



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ФИЗИКЕ. 2018–2019 уч. г.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 8 КЛАСС

**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.

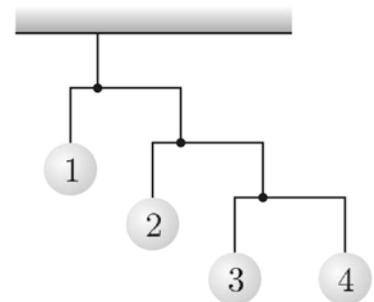
**Критерии оценивания**

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:

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

### 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. $m_4 = 2 \text{ г}$ .....                 | 0,5 балла |
| 8. $m_3 = 6 \text{ г}$ .....                 | 0,5 балла |
| 9. $m_2 = 24 \text{ г}$ .....                | 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. $m_4 = 2 \text{ г}$ .....   | 1 балл  |

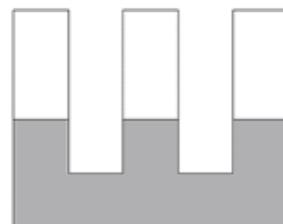
5.  $m_3 = 6$  г ..... 0,5 балла

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/м<sup>3</sup>, масла –  $\rho_0 = 800$  кг/м<sup>3</sup> и ртути –  $\rho_1 = 13600$  кг/м<sup>3</sup>.



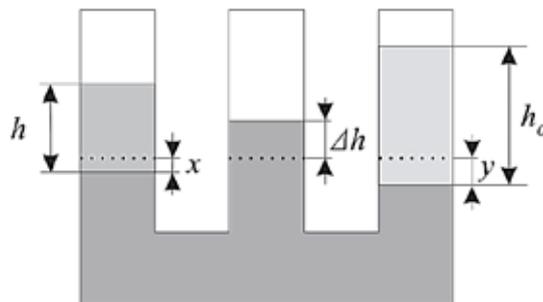
#### Возможное решение

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.  $h_0 = \frac{3\rho_1 \Delta h - \rho h}{\rho_0} = 155$  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/м<sup>3</sup>. 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 °С):

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

где  $t = 100$  °С – температура кипения воды. Остальное количество теплоты расходуется на нагрев оставшейся в сосуде воды до температуры  $t_2 = 24$  °С:

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

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  $t_0 = 500$  °С до  $t = 100$  °С идёт на испарение воды (то есть  $m_0 = \frac{c_2 m (t_0 - t)}{L} = 8$  г), то за такое решение следует ставить **2 балла**.

**Максимум за задачу 10 баллов.**

**Всего за работу 40 баллов.**