

**Муниципальный этап
всероссийской олимпиады школьников
по физике
2019/20 учебный год
8 класс**

Возможные решения и критерии оценивания

Задача 1

Три велосипедиста отправились из города *A* в город *B*. Из города *A* они выехали одновременно. Средняя скорость первого велосипедиста составила $v_1=30$ км/ч, второго – $v_2=20$ км/ч. Первый велосипедист прибыл в пункт назначения в 19:00, второй – в 20:00, а третий – в 21:00. Какова была средняя скорость третьего велосипедиста v_3 ?

Возможное решение

Пусть время движения первого велосипедиста t часов, тогда время движения второго велосипедиста $(t + 1)$ часов. Запишем равенство пройденных этими велосипедистами путей:

$$v_1 t = v_2 (t + 1) \Rightarrow t = \frac{v_2 \cdot (1 \text{ ч})}{v_1 - v_2} = 2 \text{ часа.}$$

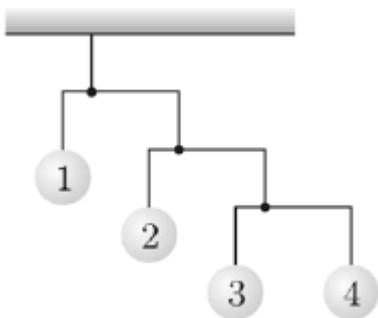
Третий велосипедист затратил на тот же путь на два часа больше времени, чем первый, то есть 4 часа. Значит, $v_3 = v_1 t / (4 \text{ ч}) = 15$ км/ч.

Критерии оценивания

1. $v_1 t = v_2 (t + 1)$ **5 баллов**
2. Время движения первого велосипедиста $t = 2$ ч **2 балла**
3. Третий велосипедист затратил на тот же путь 4 часа **2 балла**
4. $v_3 = 15$ км/ч **1 балл**

Максимум за задачу 10 баллов.

Задача 2



На рисунке изображена подвесная игрушка, состоящая из горизонтальных стержней и прикрепленных к ним на нитях шариков. Найдите массы шариков с номерами 2, 3 и 4, если масса шарика с номером 1 равна 96 г. Короткие плечи всех стержней составляют $1/4$ от длин соответствующих стержней. Стержни и нити считать невесомыми.

Возможное решение

На нижний стержень действуют три силы реакции нитей: на правый конец действует направленная вниз сила m_4g , на левый конец – также направленная вниз сила m_3g , и в точке подвеса – направленная вверх сила T_1 . Запишем для нижнего стержня уравнение моментов относительно точки подвеса:

$$\frac{3}{4}m_4g = \frac{1}{4}m_3g \Rightarrow 3m_4 = m_3.$$

Из неподвижности нижнего стержня следует, что $T_1 = 4m_4g$.

Аналогичным образом, записав уравнение моментов для среднего стержня и учитывая его неподвижность, получаем: $12m_4 = m_2$ и $T_2 = 16m_4g$, где T_2 – сила реакции со стороны средней нити, действующая на средний стержень.

Из уравнения моментов для верхнего стержня относительно точки подвеса следует:

$$m_1g = 3T_2 = 48m_4g \Rightarrow m_4 = m_1/48 = 2 \text{ г} \Rightarrow m_3 = 6 \text{ г} \Rightarrow m_2 = 24 \text{ г}.$$

Второй вариант решения.

Обозначим массу шарика с номером 4 через $m_4 = m$. Тогда из «правила рычага» для нижнего стержня следует, что масса шарика номер 3 в три раза больше массы шарика 4 и равна $m_3 = 3m$. Аналогично, масса шарика номер 2 в три раза больше общей массы шариков 3 и 4, то есть равна $m_2 = 12m$. Масса шарика номер 1 в три раза больше общей массы шариков 2, 3 и 4, то есть равна $m_1 = 48m = 96 \text{ г}$. Поэтому $m_4 = m = 2 \text{ г}$, $m_3 = 3m = 6 \text{ г}$, $m_2 = 12m = 24 \text{ г}$.

Критерии оценивания

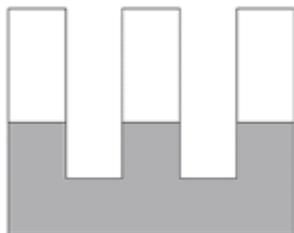
1. Правильное указание сил 1 балл
2. $\frac{3}{4}m_4g = \frac{1}{4}m_3g$ 3 балла
3. $T_1 = 4m_4g$ 3 балла
4. $12m_4 = m_2$ 0,5 балла
5. $T_2 = 16m_4g$ 0,5 балла
6. $m_1g = 3T_2$ 0,5 балла
7. $m_4 = 2$ г 0,5 балла
8. $m_3 = 6$ г 0,5 балла
9. $m_2 = 24$ г 0,5 балла

Второй вариант решения:

1. Найдено соотношение между m_3 и m_4 2 балла
2. Найдено соотношение между m_2 и m_4 (или с другой массой) 3 балла
3. Найдено соотношение между m_1 и m_4 (или с другой массой) 3 балла
4. $m_4 = 2$ г 1 балл
5. $m_3 = 6$ г 0,5 балла
6. $m_2 = 24$ г 0,5 балла

Максимум за задачу 10 баллов.

Задача 3



В сосуде, показанном на рисунке, находится ртуть. Горизонтальные сечения трубок одинаковы. В левую трубку налили воду, высота столба которой $h = 80$ мм, а в правую – масло, образовавшее столб некоторой высоты h_0 . После этого в средней трубке уровень ртути поднялся на $\Delta h = 5$ мм. Найдите высоту h_0 столба масла, налитого в правую трубку. Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, масла – $\rho_0 = 800$ кг/м³ и ртути – $\rho_1 = 13600$ кг/м³.

Возможное решение

Пусть после наливания воды и масла уровень ртути в левой трубке понизился на x , а в правой на y (см. рис.). Тогда можно записать следующие условия равновесия столбов жидкостей:

$$\rho g h = \rho_1 g (\Delta h + x)$$

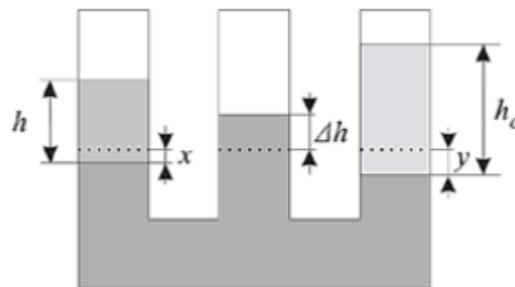
и

$$\rho_0 g h_0 = \rho_1 g (\Delta h + y).$$

Так как жидкости считаются несжимаемыми, то $x + y = \Delta h$.

Решая полученную систему уравнений, получаем:

$$h_0 = \frac{3\rho_1 \Delta h - \rho h}{\rho_0} = 155 \text{ мм.}$$



Критерии оценивания

- | | |
|--|---------|
| 1. $\rho g h = \rho_1 g (\Delta h + x)$ | 4 балла |
| 2. $\rho_0 g h_0 = \rho_1 g (\Delta h + y)$ | 4 балла |
| 3. $x + y = \Delta h$ | 1 балл |
| 4. $h_0 = \frac{3\rho_1 \Delta h - \rho h}{\rho_0} = 155 \text{ мм}$ | 1 балл |

Максимум за задачу 10 баллов.

Задача 4

В открытый сверху сосуд, в котором находилась вода объёмом $V = 1$ л при температуре $t_1 = 20$ °С, бросили кусок железа массой $m = 100$ г, температура которого была равна $t_0 = 500$ °С. Часть воды очень быстро испарилась. Через некоторое время температура воды стала равной $t_2 = 24$ °С. Сколько граммов воды испарилось? Удельная теплоёмкость воды $c_1 = 4200$ Дж/(кг·°С), её удельная теплота парообразования при температуре кипения $L = 2,3$ МДж/кг, а плотность — $\rho = 1000$ кг/м³. Удельная теплоёмкость железа $c_2 = 460$ Дж/(кг·°С). Сосуд хорошо изолирован от окружающей среды, его теплоёмкостью можно пренебречь, вода из сосуда не выплёскивается.

Возможное решение

Железо при остывании отдаёт количество теплоты:

$$Q_1 = c_2 m(t_0 - t_2).$$

Это количество теплоты частично идёт на испарение воды искомой массой m_0 (но предварительно эту порцию воды нужно нагреть до $100\text{ }^\circ\text{C}$):

$$Q_2 = m_0(c_1(t - t_1) + L),$$

где $t = 100\text{ }^\circ\text{C}$ – температура кипения воды. Остальное количество теплоты расходуется на нагрев оставшейся в сосуде воды до температуры $t_2 = 24\text{ }^\circ\text{C}$:

$$Q_3 = c_1(\rho V - m_0)(t_2 - t_1).$$

Запишем уравнение теплового баланса:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3.$$

Отсюда получаем:

$$m_0 = \frac{c_2 m(t_0 - t_2) - c_1 \rho V(t_2 - t_1)}{c_1(t - t_2) + L} \approx 2 \text{ г.}$$

Критерии оценивания

1. $Q_1 = c_2 m(t_0 - t_2)$ 1 балл
2. $Q_2 = m_0(c_1(t - t_1) + L)$ 3 балла
3. $Q_3 = c_1(\rho V - m_0)(t_2 - t_1)$ 2 балла
4. $Q_1 = Q_2 + Q_3$ 2 балла
5. $m_0 = \frac{c_2 m(t_0 - t_2) - c_1 \rho V(t_2 - t_1)}{c_1(t - t_2) + L} \approx 2 \text{ г}$ 2 балла

Если школьник считает, что всё количество теплоты, которое выделяет железо при остывании от $t_0 = 500\text{ }^\circ\text{C}$ до $t = 100\text{ }^\circ\text{C}$ идёт на испарение воды (то есть $m_0 = \frac{c_2 m(t_0 - t)}{L} = 8 \text{ г}$), то за такое решение следует ставить 2 балла.

Максимум за задачу 10 баллов.

Всего за работу 40 баллов