



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019-2020 гг.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП
ФИЗИКА
9 КЛАСС

Максимальное количество баллов – 50 баллов.

На решение заданий школьного этапа олимпиады по физике школьникам 9 класса отводится 2,5 астрономических часа.

Задача №1 (10 баллов)

Маша и Петя качаются на массивном бревне. Известно, что бревно уравновешено, если Маша сидит на одном, а Петя на другом конце бревна. Если же подвинуть бревно, и Маша с Петей сядут на один конец вместе, то система тоже будет находиться в равновесии. Бревно имеет длину $l = 3$ м, в первом случае длина левой части бревна $a = 1$ м, во втором случае она составляет $c = 50$ см. Определите, во сколько раз отличаются массы Маши и Пети.

Возможное решение и критерии оценивания:

В первом случае плечо силы тяжести Пети (m_1) – 1 м, плечо силы тяжести Маши (m_2) – 2 м. Плечо силы тяжести бревна – 0,5 м. Уравнение моментов тогда будет выглядеть так:

$$m_1 g \cdot a = M g \cdot \left(\frac{l}{2} - a\right) + m_2 g \cdot (l - a) \quad \mathbf{3 \text{ балла}}$$

Или, упрощая,

$$m_1 \cdot 1 = M \cdot (1,5 - 1) + m_2 \cdot (3 - 1)$$

$$m_1 = 0,5M + 2m_2$$

Или

$$M = 2m_1 - 4m_2 - \quad \mathbf{2 \text{ балла}}$$

Во втором случае наше уравнение моментов выглядит так:

$$M g \cdot \left(\frac{l}{2} - c\right) = (m_1 + m_2) g \cdot c \quad \mathbf{1 \text{ балл}}$$

$$M = 0,5(m_1 + m_2) - \quad \mathbf{2 \text{ балла}}$$

Приравняем обе массы бревна, полученные из первого и второго условий.

$$2m_1 - 4m_2 = 0,5(m_1 + m_2)$$



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019-2020 гг.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП
ФИЗИКА
9 КЛАСС

$$1,5m_1 = 4,5m_2$$

Тогда

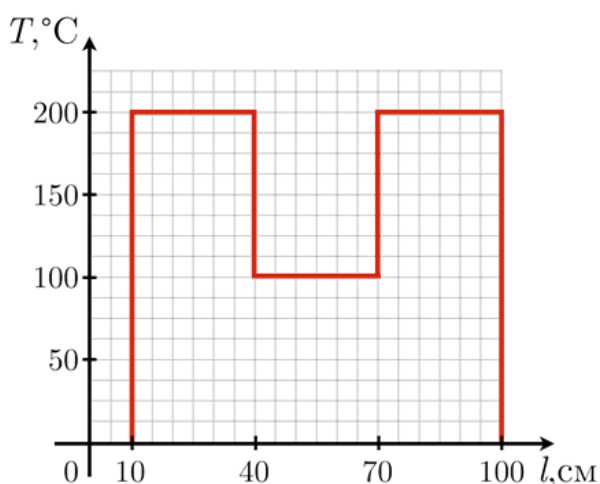
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{4,5}{1,5} = 3$$

2 балла **Ответ: Петя тяжелее**

Маши втрое.

Задача №2 (10 баллов)

На рисунке показано распределение температуры вдоль тонкого однородного теплоизолированного стержня длиной 90 см в некоторый момент времени. Какая температура стержня установится через достаточно долгое время? Ответ выразить в $^{\circ}\text{C}$, округлив до целых.



Возможное решение и критерии оценивания:

Все количество теплоты, которым мы располагаем – это площадь под графиком (умноженная на некоторый коэффициент). Правая и левая части стержня будут остывать, отдавая тепло центральной части. При этом, если правая и левая остывают на градус, центральная должна нагреться на 2 градуса (теплообмена с окружающей средой нет, и тепло не теряется) - **4 балла**

Поэтому, чтобы не распределять теплоту «вручную», рискуя ошибиться, просто определим имеющееся тепло и разделим его на все три части поровну. - **2 балла**



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019-2020 гг.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП
ФИЗИКА
9 КЛАСС

Воспользуемся при этом методом “теплового банка” – охладим все части стержня до нуля, поместив тепло в такой “банк”, а потом раздадим “всем сестрам по серьгам” – поровну каждой части стержня:

$$Q = cm_1\Delta t_1 + cm_1\Delta t_2 + cm_1\Delta t_3 = cm(\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3) = cm(200 + 100 + 200) = 500cm$$

$$\frac{Q}{3} = \frac{500cm}{3}$$

- 2 балла

Тогда $\Delta t = \frac{500}{3} = 167$

- 2 балла

Ответ: 167° С.

Задача №3 (10 баллов)

Поезд начал торможение на расстоянии $L_0 = 200$ м от станции. Доедет ли поезд до станции, идущий со скоростью $v_0 = 30$ м/с через $t = 7$ с после начала торможения с ускорением $a = -5$ м/с²? Ответ дать в метрах. Округлить до целых.

Возможное решение и критерии оценивания:

Если предположить, что торможение длилось все 7 секунд, то проекция конечной скорости должна стать отрицательной

$$v_x = v_0 - at = -5 \quad \textbf{- 3 балла}$$

Поскольку вряд ли поезд, остановившись, двинулся в обратную сторону, то движение длилось до остановки поезда, а оставшуюся часть времени поезд просто стоял на месте. Тормозной путь поезда при движении с начальной скоростью v_0 и ускорением a до полной остановки

$$S = \frac{v_0^2}{2a} = 90. \quad \textbf{- 3 балла}$$



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019-2020 гг.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП
ФИЗИКА
9 КЛАСС

Окончательно, расстояние до станции

$$L = L_0 - S = L_0 - \frac{v_0^2}{2a} = 110. \quad \mathbf{3 \text{ балла}}$$

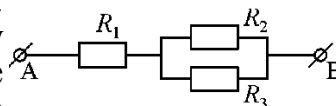
Сделан правильный вывод, дан правильный ответ на вопрос задачи

Ответ: 110 м., не доедет 1 балл

Задача № 4 (10 баллов)

Нагреватель состоит из трёх элементов, сопротивления которых $R_1 = R_2 = R$, $R_3 = 3R$.

Элементы соединены так, как показано на рисунке. Нагреватель подключён к клеммам А и В, между которыми поддерживается постоянное напряжение. Какое количество теплоты Q_3 выделится на сопротивлении R_3 за 1 минуту, если за 15 секунд на элементе R_1 выделяется $Q_1 = 160$ Дж теплоты?



Возможное решение и критерии оценивания:

По закону Джоуля–Ленца $Q_1 = I_1^2 R_1 t_1$, $Q_3 = I_3^2 R_3 t_2$. **- 2 балла**

Так как элементы R_2 и R_3 соединены параллельно и подключены к элементу R_1 последовательно, то $I_1 = I_2 + I_3$, и $I_2 R_2 = I_3 R_3$. **- 3 балла**

Отсюда имеем: $I_3 = \frac{1}{4} I_1$. **- 3 балла**

$$Q_3 = \left(\frac{1}{4} I_1\right)^2 3R_1 t_2 = \left(\frac{1}{4} I_1\right)^2 3R_1 t_1 \frac{t_2}{t_1} = \frac{3}{16} Q_1 \frac{t_2}{t_1} = \frac{3}{16} \cdot 160 \cdot \frac{60}{15} = 120 \text{ Дж.}$$

Получена конечная формула для расчета мощности – **1 балл**

Правильно получено числовое значение для количества теплоты – **1 балл**

Ответ: $Q_3 = \frac{3}{16} Q_1 \frac{t_2}{t_1} = 120 \text{ Дж.}$

Задача № 5 (10 баллов)

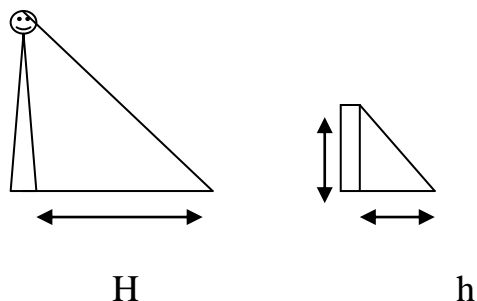


ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019-2020 гг.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП
ФИЗИКА
9 КЛАСС

Предложите способ для измерения своего роста по собственной тени, если у вас имеется только метровая линейка с сантиметровыми делениями? Поясните предложенный способ рисунком.

Возможное решение и критерии оценивания:

Необходимо поставить линейку вертикально, отметить границу своей тени и тени от линейки, а затем измерить длину теней H и h соответственно, тогда рост определится как $L = \frac{H}{h} \cdot l$, где l - длина линейки.



Критерии:

1. Дан правильный ответ – 1 балл
2. Предложен способ измерения роста – 5 баллов
3. Сделан пояснительный рисунок – 2 балла
4. Записана формула для определения роста – 2 балла