

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ**  
**2019-2020 УЧ. ГОД**  
**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. КАЛУЖСКАЯ ОБЛАСТЬ**  
**8 КЛАСС**

Задание составлено доцентом кафедры физики и математики Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского Красиным М.С.

**1. «Гонка 8».** Гонщик мчался на автомобиле со скоростью  $v_1 = 150$  км/ч. Но внезапно скорость автомобиля резко снизилась из-за частичной поломки, поэтому оставшийся путь гонщик ехал с постоянной, но значительно меньшей скоростью. Когда он приехал на финиш, то установили, что средняя скорость его движения оказалась равной  $v_{cp} = 40$  км/ч, и что с большой скоростью он ехал только одну шестую часть всего времени движения. Определите скорость движения автомобиля на втором участке.

**1. «Гонка 8». Возможное решение.** Среднюю скорость вычисляют по формуле  $v_{cp} = \frac{s}{t}$  (1)

$$\text{При этом } s = v_1 \cdot t_1 + v_2 \cdot t_2 \quad (2)$$

$$t_2 = t - t_1 = \frac{5}{6}t \quad (3)$$

$$\text{Следовательно, } v_{cp} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{t} \quad (4).$$

$$v_{cp} = \frac{1}{6}v_1 + \frac{5}{6}v_2 \quad (5).$$

$$\text{Отсюда } v_2 = \frac{6}{5}v_{cp} - \frac{1}{5}v_1 \quad (6)$$

$$\text{Подставив числовые данные } v_2 = 18 \text{ км/ч} \quad (7).$$

**1. «Гонка 8» (10 баллов). Рекомендуемые критерии оценки.**

За (1), (6), (7) ставить 2 балла, За (2), (3), (4), (5) ставить 1 балл.

Если задача решена правильно, но другим способом, то ставить 10 баллов.

Если в решении имеется вычислительная ошибка, то снизить оценку на 2 балла.

**2. «Снег 8».** На улице при нулевой температуре набрали некоторое количество мокрого снега, поместили его в контейнер и стали его нагревать. Сначала, в течение времени  $\tau_1 = 6,8$  мин, температура снега не изменялась, Затем, за время  $\tau_2 = 21$  мин, температура содержимого контейнера повысилась до  $100^\circ\text{C}$ . Считая, что всё это время тепло равномерно подводилось к содержимому контейнера, выясните, какая часть мокрого снега была в кристаллическом (ледяном) состоянии в начальный момент. Удельную теплоту плавления принять равной  $\lambda = 3,4 \cdot 10^4$  Дж / кг,

удельную теплоёмкость льда равной  $c_L = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ , удельную теплоёмкость воды равной  $c_B = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ ,

**2. «Снег 8». Возможное решение.** Пусть  $P$  - величина, равная количеству теплоты, которое подводили к содержимому контейнера за единицу времени. Тогда для стадии таяния снега (плавления кристаллической части воды) можно записать  $\lambda \cdot m_L = P \cdot \tau_1$ . (1)

Для стадии нагрева воды  $c_B \cdot m \cdot \Delta t = P \cdot \tau_2$  (2)

Разделив (1) на (2), получаем

$$\frac{m_L}{m} = \frac{c_B \cdot \Delta t}{\lambda} \cdot \frac{\tau_1}{\tau_2} \quad (3)$$

Подставив числовые данные, получаем  $\frac{m_L}{m} = 0,4$

**2. «Снег 8» (10 баллов). Рекомендуемые критерии оценки.**

За учёт, что сначала снег таял, а затем уже нагревался добавить 1 балл.

За понимание, что таял не весь мокрый снег, а только та часть, которая была в кристаллическом состоянии, добавить 1 балл.

За запись соотношения типа (1) добавить 2 балла

За запись соотношения типа (2) добавить 2 балла

За запись соотношения типа (3) добавить 2 балла

За правильное вычисление добавить 2 балла.

Если найдено отношение общей массы мокрого снега к массе ледяной (кристаллической) части, то оценку не снижать. Если найдено отношение массы ледяной (кристаллической) части мокрого снега к массе, содержащейся в снеге воды (или наоборот), то снизить оценку на 1 балл.

**3. «Равновесие 8».** Через центр однородного стержня проходит горизонтальная ось вращения, относительно которой он может поворачиваться практически без трения. К стержню подвесили грузы массами  $m_1, m_2, m_3, m_4$ . К правому краю рычага прикреплена тонкая лёгкая нить, которая переброшена через легко вращающийся блок и прикреплена к грузу массой  $m_5$ .

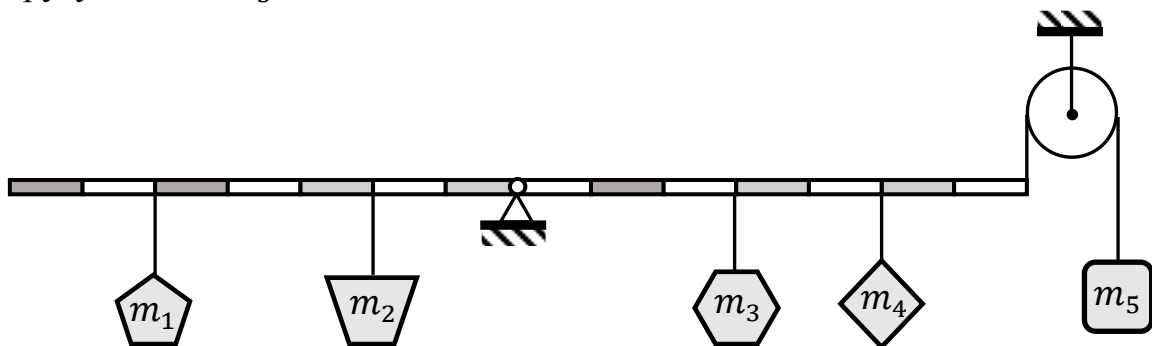


Рис.1. к задаче «Равновесие 8»

При этом система находится в равновесии и стержень занимает горизонтальное

положение, так как это показано на рисунке 1. Известно, что  $m_1 = 150$  г,  $m_2 = 200$  г,  $m_3 = 300$  г,  $m_5 = 50$  г. Определите массу груза  $m_4$ . Учтите, что стержень разделён на 7 белых и 7 серых участков одинаковой длины, которые заметны на рисунке.

### 3. «Равновесие 8». Возможное решение.

Правило моментов для данного случая будет иметь вид

$$m_1 g \cdot 5s + m_2 g \cdot 2s - m_3 g \cdot 3s - m_4 g \cdot 5s + m_5 g \cdot 7s = 0,$$

где  $s$ -длина одного участка на стержне.

Преобразовав данную формулу, получаем

$$m_4 = \frac{m_1 \cdot 5 + m_2 \cdot 2 - m_3 \cdot 3 + m_5 \cdot 7}{5} \quad (1)$$

Подставив, числовые данные, получаем  $m_4 = 120$  г

### 3. «Равновесие 8» (10 баллов). Рекомендуемые критерии оценки.

За понимание, что надо использовать правило моментов, ставить 2 балла,

За правильно найденные плечи сил добавить 2 балла (если правильно найдены только несколько плеч сил, то добавлять только 1 балл)

За правильно записанное условие равновесия (в том числе и в численном виде) добавить 3 балла (в случае, если условие равновесия записано с ошибкой, то добавлять 1 балл).

За вывод формулы типа (1) добавить 1 балл.

За правильный ответ добавить 2 балла. (Если на каком-то этапе решение продолжается численным методом, то оценку не снижать).

**4. «Масса монеты 8».** Восьмиклассница Нумизматкина обнаружила, что массы современных пятирублёвых монет существенно различаются у монет более ранних выпусков и более поздних. Чтобы точнее определить массу одной монеты из ранних выпусков и массу одной монеты из более поздних выпусков она воспользовалась весами, способными определять массу с точностью до 0,01 г. Чтобы точность измерения была ещё большей она собрала все монеты более поздних выпусков и положила их на весы. Таких монет оказалось в доме всего 4 шт. Результат измерения их



Рис. 2. Взвешивание четырёх монет поздних выпусков



Рис. 3. Взвешивание десяти монет ранних выпусков

суммарной массы представлен на рис 2. Затем она набрала монет более ранних выпусков и взвесил их все вместе. Таких монет оказалось в наличии 10 шт. Результат измерения их суммарной массы показан на рис. 3. Какой итоговый результат измерения массы одной более лёгкой монеты и массы одной более тяжёлых монеты следует записать в соответствии с правилами записи результатов научного эксперимента? Во сколько раз относительная погрешность измерения массы «поздних» монет оказалась больше относительной погрешности измерения массы «ранних» монет?

#### 4. «Масса монеты 8». Возможное решение

Масса четырёх «поздних» монет равна  $M_1 = 24,09 \text{ г} \pm 0,01 \text{ г}$  (1)

Следовательно, масса одной такой монеты равна

$$m_1 = 6,0225 \text{ г} \pm 0,0025 \text{ г} \quad (2)$$

Масса десяти «ранних» монет равна  $M_2 = 64,76 \text{ г} \pm 0,01 \text{ г}$  (3)

Следовательно, масса одной такой монеты равна

$$m_2 = 6,476 \text{ г} \pm 0,001 \text{ г} \quad (4)$$

Относительная погрешность измерения массы «поздних» монет приблизительно равна  $\varepsilon_1 = \frac{\Delta m_1}{m_1} \cdot 100 \% = \frac{0,0025}{6,0225} \cdot 100 \% = 0,04 \%$  (5)

Относительная погрешность измерения массы «ранних» монет приблизительно равна  $\varepsilon_2 = \frac{\Delta m_2}{m_2} \cdot 100 \% = \frac{0,001}{6,476} \cdot 100 \% = 0,015 \%$  (6)

Отношение относительных погрешностей измерения равно 2,7 (7)

#### 4. «Масса монеты 8». Рекомендуемые критерии

За каждый пункт добавлять по 2 балла.

Если в пунктах (1) – (4) результаты указаны без погрешности измерения, то за каждый пункт ставить 1 балл.

Если за погрешность весов было принято значение 0,02 г или 0,005 г. то оценку не снижать.

Если отношение относительных погрешностей определяется через отношение абсолютных погрешностей и указывается как 2,5, то снизить оценку на 1 балл