

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

Условия

1 Велосипедисты и плохой участок дороги

Велосипедисты Владислав, Ярослав и Станислав едут по шоссе со скоростью 20 км/ч: Владислав и Ярослав вместе, Станислав — на расстоянии 150 м сзади. На шоссе имеется плохой участок дороги протяжённостью 10 км. На нём Ярослав и Станислав сбавляют скорость до 15 км/ч, а Владислав едет с прежней скоростью.

Вопрос А (5 баллов). Каким будет расстояние между Ярославом и Станиславом во время прохождения обоими велосипедистами плохого участка дороги? Ответ представьте в метрах и округлите до целых.

Вопрос В (5 баллов). На сколько километров Владислав окажется впереди Ярослава после прохождения плохого участка дороги всеми велосипедистами? Ответ округлите до десятых.

2 Эстафета двух кругов

Несколько команд школьников соревновались в эстафетных гонках. Командам предстояло преодолеть дистанцию в два круга. Команда 1 состояла из Пети и Васи: Петя пробежал первый круг со скоростью 10 км/ч, Вася — второй круг со скоростью 20 км/ч. Команда 2 состояла из Ирины и Марины: Ирина пробежала первый круг со скоростью 12 км/ч, Марина — второй круг со скоростью 17 км/ч.

Вопрос А (2 балла). Укажите номер команды, пришедшей к финишу первой.

Вопрос В (4 балла). С какой постоянной скоростью должен пробежать всю дистанцию пёс Рекс, чтобы прийти к финишу одновременно с командой 1? Ответ представьте в км/ч и округлите до десятых.

Вопрос С (4 балла). С какой постоянной скоростью должен пробежать всю дистанцию пёс Рекс, чтобы прийти к финишу одновременно с командой 2? Ответ представьте в км/ч и округлите до десятых.

3 Пружина, гири и вода в сосуде

Школьница Арина исследует свойства пружины при подвешивании к ней различных грузов. У Арины в запасе много одинаковых гирь, а также сосуд, в который можно наливать воду. Арина обнаружила, что сосуд с 2 л воды растягивает пружину сильнее, чем 10 гирь, но слабее, чем 11 гирь. Сосуд же с 3 л воды растягивает пружину сильнее, чем 13 гирь, но слабее, чем 14 гирь. Плотность воды составляет 1 г/см^3 .

Вопрос А (2 балла). Какой может быть минимальная масса гири при данных условиях? Ответ представьте в граммах и округлите до целых.

Вопрос В (2 балла). Какой может быть максимальная масса гири при данных условиях? Ответ представьте в граммах и округлите до целых.

Вопрос С (3 балла). Какой может быть минимальная масса пустого сосуда при данных условиях? Ответ представьте в граммах и округлите до целых.

Вопрос D (3 балла). Какой может быть максимальная масса пустого сосуда при данных условиях? Ответ представьте в граммах и округлите до целых.

4 Атмосфера Тритона: давление

На Тритоне, спутнике планеты Нептун, давление воздуха, состоящего в основном из азота (молярная масса 28 г/моль), составляет 1,5 Па, температура -235°C . Ускорение свободного падения на поверхности спутника $0,78 \text{ м/с}^2$. Абсолютный нуль составляет -273°C , универсальная газовая постоянная $8,3 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{K)}$, одному молю соответствует $6 \cdot 10^{23}$ частиц.

Вопрос А (1 балл). Определите массу воздуха в одном кубическом метре у поверхности Тритона. Ответ представьте в граммах и округлите до второй значащей цифры.

Вопрос В (2 балла). Какой высоты должна быть льдинка (плотность $0,9 \text{ г/см}^3$) в форме прямоугольного параллелепипеда, чтобы она создавала на поверхность Тритона такое же давление, что и воздух? Ответ представьте в миллиметрах и округлите до второй значащей цифры.

Вопрос С (4 балла). Сколько молекул воздуха содержится в кубике длиной ребра 2 микрометра? Ответ округлите до второй значащей цифры.

Вопрос D (3 балла). Представим, что имеется прямоугольный параллелепипед, в основании которого — квадрат длиной 0,1 нанометра, порядка размера молекулы. Какой высоты должен быть параллелепипед, чтобы в него в среднем попадала одна молекула? Ответ представьте в миллиметрах и округлите до второй значащей цифры. Полученное Вами значение по порядку величины равно длине свободного пробега — расстоянию, которое молекула проходит между двумя последовательными столкновениями.

5 Атмосфера Тритона: плотность

На Тритоне, спутнике планеты Нептун, плотность воздуха, состоящего в основном из азота, составляет $0,13 \text{ г/м}^3$. Известно, что $6 \cdot 10^{23}$ (это число из шестёрки и 23 нулей) молекул азота имеют массу 28 г.

Вопрос А (6 баллов). Сколько молекул воздуха содержится в кубике длиной ребра 2 микрометра (один микрометр — это миллионная доля метра)? Ответ округлите до второй значащей цифры.

Вопрос В (4 балла). Представим, что имеется прямоугольный параллелепипед, в основании которого — квадрат длиной 0,1 нанометра (один нанометр — это миллиардная доля метра), порядка размера молекулы. Какой высоты должен быть параллелепипед, чтобы в него в среднем попадала одна молекула? Ответ представьте в миллиметрах и округлите до второй значащей цифры. Полученное Вами значение по порядку величины равно длине свободного пробега — расстоянию, которое молекула проходит между двумя последовательными столкновениями.

6 Две школьницы греют воду

Школьницы Алиса и Василиса провели несколько опытов по нагреванию воды, при этом каждая из девочек использовала имеющийся у неё кипятильник.

В первом опыте школьницы нагревали одинаковые кружки с водой, взятой из ведра со смесью воды и льда. Спустя 3 мин после начала опыта Алиса выключила свой кипятильник. Василиса, наблюдая за нагреванием воды в своей кружке, обнаружила, что спустя 3 мин вода у неё холоднее, чем у Алисы, а спустя 4 мин — теплее, чем у Алисы.

Во втором опыте Алиса и Василиса стали нагревать кружку с водой двумя кипятильниками

сразу. Выяснилось, что за 10 мин вода ещё не доводится до кипения, а за 11 мин — точно доводится.

Масса воды в кружке 1 кг. Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$. Теплоёмкостью кружки и потерями тепла можно пренебречь.

Вопрос А (2 балла). Какое количество теплоты потребовалось для доведения воды до кипения? Ответ представьте в килоджоулях и округлите до целых.

Вопрос В (2 балла). Укажите минимальную при данных условиях мощность кипятильника Алисы. Ответ представьте в ваттах и округлите до целых.

Вопрос С (2 балла). Укажите максимальную при данных условиях мощность кипятильника Алисы. Ответ представьте в ваттах и округлите до целых.

Вопрос D (2 балла). Укажите минимальную при данных условиях мощность кипятильника Василисы. Ответ представьте в ваттах и округлите до целых.

Вопрос Е (2 балла). Укажите максимальную при данных условиях мощность кипятильника Василисы. Ответ представьте в ваттах и округлите до целых.

7 Амперметр, вольтметр и батарейка

Школьник Вася проводит опыты с амперметром и вольтметром. Собрав электрическую цепь, состоящую из последовательно соединённых идеальной батарейки, резистора и амперметра, Вася обнаружил, что показания амперметра составляют 9 мА. Подсоединив параллельно батарейке вольтметр, Вася записал его показания (5 В), заметив, что показания амперметра при этом не изменились. Когда Вася подсоединил вольтметр параллельно резистору, его показания составили 4,9 В, а амперметр стал показывать 10 мА.

Вопрос А (1 балл). Укажите напряжение батарейки. Ответ представьте в вольтах и округлите до десятых.

Вопрос В (3 балла). Чему равно сопротивление амперметра? Ответ представьте в омах и округлите до целых.

Вопрос С (3 балла). Чему равно сопротивление резистора? Ответ представьте в омах и округлите до целых.

Вопрос D (3 балла). Чему равно сопротивление вольтметра? Ответ представьте в килоомах и округлите до десятых.

8 Сопротивление воздуха и размер тела

Известно, что сила сопротивления, действующая на движущееся в воздухе тело, пропорциональна плотности воздуха, квадрату размера тела и квадрату скорости тела. Пусть металлический шарик падает у поверхности Земли со скоростью 50 м/с. Плотность воздуха у поверхности Земли $1,3 \text{ кг}/\text{м}^3$, ускорение свободного падения $10 \text{ м}/\text{с}^2$.

Вопрос А (3 балла). С какой установившейся скоростью будет падать у поверхности Земли изготовленный из того же материала металлический шарик вдвое большего размера? Ответ представьте в м/с и округлите до целых.

Вопрос В (3 балла). Какой должна быть плотность воздуха, чтобы установившаяся скорость падения данного шарика составила 8 км/с? Ответ представьте в $\text{кг}/\text{м}^3$ и округлите до второй значащей цифры.

Вопрос С (4 балла). Какой будет установившаяся скорость падения данного шарика на планете с ускорением свободного падения $10 \text{ м}/\text{с}^2$, температурой 400°C , давлением 10000 кПа ?

Состав атмосферы считайте земным (молярная масса 29 г/моль). Абсолютный нуль температуры -273°C , универсальная газовая постоянная 8,3 Дж/(моль·К). Ответ представьте в м/с и округлите до десятых.

9 Тень от мяча на стене

На земле рядом со светящейся лампочкой лежат два футбольных мяча. Футболист Вася ударил по мячу и наблюдает за движением тени от мяча по вертикальной стене. Вася обнаружил, что тень сразу после удара находилась на высоте 10 м и после этого двигалась вниз с постоянной скоростью 2 м/с. Затем футболист Петя ударил по второму мячу в том же направлении, что и Вася, сообщив мячу вдвое большую скорость под тем же углом к горизонту.

Вопрос А (4 балла). На какой высоте будет находиться сразу после удара тень от мяча Пети? Ответ выразите в метрах и округлите до десятых.

Вопрос В (6 баллов). С какой скоростью будет двигаться вниз тень от мяча Пети? Ответ представьте в м/с и округлите до десятых.

10 Линза между предметом и экраном

Экран расположен на расстоянии 80 см от предмета. Используя линзу, школьник Владислав хочет получить чёткое изображение предмета на экране. Предмет и экран расположены перпендикулярно главной оптической оси линзы.

Вопрос А (4 балла). Линзу с какой минимальной оптической силой может взять Владислав? Ответ представьте в диоптриях и округлите до десятых.

Вопрос В (2 балла). С помощью своей линзы Владислав получил изображение предмета с увеличением 2. Чему равна оптическая сила линзы Владислава? Ответ представьте в диоптриях и округлите до десятых.

Вопрос С (2 балла). Передвинув линзу на некоторое расстояние, Владислав снова получил чёткое изображение предмета. Найдите отношение размера данного изображения к размеру предмета. Ответ округлите до сотых.

Вопрос D (2 балла). Передвинув линзу на некоторое расстояние, Владислав снова получил чёткое изображение предмета. На какое расстояние передвинул линзу Владислав? Ответ представьте в сантиметрах и округлите до целых.