

ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
и авторские критерии оценивания
III Всероссийская олимпиада школьников по физике. Муниципальный этап

Возможные решения задач

7 класс

Задача 1. Километровые столбы

Автомобиль движется по шоссе с переменной скоростью, при этом расстояние между двумя столбами, расположенными на расстоянии 1 километр, он проходит за 1 минуту, следующий километр пути проходит за 59 секунд и т. д., сокращая время движения между километровыми столбами каждый раз на 1 секунду. Определите среднюю скорость движения автомобиля за первые 20 километров пути. **(10 баллов)**

Возможное решение

Время t , за которое автомобиль путь $s = 20$ км, определяется следующим образом: $t = 60 + 59 + 58 + \dots + 41 = 1010$ сек. Средняя скорость рассчитывается как отношение пройденного пути к затраченному времени:

$$v = s/t = 20000/1010 \text{ м/с} = 19,8 \text{ м/с} = 71,3 \text{ км/ч.}$$

Критерии оценивания решения:

1. Найдено время в пути – 5 баллов.
2. Формула для средней скорости – 4 балла.
3. Получен верный ответ – 1 балл.

Задача 2. Сплав золота и серебра

Сплав золота и серебра массой 400 г имеет плотность 14 г/см^3 . Полагая объем сплава равным сумме объемов его составных частей, определите массу золота в сплаве. Плотность серебра $\rho_c = 10,5 \text{ г/см}^3$, плотность золота $\rho_3 = 19,36 \text{ г/см}^3$. **(10 баллов)**

Возможное решение

Пусть объем золота в сплаве равен V_3 , а объем серебра в сплаве равен V_c , тогда масса сплава $m = \rho_3 V_3 + \rho_c V_c$, а объем сплава можно рассчитать как $V = V_3 + V_c$ или $V = m/\rho = 400/14 \text{ см}^3 = 28,6 \text{ см}^3$. Из полученных формул составим уравнение для определения объема золота $m = \rho_3 V_3 + \rho_c (V - V_3)$, объем золота можно выразить как $V_3 = (m - \rho_c V)/(\rho_3 - \rho_c) = 11,3 \text{ см}^3$. Найдем искомую массу золота $m_3 = \rho_3 V_3 = 220 \text{ г}$.

Критерии оценивания решения:

1. Получена формула, связывающая массы металлов в сплаве, – 3 балла.
2. Получена формула, связывающая объемы металлов в сплаве, – 3 балла.
3. Проведены расчеты и найден объем золота – 3 балла.
4. Получен верный ответ – 1 балл.

Задача 3. Погрешность весов

При измерении массы на неточных весах относительная погрешность составляет 50%, то есть разность истинного значения массы груза и показаний весов может достигать не более половины истинного значения массы груза. Весы ошибаются как в большую, так и в меньшую сторону с равной вероятностью. Определите, в каком максимальном диапазоне могут лежать показания весов при взвешивании произвольного количества грузов из бесконечного набора, содержащего массы 1 кг, 500 г, 250 г и т. д., где каждая последующая масса в 2 раза меньше предыдущей. (10 баллов)

Возможное решение

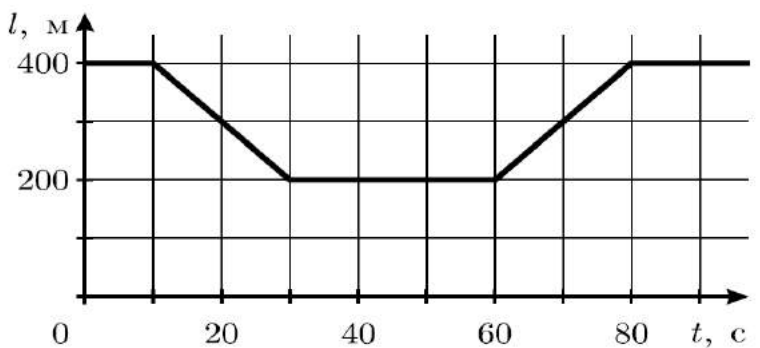
Поскольку каждая последующая масса в 2 раза меньше предыдущей, то минимальная масса груза стремится к нулю, значит, наименьшее показание весов будет равно нулю. Наибольшее показание весов будет в случае, когда взвешиваем весь набор грузов с общей массой $1 + 0,5 + 0,25 + \dots = 2$ кг. Поскольку относительная погрешность весов составляет 50%, максимальное возможное показание равно $2 + 2 \times 0,5$ кг = 3 кг.

Критерии оценивания решения:

1. Найдено минимальное показание весов – 2 балла.
2. Найдена масса всех грузов – 4 балла.
3. Определена верхняя граница диапазона – 2 балла.
4. Получен верный ответ в виде диапазона – 2 балла.

Задача 4. Два автомобиля

Два автомобиля движутся друг за другом по шоссе на расстоянии 400 метров с постоянной скоростью v_1 , затем они въезжают на мост, где движутся с другой постоянной скоростью v_2 , и съезжают с моста обратно на шоссе. На рисунке изображён график зависимости расстояния l между двумя едущими друг за другом автомобилями от времени t . Найдите скорости v_1 и v_2 , а также длину моста. (10 баллов)



Возможное решение

Пока оба автомобиля движутся по шоссе или по мосту, расстояние между ними остаётся постоянным: $l_1 = 400$ м или $l_2 = 200$ м. Расстояние l начинает уменьшаться, когда первый автомобиль въезжает на мост. При движении первого автомобиля по мосту расстояние между ним и вторым автомобилем, движущимся по шоссе, как видно из графика, сокращается за $30 - 10 = 20$ с на $l_1 - l_2 = 200$ м, то есть они сближаются со скоростью $v_1 - v_2 = 10$ м/с. Таким образом, скорость $v_1 > 10$ м/с, и время, за которое второй автомобиль доедет до моста, не может быть больше $400 \text{ м} / 10 \text{ м/с} = 40$ с.

В момент 30 с расстояние между автомобилями перестаёт меняться. Это означает, что они снова движутся с одинаковыми скоростями – либо первый автомобиль

съехал с моста, либо второй въехал на мост. В первом случае въезд второго автомобиля на мост будет соответствовать моменту времени 60 с, когда расстояние между автомобилями начинает вновь расти (см. график). Поскольку это произошло только через 50 с после въезда первого автомобиля на мост, первый случай невозможен, и в данных условиях реализуется вторая возможность, когда в момент 60 с первый автомобиль съезжает с моста.

Значит, второй автомобиль проехал по шоссе $l_1 = 400$ м за время 20 с, и его скорость была равна $v_1 = 400/20 = 20$ м/с. Скорость автомобилей на мосту, очевидно, равна $v_2 = v_1 - 10$ м/с = 10 м/с. Первый автомобиль преодолел мост со скоростью 10 м/с за время 50 с, так что длина моста равна $L = 10$ м/с \times 50 с = 500 м.

Критерии оценивания решения:

1. Проведена оценка сверху времени движения второго автомобиля до моста – 1 балла.
2. Рассматриваются две возможных интерпретации излома графика в 30 секунд, доказано, что реализуется только одна возможность – 3 балла.
3. Найдена скорость движения по шоссе – 2 балла.
4. Найдена скорость движения по шоссе – 2 балла.
5. Найдена длина моста – 2 балла.