/с. Какую скорость она будет иметь после прохождения двух шероховатых участков длиной 1 м? Ответ представьте в м/с и округлите до сотых.
2. Шайбу запустили со скоростью 4,47 м/с. Какую скорость она будет иметь после прохождения шероховатого участка длиной 3 м? Ответ представьте в м/с и округлите до сотых.
3. Шайбу запустили со скоростью 5,29 м/с, она попала на длинный шероховатый участок дорожки. Сколько метров пройдёт шайба до остановки? Ответ округлите до целых.

Подсказка

Работа силы трения на участке заданной длины всегда одна и та же. Через какую величину удобно записать эту работу?

Ответ

1) 4,90 м/с; 2) 2,83 м/с; 3) 7 м.

3 Кувшин, банка и кружки: неравенства

Школьница Алиса измеряет объёмы воды, помещающиеся в заполненный до краёв кувшин и в заполненную до краёв банку. Алиса обнаружила, что двух кувшинов с избытком хватает, чтобы заполнить банку, банки — чтобы наполнить кувшин и кружку объёмом 500 мл, а банки и кувшина не хватает для наполнения девяти кружек объёмом 500 мл каждая.

1. Каким может быть минимальный объём кувшина при данных условиях? Ответ представьте в литрах и округлите до десятых.
2. Каким может быть максимальный объём кувшина при данных условиях? Ответ представьте в литрах и округлите до десятых.
3. Каким может быть минимальный объём банки при данных условиях? Ответ представьте в литрах и округлите до десятых.
4. Каким может быть максимальный объём банки при данных условиях? Ответ представьте в литрах и округлите до десятых.

Подсказка

Запишите условия как систему неравенств для объёмов кувшина и банки и найдите границы области, которую они задают.

Ответ

1) 0,5 л; 2) 2 л; 3) 1 л; 4) 3 л.

4 Школьники на эскалаторе

Школьник Владислав идёт по движущемуся вверх эскалатору, поднимаясь за 20 с. Школьник Ярослав, стоя на этом же эскалаторе, поднимается за 60 с.

1. За какое время Владислав будет подниматься по эскалатору вверх, если эскалатор остановит? Ответ представьте в секундах и округлите до целых.
2. За какое время Владислав будет подниматься по эскалатору вверх, если эскалатор запустят в обратном направлении с такой же по модулю скоростью, как и при движении вверх? Ответ представьте в секундах и округлите до целых.

Подсказка

Выразите время подъёма через длину эскалатора и скорости; скорости человека и эскалатора складываются или вычитаются в зависимости от направления.

Ответ

1) 30 с; 2) 60 с.

5 Кристалл поваренной соли

Кристалл поваренной соли представляет собой кубическую решётку из атомов натрия и хлора, расположенных в «шахматном» порядке, так, что ближайшими соседями атома натрия являются атомы хлора, а ближайшими соседями атома хлора — атомы натрия. Плотность поваренной соли $2,16 \text{ г/см}^3$. Масса атома хлора составляет 35,5 атомных единиц массы, масса атома натрия — 23,0 атомных единиц массы. В одном грамме $6 \cdot 10^{23}$ атомных единиц массы ($6 \cdot 10^{23}$ — число из шестёрки и 23 нулей).

1. Сколько атомов натрия помещается в кубик длиной ребра 10 нанометров (один нанометр составляет миллиардную долю метра)? Ответ округлите до второй значащей цифры.
2. Найдите расстояние между соседними атомами решётки. Ответ выразите в нанометрах и округлите до второй значащей цифры.
3. Представим, что один грамм поваренной соли растворили в водоёме объёмом в кубический километр (при этом атомы натрия и хлора превратились в ионы). Сколько ионов натрия, распределившихся равномерно по водоёму, будет содержаться в кубическом миллиметре жидкости? Ответ округлите до второй значащей цифры.

Подсказка

Найдите массу одной пары Na–Cl в граммах, затем число пар в единице объёма; на каждый атом приходится кубик со стороной, равной расстоянию между соседями.

Ответ

1) ≈ 22000 ; 2) 0,28 нм; 3) ≈ 10000 .

6 Тело, брошенное вертикально вверх

Тело, брошенное вертикально вверх, через секунду оказалось на высоте 20 м. Ускорение свободного падения составляет 10 м/с^2 .

1. Какова начальная скорость тела? Ответ представьте в м/с и округлите до целых.
2. Сколько времени продлился полёт тела? Ответ представьте в секундах и округлите до десятых.
3. Какова максимальная высота полёта? Ответ представьте в метрах и округлите до целых.

Подсказка

Запишите закон движения $h(t)$ с неизвестной начальной скоростью и подставьте данные для момента $t = 1 \text{ с}$.

Ответ

1) 25 м/с; 2) 2,5 с; 3) 31 м.

7 Спираль кипятильника

На спирали кипятильника при подключении к сети напряжением 220 В выделяется мощность 0,5 кВт. Масса спирали кипятильника составляет 100 г. Удельное сопротивление материала кипятильника 10^{-6} Ом·м, плотность материала кипятильника 9 г/см³.

1. Каково сопротивление кипятильника? Ответ представьте в омах и округлите до целых.
2. Сколько времени потребуется, чтобы нагреть 1 кг воды, взятой из ведра со смесью воды и льда, до кипения? Считайте, что вся выделяемая на кипятильнике мощность идёт на нагревание воды, а потерями тепла можно пренебречь. Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг·°C). Ответ представьте в минутах и округлите до целых.
3. Какова длина спирали кипятильника? Ответ представьте в метрах и округлите до второй значащей цифры.
4. Какова толщина спирали кипятильника? Сечение спирали считайте круглым. Ответ представьте в миллиметрах и округлите до второй значащей цифры.

Подсказка

Мощность и напряжение дают сопротивление; зная сопротивление, удельное сопротивление и массу, найдите длину и площадь сечения из двух уравнений.

Ответ

1) 97 Ом; 2) 14 мин; 3) 33 м; 4) 0,66 мм.

8 Доска на трёх пружинах

Однородная доска массой 1 кг и длиной 3 м опирается левым концом на одну пружину, а правым концом — на две такие же пружины. Школьница Ирина хочет разместить на доске маленький груз массой m таким образом, чтобы доска была горизонтальна.

1. На каком расстоянии от левого конца доски Ирина должна разместить груз массой $m = 2$ кг? Ответ представьте в сантиметрах и округлите до целых.
2. При каком минимальном m Ирина сможет добиться горизонтальности доски? Ответ представьте в килограммах и округлите до десятых.

Подсказка

Горизонтальность означает одинаковое сжатие всех пружин, то есть одинаковую силу на каждую; распределите силы и запишите условия равновесия сил и моментов.

Ответ

1) 225 см; 2) 0,5 кг.

9 Газ под поршнем с грузом

В вертикальном цилиндре находится под невесомым поршнем один моль идеального одноатомного газа. Цилиндр располагается в вакууме. На поршне находится груз массой 16 кг. Газу сообщили количество теплоты 100 Дж. Универсальная газовая постоянная 8,3 Дж/(моль·К). Ускорение свободного падения составляет 10 м/с².

1. На какую высоту поднялся груз? Ответ представьте в сантиметрах и округлите до целых.
2. На сколько изменилась внутренняя энергия газа? Ответ представьте в джоулях и округлите до целых.
3. На сколько изменилась температура газа? Ответ представьте в кельвинах и округлите до десятых.

Подсказка

Давление газа постоянно, поэтому работа газа и изменение внутренней энергии выражаются через одно и то же изменение температуры; примените первое начало термодинамики.

Ответ

1) 25 см; 2) 60 Дж; 3) 4,8 К.

10 Разряд конденсатора через резистор

Школьник Вася, проводя опыт с разрядом конденсатора через резистор, обнаружил, что каждую секунду заряд конденсатора уменьшается на одну десятую процента.

1. Через сколько секунд заряд на конденсаторе уменьшится в два раза? Ответ округлите до целых.
2. Школьник Петя проводит аналогичный опыт, при этом в цепи у Пети электроёмкость конденсатора в два раза меньше электроёмкости конденсатора Васи, а сопротивление — в четыре раза меньше сопротивления резистора Васи. На сколько процентов каждую секунду будет уменьшаться заряд на конденсаторе в электрической цепи Пети? Ответ округлите до десятых.

Подсказка

Заряд убывает по экспоненте с постоянной времени RC ; убыль на 0,1% за секунду означает множитель 0,999 за секунду.

Ответ

1) 693 с; 2) 0,8%.