Ключи ответов

Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10.
В исключительных случаях допускаются оценки, кратные 0,5 балла.
Проверка работ осуществляется Жюри олимпиады согласно стандартной методике оценивания решений:

Баллы	*Правильность (ошибочность) решения*
10	*Полное верное решение*
8-9	*Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение*
6-7	*Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические)*
4-5	*Найдено решение одного из двух возможных случаев*
2-3	*Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение*
0-1	*Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении)*
0	*Решение неверное, или отсутствует*

Максимальный балл за всю работу – 40.

№ 1

Новый аквариум.

Для дома творчества купили новый аквариум, длиной $a = 4$ м, шириной $b = 10$ дм и высотой $c = 200$ см. Его нужно заполнить водой на 3/4 всего объема. Для заполнения используют пластиковую бутылку объемом V = 1,5 л. Сколько наименьшее количество раз N для этого нужно использовать бутылку? Определите также массу воды в баке в тоннах, если плотность воды $\rho = 1$ г/см^3.

Решение:

Определяем полный объем бака

$$V_Б = abc = 4 \cdot 1 \cdot 2 = 8 \text{ м}^3 = 8000 \text{ дм}^3 = 8000 \text{ л.} \qquad (1)$$

Определяем объем воды в баке:

$$V_В = \frac{3}{4} V_Б = \frac{3 \cdot 8}{4} = 6 \text{ м}^3 = 6000 \text{ дм}^3 = 6000 \text{ л.} \qquad (2)$$

Находим количество использований бутылки N:

$$N = \frac{V_В}{V_0} = \frac{6000}{1{,}5} = 4000 \text{ раз.} \qquad (3)$$

Определяем массу воды в баке: $\rho = 1$ г/см^3 = 1000 кг/м^3,

$$m = \rho V_В = 1000 \cdot 6 = 6000 \text{ кг} = 6 \text{ т.} \qquad (4)$$

Критерии оценивания решения:

Определен объем бака (1) – 3 балла.

Определен объем воды в баке (2) – 2 балла.

Определено количество использований бутылки N (3) – 3 балла.

Определена масса воды (4) – 2 балла.

№ 2

На прогулке.

Два щенка играют в парке. При их равномерном движении навстречу друг другу расстояние между ними уменьшается на 15 м каждые 5 с. Если они бегут с прежними скоростями в одном направлении расстояние между ними увеличивается на 4 м каждые 2 с. Определите скорость каждого щенка.

Решение:

Пусть υ_1 и υ_2 $(\upsilon_1 > \upsilon_2)$ – скорости первого и второго щенка. Тогда при движении их навстречу друг другу:

$$\upsilon_1 + \upsilon_2 = \frac{15}{5} = 3 \text{ м/с} \qquad (1)$$

При движении этих тел в одном направлении:

$$\upsilon_1 - \upsilon_2 = \frac{4}{2} = 2 \text{ м/с} \qquad (2)$$

Решая систему уравнений (1) и (2), получаем:

$$\upsilon_1 = 2{,}5 \text{ м/с}, \qquad \upsilon_2 = 0{,}5 \text{ м/с}.$$

Критерии оценивания решения:

Записано соотношение (1) – 3 балла.

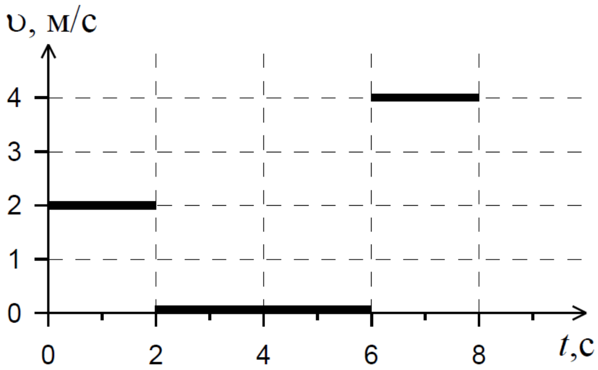
Записано соотношение (2) – 3 балла.

Решена система уравнений и определены искомые скорости – 4 балла.

№ 3

Движение шайбы

Зависимость скорости движения шайбы υ от времени t приведена на рис.1. Найдите среднюю скорость шайбы за первые 8 секунд движения. С какой скоростью должна двигаться шайба на втором участке (от 2 до 6 с) для того, чтобы ее средняя скорость за те же $\Delta t = 8$ с возросла вдвое?



Решение:

Средняя скорость по определению:

$$\upsilon_{ср} = \frac{S_{общ}}{t_{общ}}. \qquad (1)$$

На графике можно выделить три участка, на которых скорость движения тела различна, поэтому:

$$\upsilon_{ср} = \frac{S_{общ}}{t_{общ}} = \frac{S_1+S_2+S_3}{t_1+t_2+t_3}. \qquad (2)$$

Или с учетом выражения $S = \upsilon * t$ (3) при равномерном движении:

$$\upsilon_{cp} = \frac{\upsilon_1 t_1 + \upsilon_2 t_2 + \upsilon_3 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}. \qquad (4)$$

Окончательно, подставляя значения скоростей на участках и соответствующие интервалы времени, получим искомую среднюю скорость:

$$\upsilon_{cp} = \frac{2\cdot 2 + 0\cdot 4 + 4\cdot 2}{2+4+2} = \frac{12}{8} = 1{,}5 \text{ м/с}.$$

Решим вторую часть задачи, определим, какой должна быть скорость тела на втором участке, чтобы средняя скорость возросла в 2 раза.

$$\upsilon_{cp2} = 2\upsilon_{cp} = \frac{\upsilon_1 t_1 + \upsilon_{2x} t_2 + \upsilon_3 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}. \ (5)$$

Выражаем искомую скорость:

$$\upsilon_{2x} = \frac{2\upsilon_{cp}(t_1 + t_2 + t_3) - \upsilon_1 t_1 - \upsilon_3 t_3}{t_2} = \frac{2\cdot 1{,}5\cdot 8 - 2\cdot 2 - 4\cdot 2}{4} = 3 \text{ м/с}.$$

Критерии оценивания решения:

Представлено выражение для средней скорости (2) – 2 балла.

Записано соотношение (3), описывающее равномерное движение тел– 2 балла.

Получено выражение (4) – 2 балла.

Определены правильно из графика значения скоростей и соответствующие этим скоростям временные интервалы, получен ответ – 2 балла.

Решена вторая часть задачи (записано соотношение (5) и получено значение скорости на втором участке) – 2 балла.

№ 4

Алюминиевый кубик

Изготовленный из алюминия кубик имеет плотность $\rho_0 = 2700$кг/м^3. Кубик нагрели, и из-за теплового расширения длины его ребер увеличились на 0,1%. На сколько изменилась при этом плотность кубика?

Решение:

Начальная плотность кубика:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} = \frac{m}{a_0^3}, \qquad (1)$$

где m – масса кубика, V_0 – начальный объем кубика, a_0 – начальная длина ребра.

После теплового расширения длина ребра увеличивается на 1% и становится равной

$$a = a_0 + 0{,}001 a_0. \qquad (2)$$

Масса кубика не изменилась, поэтому его плотность стала равна

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{a^3} = \frac{m}{(a_0 + 0{,}001 a_0)^3}. \qquad (3)$$

Интересующее нас изменение плотности кубика равно:

$$\rho_0 - \rho = \frac{m}{a_0^3} - \frac{m}{(a_0 + 0{,}001 a_0)^3} = \frac{m}{a_0^3}\left(1 - \frac{1}{(1+0{,}001)^3}\right) = 0{,}00299\rho_0 \approx 8 \text{ кг/м}^3.$$

Критерии оценивания решения:

Записано соотношение (1) для начальной плотности кубика – 2 балла.

Соотношение (2) для удлинения ребра – 2 балла.

Утверждение о неизменности массы кубика – 2 балла.

Записано соотношение (3) для плотности кубика после нагревания– 2 балла.

Определение разности плотностей до и после нагрева – 2 балла.