

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

Условия, ответы и решения

1 Шайба и масляный участок

Хоккеист Вася находится на длинной ледяной дорожке. Он сообщает шайбе стартовую скорость u . Некоторое время шайба движется с этой скоростью. На дорожке имеется участок длиной 2 м, покрытый слоем масла, после прохождения которого шайба уменьшает свою скорость. Вася установил, что скорость шайбы всегда уменьшается на 1 м/с.

Вопрос А (3 балла). Шайбу запустили со скоростью 10 м/с. Какую скорость она будет иметь после прохождения двух покрытых слоем масла участков длиной 2 м? Ответ представьте в м/с и округлите до целых.

Вопрос В (3 балла). Шайбу запустили со скоростью 9 м/с. Какую скорость она будет иметь после прохождения покрытого слоем масла участка длиной 6 м? Ответ представьте в м/с и округлите до целых.

Вопрос С (4 балла). С какой минимальной скоростью надо запустить шайбу, чтобы она могла преодолеть покрытый слоем масла участок длиной 10 м? Ответ представьте в м/с и округлите до целых.

Подсказка

Потеря скорости происходит на каждом масляном участке длиной 2 м одна и та же. Сколько таких участков помещается в длинном участке?

Ответ

А) 8 м/с; В) 6 м/с; С) 5 м/с.

2 Три маятника: неравенства

Школьницы Ирина, Карина и Марина измеряют, за какие промежутки времени совершают колебания маятники различных моделей. Пока маятник Ирины совершает одно колебание, маятник Карины успевает совершить два колебания, но не успевает совершить три колебания, а маятник Марины успевает совершить четыре колебания, но не успевает совершить пять колебаний. Неожиданно Марина вспомнила, что ее маятник совершает одно колебание за время 6 с.

Вопрос А (1 балл). За какое минимальное время при данных условиях может совершить одно колебание маятник Ирины? Ответ представьте в секундах и округлите до десятых.

Вопрос В (1 балл). За какое максимальное время при данных условиях может совершить одно колебание маятник Ирины? Ответ представьте в секундах и округлите до десятых.

Вопрос С (4 балла). За какое минимальное время при данных условиях может совершить одно колебание маятник Карины? Ответ представьте в секундах и округлите до десятых.

Вопрос D (4 балла). За какое минимальное время при данных условиях может совершить одно колебание маятник Карины? Ответ представьте в секундах и округлите до десятых.

Подсказка

Запишите неравенства для числа колебаний за время одного колебания маятника Ирины, начав с маятника Марины, период которого известен.

Ответ

А) 24 с; В) 30 с; С) 8 с; D) 15 с.

3 Мотоциклист и автомобиль на дороге

Из деревни Липовка в деревню Демушкино в 12.00 выехал мотоциклист со скоростью 60 км/ч; доехав до Демушкино, он повернул обратно. Также в 12.00 из Демушкино в Липовку выехал автомобиль со скоростью 45 км/ч; доехав до Липовки, он тоже повернул обратно. Расстояние между деревнями 35 км.

Вопрос А (2 балла). Когда автомобиль и мотоциклист встретятся в первый раз? Ответ представьте в формате часы.минуты.

Вопрос В (2 балла). На каком расстоянии от Липовки произойдет первая встреча автомобиля и мотоцикла? Ответ представьте в километрах и округлите до целых.

Вопрос С (3 балла). Когда автомобиль и мотоциклист встретятся во второй раз? Ответ представьте в формате часы.минуты.

Вопрос D (3 балла). На каком расстоянии от Липовки произойдет вторая встреча автомобиля и мотоцикла? Ответ представьте в километрах и округлите до целых.

Подсказка

Первая встреча происходит при встречном движении: сумма пройденных путей равна расстоянию между деревнями. Для второй встречи удобно построить графики координат.

Ответ

А) 12.20; В) 20 км; С) 13.00; D) 10 км.

4 Канистра с бензином и водой

Масса канистры с бензином составляет 8 кг, а такой же канистры с водой 11 кг. Плотность бензина составляет $7/10$ от плотности воды.

Вопрос А (5 баллов). Найдите массу пустой канистры. Ответ представьте в килограммах и округлите до целых.

Вопрос В (5 баллов). Найдите объем канистры. Ответ представьте в литрах и округлите до целых. Один килограмм воды занимает один литр.

Подсказка

Разность масс полной канистры с водой и с бензином определяется разностью масс одинаковых объёмов жидкостей.

Ответ

А) 1 кг; В) 10 л.

5 Пробка в стакане

В цилиндрическом стакане, наполненном водой (плотность воды $1,00 \text{ г/см}^3$), плавает кусочек пробки массой 12 г (плотность пробки $0,24 \text{ г/см}^3$). Площадь поперечного сечения стакана 30 см^2 .

Вопрос А (1 балл). Найдите объем пробки. Ответ представьте в кубических сантиметрах и округлите до целых.

Вопрос В (2 балла). Найдите объем подводной части пробки. Ответ представьте в кубических сантиметрах и округлите до целых.

Вопрос С (3 балла). Груз какой максимальной массы можно положить на пробку, чтобы пробка еще могла оставаться на плаву? Ответ выразите в граммах и округлите до целых.

Вопрос D (4 балла). На пробку сверху положили гайку массой 18 г . Пробка осталась на плаву, причем гайка не коснулась воды. На сколько миллиметров поднялся уровень воды в стакане? Ответ округлите до десятых.

Подсказка

Плавающее тело вытесняет воду, масса которой равна массе тела (с грузом). Предельный случай: пробка погружена полностью.

Ответ

А) 50 см^3 ; В) 12 см^3 ; С) 38 г ; D) $6,0 \text{ мм}$.

6 Нагрев медной проволоки током

Школьник Андрей проводит опыты с медной проволокой. Плотность меди составляет $8,92 \text{ г/см}^3$, удельное сопротивление $1,72 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, удельная теплоемкость $380 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$.

Вопрос А (4 балла). Медную проволоку подсоединили к источнику напряжения 220 В . Какой должна быть длина проволоки, чтобы ее температура увеличивалась каждую секунду на один градус Цельсия? Ответ представьте в метрах и округлите до второй значащей цифры.

Вопрос В (6 баллов). Через медную проволоку круглого сечения пропускают ток 1 А . Каким должен быть диаметр проволоки, чтобы ее температура увеличивалась каждую секунду на один градус Цельсия? Ответ представьте в миллиметрах и округлите до второй значащей цифры.

Подсказка

Тепловая мощность идёт на нагрев: $P = cm \Delta T / \Delta t$. Выразите мощность и массу проволоки через её длину и сечение.

Ответ

А) 910 м ; В) $0,30 \text{ мм}$.

7 Бросок под углом 45 градусов

Под углом 45 градусов к горизонту брошено тело с начальной скоростью 20 м/с. Ускорение свободного падения составляет 10 м/с². Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

Вопрос А (4 балла). Через какое минимальное время тело будет двигаться под углом 30 градусов к горизонту? Ответ представьте в секундах и округлите до второй значащей цифры.

Вопрос В (6 баллов). На какой высоте тело будет двигаться под углом 30 градусов к горизонту? Ответ представьте в метрах и округлите до десятых.

Подсказка

Горизонтальная составляющая скорости постоянна, а направление движения задаётся отношением вертикальной составляющей к ней.

Ответ

А) 0,6 с; В) 6,7 м.

8 Вода, пар и азот в сосуде

В сосуде объемом 1 л при температуре 100°C находятся в равновесии вода (молярная масса 18 г/моль), водяной пар и азот (молярная масса 28 г/моль). Объем жидкой воды много меньше объема сосуда. Давление в сосуде составляет 300 кПа, атмосферное давление 100 кПа. Универсальная газовая постоянная 8,3 Дж/(моль·К). Абсолютный нуль температуры составляет –273°C.

Вопрос А (2 балла). Найдите общее количество вещества в газообразном состоянии. Ответ представьте в молях и округлите до второй значащей цифры.

Вопрос В (2 балла). Каково парциальное давление азота в системе? Ответ представьте в килопаскалях и округлите до первой значащей цифры.

Вопрос С (1 балл). Какова масса водяного пара? Ответ представьте в граммах и округлите до второй значащей цифры.

Вопрос D (1 балл). Какова масса азота? Ответ представьте в граммах и округлите до второй значащей цифры.

Вопрос Е (4 балла). Каким будет давление при охлаждении системы до 0°C? Ответ представьте в килопаскалях и округлите до второй значащей цифры. Давление насыщенного пара воды при 0°C составляет 0,6 кПа.

Подсказка

При 100°C насыщенный пар имеет давление, равное атмосферному. Остальное давление создаёт азот.

Ответ

А) 0,097 моль; В) 200 кПа; С) 0,58 г; D) 1,8 г; Е) 150 кПа.

9 Разряд конденсатора на катушку

Заряженный конденсатор начинает разряжаться через катушку индуктивности. За две миллисекунды его электрический заряд монотонно уменьшился на 0,4 процента.

Вопрос А (4 балла). На сколько процентов уменьшился заряд на конденсаторе за одну миллисекунду с момента начала разряда? Ответ округлите до первой значащей цифры.

Вопрос В (6 баллов). На сколько процентов уменьшился заряд на конденсаторе спустя 20 миллисекунд с момента начала разряда? Ответ округлите до второй значащей цифры.

Подсказка

Контур совершает гармонические колебания, заряд меняется по закону $q = q_0 \cos \omega t$. При малых временах косинус можно разложить в ряд.

Ответ

А) 0,1%; В) 37%.

10 Энергия солнечного излучения

У поверхности Земли на каждый квадратный метр площади, перпендикулярной направлению на Солнце, каждую секунду падает 1,4 кДж энергии излучения от Солнца.

Вопрос А (2 балла). Сколько солнечной энергии попадет за час на пластинку площадью 2 квадратных сантиметра, перпендикулярную направлению на Солнце? Ответ представьте в килоджоулях и округлите до второй значащей цифры.

Вопрос В (2 балла). Сколько солнечной энергии падает за секунду на площадку площадью 4 квадратных нанометра, расположенную перпендикулярно направлению на Солнце? Ответ представьте в электрон-вольтах (эВ) и округлите до второй значащей цифры. Один нанометр — это миллиардная доля метра, 1 электрон-вольт равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж (10^{-19} — это произведение 19 множителей 0,1).

Вопрос С (3 балла). Излучение можно представлять себе как поток частиц — фотонов. Энергия фотона желтого цвета составляет 2,1 электрон-вольт (эВ). Считая энергию всех фотонов одинаковой, определите, сколько фотонов падает за секунду на площадку площадью 4 квадратных нанометра, расположенную перпендикулярно направлению на Солнце. Ответ округлите до второй значащей цифры. Один нанометр — это миллиардная доля метра, 1 электрон-вольт (эВ) равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж (10^{-19} — это произведение 19 множителей 0,1).

Вопрос D (3 балла). Какая мощность излучается с площадки в 1 квадратный миллиметр поверхности Солнца? Ответ представьте в ваттах и округлите до второй значащей цифры. Радиус Солнца составляет 700 000 км, расстояние от Земли до Солнца 150 миллионов км.

Подсказка

Не забудьте перевести площади в квадратные метры. Для вопроса D мощность, излучаемая всей поверхностью Солнца, равна мощности, проходящей через сферу радиусом в расстояние до Земли.

Ответ

А) 1 кДж; В) 35 000 эВ; С) 17 000; D) 64 Вт.

11 Давление солнечного света

У поверхности Земли на каждый квадратный метр площади, перпендикулярной направлению на Солнце, каждую секунду падает 1,4 кДж энергии излучения от Солнца.

Вопрос А (1 балл). Сколько солнечной энергии попадет за час на пластинку площадью 2 квадратных сантиметра, перпендикулярную направлению на Солнце? Ответ представьте в килоджоулях и округлите до второй значащей цифры.

Вопрос В (2 балла). Сколько солнечной энергии падает за секунду на площадку площадью 4 квадратных нанометра, расположенную перпендикулярно направлению на Солнце? Ответ представьте в электрон-вольтах (эВ) и округлите до второй значащей цифры. 1 электрон-вольт (эВ) равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж.

Вопрос С (2 балла). Излучение можно представлять себе как поток частиц — фотонов. Энергия фотона желтого цвета составляет 2,1 электрон-вольт (эВ). Считая энергию всех фотонов одинаковой, определите, сколько фотонов падает за секунду на площадку площадью 4 квадратных нанометра, расположенную перпендикулярно направлению на Солнце. Ответ округлите до второй значащей цифры. 1 электрон-вольт (эВ) равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж.

Вопрос D (2 балла). Какую мощность излучается с площадки в 1 квадратный миллиметр поверхности Солнца? Ответ представьте в ваттах и округлите до второй значащей цифры. Радиус Солнца составляет 700 тысяч км, расстояние от Земли до Солнца 150 миллионов км.

Вопрос Е (3 балла). Известно, что электромагнитная волна с энергией E переносит импульс E/c , где $c = 300\,000$ км/с — скорость света. Какое давление оказывает солнечный свет на зеркальную площадку, перпендикулярную направлению на Солнце? Ответ представьте в микропаскалях и округлите до второй значащей цифры.

Подсказка

Давление равно импульсу, передаваемому площадке за секунду, делённому на площадь; при зеркальном отражении импульс меняет знак.

Ответ

А) 1 кДж; В) 35 000 эВ; С) 17 000; D) 64 Вт; Е) 9,3 мкПа.