



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2023/24 г.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП  
**ФИЗИКА**  
9 класс

*Ключи ответов и критерии оценивания*

**Задача 1. «Торможение» (10 баллов)**

Поезд тормозит с постоянным ускорением до полной остановки. Тормозной путь составил  $S = 100$  м, а скорость на середине тормозного пути была  $v = 20$  м/с. Сколько времени продолжалось торможение поезда?

**Возможное решение.** Запишем кинематические уравнения для середины пути и всего пути:

$$\frac{S}{2} = \frac{v^2 - v_0^2}{-2a}; \quad S = \frac{0 - v_0^2}{-2a}.$$

Решая систему уравнений, получим, что начальная скорость  $v_0 = \sqrt{2}v$ , а ускорение

$$a = \frac{v_0^2}{S} = 4 \text{ м/с}^2.$$

Тогда время торможения:

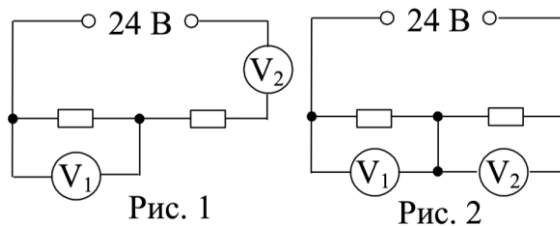
$$t = \frac{0 - v_0}{-a} = \frac{\sqrt{2}v}{a} = \frac{\sqrt{2}S}{v} \approx 7 \text{ с.}$$

**Критерии оценивания:**

- Определена начальная скорость поезда – 3 балл
- Найдено ускорение поезда – 3 балла
- Определено время торможения – 4 балла

**Задача 2. «Два вольтметра» (10 баллов)**

В приведенной на рисунке 1 схеме сопротивления резисторов одинаковы, напряжение источника равно 24 В и каждый из вольтметров показывает 6 В. Какими будут показания вольтметров, если их включить так, как показано на рисунке 2?



**Возможное решение.** Обозначим сопротивление каждого резистора через  $R$ . Сначала рассмотрим схему 1. На правом резисторе напряжение равно  $U_{R2} = 24 - 6 - 6 = 12$  В. Поскольку через этот резистор идет такой же ток, как через вольтметр  $V_2$ , то сопротивление второго вольтметра

$$R_{V2} = \frac{U_2}{I} = \frac{U_2}{U_{R2}/R} = \frac{R}{2}.$$

Левый резистор и вольтметр  $V_1$  соединены параллельно, следовательно,

$$\frac{U_1}{I} = \frac{R_{V1}R}{R_{V1} + R} \rightarrow \frac{R}{2} = \frac{R_{V1}R}{R_{V1} + R},$$

откуда определим, что сопротивление первого вольтметра  $R_{V1} = R$ .

На схеме 2 в цепь последовательно включены два составных элемента – вольтметр  $V_1$  с параллельно включенным резистором, общее сопротивление этого элемента равно  $R/2$  и вольтметр  $V_2$  с параллельно включенным резистором, общее сопротивление этого

элемента равно  $R/3$ . Напряжение источника делится на этих элементах пропорционально их общим сопротивлениям:  $U_1 : U_2 = 3 : 2$  и составляет 14,4 В и 9,6 В соответственно.

**Критерии оценивания:**

- Сопротивление вольтметра  $V_2$  выражено через сопротивление резистора – 3 балла
- Сопротивление вольтметра  $V_2$  выражено через сопротивление резистора – 3 балла
- Найдены искомые показания вольтметров – 4 балла

**Задача 3. «Чашка с водой» (10 баллов)**

Чашка массой  $m = 400$  г вмещает  $V = 600$  мл воды. В начале опыта пустая чашка плавает на поверхности воды. В чашку тонкой струйкой наливают воду. Чашка тонет, когда её заполняют на  $2/3$  объема. Определите плотность материала, из которого изготовлена чашка. Плотность воды  $\rho_B = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. В ответе приведите формулу для определения плотности материала чашки в общем виде.

**Возможное решение:** пусть  $V_ч$  – объем материала чашки,  $V_B$  – объем налитой в чашку воды, когда она начинает тонуть, а  $V_0$  – объем, не заполненный при этом водой. Тогда:

$$m_ч = \rho_ч V_ч; \quad m_B = \rho_B V_B.$$

Условие плавания непосредственно перед началом погружения чашки:

$$\rho_B g(V_ч + V_0) = (m_B + m_ч)g \quad \rightarrow \quad \rho_B \left( \frac{m_ч}{\rho_ч} + V_0 \right) = \rho_B V_B + m_ч \quad \rightarrow$$
$$\rho_ч = \frac{m_ч \rho_B}{m_ч - \rho_B (V_0 - V_B)} = \frac{0,4 \cdot 10^3}{0,4 - 10^3 (0,6 - 0,4) 10^{-3}} = 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

**Критерии оценивания:**

- Правильно записана формула для архимедовой силы – 2 балла
- Записано условие плавания чашки перед началом погружения – 3 балла
- Выполнены математические преобразования, выражена  $\rho_ч$  – 3 балла
- Получен верный числовой ответ – 2 балла

**Задача 4. «Туда и обратно» (10 баллов)**

В двух одинаковых бочках находится одинаковое количество воды. Температура воды в первой бочке  $t_1 = 20$  °С, а во второй бочке –  $t_2 = 60$  °С. Из первой бочки перелили некоторое количество воды во вторую, и в ней установилась температура  $t = 50$  °С. Затем из второй бочки перелили такое же количество воды в первую так, что воды в бочках снова стало поровну. Какая температура  $t_x$  установится в первой бочке? Всеми потерями тепла во внешнюю среду и механической работой, совершённой при переливании воды, пренебречь.

**Возможное решение.** Запишем уравнение теплового баланса для содержимого во второй бочке, после переливания туда воды массой  $m_x$  из первой бочки:

$$c_B m_x (t - t_1) = c_B m (t_2 - t),$$

где  $m$  – начальная масса воды в каждой бочке. Отсюда найдем

$$m_x = \frac{m(t_2 - t)}{(t - t_1)} = \frac{m}{3}.$$

После переливания в первой бочке осталось воды  $m - m_x = 2m/3$ .

Запишем уравнение теплового баланса для содержимого в первой бочке, когда туда обратно перелили воду массой  $m_x$  из второй бочки:

$$c_B \frac{m}{3} (t - t_x) = c_B \frac{2m}{3} (t_x - t_1) \quad \rightarrow \quad t_x = \frac{t + 2t_1}{3} = 30 \text{ °С}.$$

**Критерии оценивания:**

- Верно записано выражение теплового баланса в 1 случае – 3 балла
- Верно определено соотношение между массами воды – 2 балла
- Верно записано выражение теплового баланса во 2 случае – 3 балла
- Получен правильный ответ – 2 балла

**Задача 5. «На дороге» (10 баллов)**

По прямой дороге автомобили движутся один за другим со скоростью  $v = 60$  км/час. Они проезжают мимо дорожного указателя с интервалом времени  $T_0 = 1$  мин, а мимо едущего вдоль дороги велосипедиста с интервалом времени  $T = 40$  с. В какую сторону едет велосипедист и с какой скоростью?

**Возможное решение.** Так как  $T < T_0$ , то велосипедист едет навстречу автомобилям. Пусть  $L$  – расстояние между велосипедистами. Тогда в неподвижной системе отсчета, связанной с дорожным знаком  $L = vT_0$ , а подвижной системе отсчета, связанной с велосипедистом  $L = (v + u)T$ , где  $u$  – скорость велосипедиста. Следовательно,

$$vT_0 = (v + u)T \quad \rightarrow \quad u = v \left( \frac{T_0}{T} - 1 \right) = 30 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

**Критерии оценивания:**

- Определено направление движения велосипедиста – 2 балла
- Записана формула для  $L$  в неподвижной системе отсчета – 2 балла
- Записана формула для  $L$  в подвижной системе отсчета – 3 балла
- Получен правильный ответ – 3 балла