

Московская олимпиада школьников по физике

10 класс, нулевой тур, 2013/14 год

Заочное задание 4

ЗАДАЧА 1. 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 $8,3 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$, одному молю соответствует $6 \cdot 10^{23}$ частиц.

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

В) 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.

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

Д) Представим, что имеется прямоугольный параллелепипед, в основании которого — квадрат с длиной стороны 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, которую молекула проходит между двумя последовательными столкновениями.

(A) 0,13; (B) 2,1; (C) 180000; (D) 35

ЗАДАЧА 2. 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 2 мин после начала опыта Алиса выключила свой кипятильник. Василиса, наблюдая за нагреванием воды в своей кружке, обнаружила, что спустя 2 мин вода у неё холоднее, чем у Алисы, а спустя 3 мин — теплее, чем у Алисы.

Во втором опыте Алиса и Василиса стали нагревать кружку с водой двумя кипятильниками сразу. Выяснилось, что за 15 мин вода ещё не доводится до кипения, а за 16 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.

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

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

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

Д) Укажите минимальную при данных условиях мощность кипятильника Василисы. Ответ представьте в ваттах и округлите до целых.

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

(A) 420; (B) 219; (C) 280; (D) 175; (E) 233

ЗАДАЧА 3. 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 4 мА. Подсоединив параллельно батарейке вольтметр, Вася записал его показания (4,5 В), заметив, что показания амперметра при этом не изменились. Когда Вася подсоединил вольтметр параллельно резистору, его показания составили 4,4 В, а амперметр стал показывать 5 мА.

- А) Укажите напряжение батарейки. Ответ представьте в вольтах и округлите до десятых.
- В) Чему равно сопротивление амперметра? Ответ представьте в омах и округлите до целых.
- С) Чему равно сопротивление резистора? Ответ представьте в омах и округлите до целых.
- Д) Чему равно сопротивление вольтметра? Ответ представьте в килоомах и округлите до десятых.

А) 4,5; В) 20; С) 1105; Д) 4,3

ЗАДАЧА 4. 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 60 м/с. Плотность воздуха у поверхности Земли $1,3 \text{ кг/м}^3$, ускорение свободного падения 10 м/с^2 .

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

В) Какой должна быть плотность воздуха, чтобы установившаяся скорость падения данного шарика составила 4 км/с? Ответ представьте в мг/м^3 и округлите до второй значащей цифры.

С) Какой будет установившаяся скорость падения данного шарика на планете с ускорением свободного падения 3 м/с^2 , температурой -20°C и давлением 1 кПа? Состав атмосферы считайте земным (молярная масса 29 г/моль). Абсолютный нуль температуры -273°C , универсальная газовая постоянная $8,3 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$. Ответ представьте в м/с и округлите до десятых.

А) 104; В) 290; С) 318,9

ЗАДАЧА 5. 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 20 м и после этого двигалась вниз с постоянной скоростью 4 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.

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

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

А) 20; В) 2