

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

Условия, ответы и решения

1 Аппарат в облаке межзвёздной пыли

Космонавт Ярослав, находясь на космической станции вдали от небесных тел, запускает космические аппараты, которые пролетают через облако межзвёздной пыли, неподвижное относительно Ярослава. Ярослав обнаружил, что скорость аппарата (относительно облака) через каждый километр пути уменьшается в три раза.

1. (1 балл) Ярослав запустил к облаку аппарат со скоростью 3 км/с. Какой будет скорость аппарата относительно Ярослава после пролёта 1 км пути внутри облака? Ответ представьте в км/с и округлите до второй значащей цифры.
2. (2 балла) Ярослав запустил к облаку аппарат со скоростью 0,9 км/с. Какой будет скорость аппарата относительно Ярослава после пролёта 2 км пути внутри облака? Ответ представьте в км/с и округлите до второй значащей цифры.
3. (3 балла) Ярослав запустил к облаку аппарат со скоростью 2,7 км/с. Через сколько километров пути внутри облака скорость аппарата относительно Ярослава станет равна 0,1 км/с? Ответ округлите до целых.
4. (4 балла) Ярослав, направившись к облаку со скоростью 0,3 км/с, запустил к облаку аппарат со скоростью 2,4 км/с (скорость считается относительно Ярослава). Через сколько километров пути внутри облака (путь считается относительно облака) скорость аппарата относительно Ярослава станет равной нулю? Ответ округлите до целых.

Подсказка

Скорость относительно облака убывает в одно и то же число раз на каждом километре. Для последнего пункта переведите скорости в систему отсчёта облака, а затем обратно.

Ответ

1) 1 км/с; 2) 0,1 км/с; 3) 3 км; 4) 2 км.

2 Забеги Алисы и Василисы

Школьницы Алиса и Василиса участвуют в соревнованиях по бегу.

В первом состязании Алиса и Василиса стартовали одновременно в одном направлении. Василиса отстала от Алисы сразу после старта. Пробегая 2-й круг, Василиса заметила, что Алиса впервые после старта обогнала ее.

Во втором состязании Алиса и Василиса бежали эстафету: 2 круга бежала Алиса и 2 круга — Василиса. Девочки очень обрадовались, что обогнали своего одноклассника Петра, бежавшего всю дистанцию эстафеты без напарника с постоянной скоростью 12 км/ч: во время финиша Василисы Петр все еще бежал последний круг.

При решении задачи скорость каждой из школьниц можно считать постоянной.

1. (3 балла) Найдите минимально возможную скорость Алисы при данных условиях. Ответ представьте в км/ч и округлите до второй значащей цифры.
2. (2 балла) Найдите максимально возможную скорость Алисы при данных условиях. Ответ представьте в км/ч и округлите до второй значащей цифры.
3. (3 балла) Найдите минимально возможную скорость Василисы при данных условиях. Ответ представьте в км/ч и округлите до второй значащей цифры.
4. (2 балла) Найдите максимально возможную скорость Василисы при данных условиях. Ответ представьте в км/ч и округлите до второй значащей цифры.

Подсказка

Обгон в первом состязании означает, что Алиса пробежала на круг больше Василисы; условие «в течение 2-го круга» даёт двойное неравенство на отношение скоростей. Из эстафеты получите ограничение на сумму времён.

Ответ

1) 15 км/ч; 2) 24 км/ч; 3) 9 км/ч; 4) 13 км/ч.

3 Шайба в сосуде с водой и маслом

В сосуде площадью поперечного сечения 2 дм^2 плавает шайба площадью $1,6 \text{ дм}^2$ и высотой 5 см. Шайба выступает из воды на 0,5 см, а расстояние между нижней гранью шайбы и дном сосуда составляет 10 см. Когда в сосуд дополнительно налили масло, верхняя грань шайбы оказалась в точности на уровне масла, а толщина слоя масла составила 3,5 см.

1. (3 балла) Найдите объем воды в сосуде. Ответ представьте в литрах и округлите до второй значащей цифры.
2. (5 баллов) Найдите расстояние от нижней грани шайбы до дна сосуда после доливания масла. Ответ представьте в сантиметрах и округлите до третьей значащей цифры.
3. (2 балла) Найдите объем масла, долитого в сосуд. Ответ представьте в литрах и округлите до второй значащей цифры.

Подсказка

Объем воды равен объёму её столба до уровня воды минус погружённая часть шайбы. После доливания масла шайба всплывает, а уровень воды меняется так, что объём воды сохраняется.

Ответ

1) 2,2 л; 2) 10,6 см; 3) 0,14 л.

4 Шайба: масса и плотность масла

В сосуде площадью поперечного сечения 2 дм^2 плавает шайба площадью $1,6 \text{ дм}^2$ и высотой 5 см. Шайба выступает из воды на 0,5 см, а расстояние между нижней гранью шайбы и дном сосуда составляет 10 см. Когда в сосуд дополнительно налили масло, верхняя грань шайбы оказалась в точности на уровне масла, а толщина слоя масла составила 3,5 см. Плотность воды 1000 кг/м^3 .

1. (2 балла) Найдите объем воды в сосуде. Ответ представьте в литрах и округлите до второй значащей цифры.
2. (2 балла) Найдите массу шайбы. Ответ представьте в граммах и округлите до второй значащей цифры.
3. (3 балла) Найдите расстояние от нижней грани шайбы до дна сосуда после доливания масла. Ответ представьте в сантиметрах и округлите до третьей значащей цифры.
4. (1 балл) Найдите объем масла, долитого в сосуд. Ответ представьте в литрах и округлите до второй значащей цифры.
5. (2 балла) Найдите отношение плотности масла к плотности воды. Ответ округлите до второй значащей цифры.

Подсказка

Масса шайбы равна массе вытесненной воды. После доливания масла вес шайбы уравновешен суммой архимедовых сил со стороны воды и масла.

Ответ

1) 2,2 л; 2) 720 г; 3) 10,6 см; 4) 0,14 л; 5) 0,86.

5 Мощности на трёх резисторах

Школьник Вася проводит опыты с резисторами. Когда Вася подключил цепь из трех последовательно соединенных резисторов к источнику напряжения, он обнаружил, что на первом резисторе выделяется мощность 1 Вт, на втором 2 Вт, на третьем 5 Вт.

1. (1 балл) Укажите номер резистора с наименьшим сопротивлением.
2. (2 балла) Какая мощность будет выделяться на первом резисторе, если к источнику подсоединить только его? Ответ выразите в ваттах и округлите до второй значащей цифры.
3. (4 балла) Школьник Вася разобрал электрическую цепь и подсоединил к батарее цепь, состоящую из резисторов 1 и 2, соединенных последовательно. Какая мощность будет выделяться в этой цепи на резисторе 2? Ответ выразите в ваттах и округлите до второй значащей цифры.
4. (3 балла) Школьник Вася разобрал электрическую цепь и подсоединил к батарее цепь, состоящую из резисторов 1 и 2, соединенных параллельно. Какая мощность будет выделяться в этой цепи на резисторе 2? Ответ выразите в ваттах и округлите до второй значащей цифры.

Подсказка

При последовательном соединении ток один и тот же, поэтому мощности пропорциональны сопротивлениям. Напряжение источника найдите через сопротивления, выраженные через мощности и ток.

Ответ

1) резистор 1; 2) 64 Вт; 3) 14 Вт; 4) 32 Вт.

6 Брусок на шероховатой наклонной плоскости

Брусок массой 1 кг лежит на шероховатой наклонной плоскости. Чтобы сдвинуть его вдоль наклонной плоскости вниз, надо приложить минимальную силу 2 Н, чтобы сдвинуть вдоль наклонной плоскости вверх — минимальную силу 4 Н. Ускорение свободного падения 10 м/с^2 .

1. (2 балла) С каким ускорением будет двигаться брусок, если приложить к нему силу 5 Н, направленную вдоль наклонной плоскости вверх? Ответ выразите в м/с^2 и округлите до второй значащей цифры.
2. (3 балла) Какую минимальную силу надо приложить к бруску вдоль наклонной плоскости в горизонтальном направлении, чтобы он начал движение? Ответ выразите в ньютонах и округлите до второй значащей цифры.
3. (2 балла) С каким ускорением будет двигаться брусок, если его положить на горизонтальную поверхность, изготовленную из того же материала, что и наклонная плоскость, и приложить к нему горизонтальную силу 2,5 Н? Ответ выразите в м/с^2 и округлите до второй значащей цифры.
4. (3 балла) С каким ускорением будет двигаться брусок, если его положить на горизонтальную поверхность, изготовленную из того же материала, что и наклонная плоскость, и приложить к нему горизонтальную силу 4 Н? Ответ выразите в м/с^2 и округлите до второй значащей цифры.

Подсказка

Минимальные силы вниз и вверх дают два уравнения на проекцию силы тяжести вдоль плоскости и максимальную силу трения. Для движения в горизонтальном направлении по плоскости силы складываются как векторы.

Ответ

1) 1 м/с^2 ; 2) 2,8 Н; 3) 0; 4) 1 м/с^2 .

7 Напряжения на трёх конденсаторах

Школьник Вася проводит опыты с конденсаторами. Когда Вася подключил цепь из трех последовательно соединенных конденсаторов к источнику напряжения, он обнаружил, что на первом конденсаторе напряжение составляет 1 В, на втором конденсаторе 2 В, на третьем конденсаторе 3 В.

1. (2 балла) Укажите номер конденсатора с наименьшей электрической емкостью.
2. (2 балла) Школьник Вася разобрал электрическую цепь и подсоединил к батарее цепь, состоящую из конденсаторов 1 и 2, соединенных последовательно. Каким будет напряжение на конденсаторе 1? Ответ выразите в вольтах и округлите до второй значащей цифры.
3. (2 балла) Школьник Вася разобрал электрическую цепь и подсоединил к батарее цепь, состоящую из конденсаторов 1 и 2, соединенных последовательно. Каким будет напряжение на конденсаторе 2? Ответ выразите в вольтах и округлите до второй значащей цифры.
4. (2 балла) Школьник Вася разобрал электрическую цепь и подсоединил к батарее цепь, состоящую из конденсаторов 1 и 2, соединенных параллельно. Каким будет напряжение на конденсаторе 1? Ответ выразите в вольтах и округлите до второй значащей цифры.

5. (2 балла) Школьник Вася разобрал электрическую цепь и подсоединил к батарее цепь, состоящую из конденсаторов 1 и 2, соединенных параллельно. Каким будет напряжение на конденсаторе 2? Ответ выразите в вольтах и округлите до второй значащей цифры.

Подсказка

При последовательном соединении заряды конденсаторов одинаковы, поэтому напряжения обратно пропорциональны емкостям. Напряжение батарейки найдите как сумму напряжений в исходной цепи.

Ответ

- 1) конденсатор 3; 2) 2 В; 3) 4 В; 4) 6 В; 5) 6 В.

8 Блюдце с водой в закрытом помещении

В помещение объемом 10 кубических метров внесли блюдце с 300 г воды. Никаких водяных паров изначально в помещении не было. Помещение герметично закрыли. После установления равновесия плотность водяного пара стала равна $16,7 \text{ г/м}^3$.

1. (3 балла) Найдите массу воды, оставшуюся на блюдце. Ответ выразите в граммах и округлите до третьей значащей цифры.
2. (4 балла) Сколько молекул водяного пара попадет в куб длиной ребра 200 нанометров? Ответ выразите округлите до второй значащей цифры. Один нанометр — это миллиардная доля метра. Масса $6 \cdot 10^{23}$ (это число из шестерки и 23 нулей) молекул воды составляет 18 г.
3. (3 балла) После того как температура в помещении увеличилась, вся вода испарилась. Какой стала плотность водяного пара в помещении? Ответ выразите в г/м^3 и округлите до второй значащей цифры.

Подсказка

Масса пара в помещении равна плотности, умноженной на объём; остальное осталось в виде воды. Число молекул найдите через массу пара в маленьком кубе и число молекул в 18 г.

Ответ

- 1) 133 г; 2) 4500; 3) 30 г/м^3 .

9 Блюдце с водой: давление насыщенного пара

В сосуд объемом 10 кубических метров внесли блюдце с 300 г воды. Никаких водяных паров изначально в сосуде не было. Сосуд герметично закрыли и дождались установления равновесия. Температура в сосуде 25°C , давление насыщенного пара воды при этой температуре $2,3 \text{ кПа}$. Абсолютный нуль составляет -273°C . Универсальная газовая постоянная $8,3 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$.

1. (3 балла) Найдите массу воды, оставшуюся на блюдце. Ответ выразите в граммах и округлите до третьей значащей цифры.
2. (4 балла) Сколько молекул водяного пара попадет в куб длиной ребра 200 нанометров? Ответ выразите округлите до второй значащей цифры. Масса $6 \cdot 10^{23}$ молекул воды составляет 18 г.

3. (3 балла) Каким будет парциальное давление водяного пара в сосуде при увеличении температуры до 100 градусов Цельсия? Атмосферное давление составляет 100 кПа. Ответ выразите в килопаскалях и округлите до второй значащей цифры.

Подсказка

Массу насыщенного пара найдите из уравнения Менделеева–Клапейрона при давлении 2,3 кПа. При 100 °С учтите, остаётся ли в сосуде вода: если нет, давление пара определяется количеством вещества.

Ответ

1) 133 г; 2) 4500; 3) 5,2 кПа.