

**Всероссийская олимпиада школьников по физике
2017-2018 учебный год
Школьный этап**

Возможные решения задач и критерии оценивания

10 класс

Задача № 1

Пассажир поезда, идущего со скоростью $v = 15$ м/с, видит в окне встречный поезд длиной $L = 200$ м в течение времени $t = 5$ с. Какова скорость u встречного поезда?

Решение:

Относительная скорость, с которой движутся поезда, равна $\frac{200}{5} = 40$ м/с. 2 балла

Скорость встречного поезда: $40 - 15 = 35$ м/с. 3 балла

Максимальное количество баллов за задачу 5 баллов.

Задача № 2

Тело движется равноускоренно без начальной скорости. За какой промежуток времени это тело пройдет пятый метр своего пути, если первый метр оно проходит за 2 секунды?

Решение:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$l = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2l}{a}} \quad \text{время прохождения первого метра пути,}$$

тогда n метров проходит за время $t_n = \sqrt{\frac{2nl}{a}}$

Значит, n -ый метр проходит за время $t_n - t_{n-1} = \sqrt{\frac{2nl}{a}} - \sqrt{\frac{2(n-1)l}{a}} = \sqrt{\frac{2l}{a}}(\sqrt{n} - \sqrt{n-1}) = t_1(\sqrt{n} - \sqrt{n-1})$

$$t = 2c(\sqrt{5} - \sqrt{5-1}) = 0.47c$$

Записана общая формула для пути при равноускоренном движении: 1 балл

Формула пути при $v_0 = 0$ м/с 2 балла

Найдено время, за которое проходит тело первый метр своего пути 1 балл

Найдено время за n метров 1 балл

Найдено время, за которое тело проходит n -й метр пути 3 балла

Сделаны вычисления и получен правильный ответ 0,47 секунд 2 балла

Максимальное количество баллов за задачу 10 баллов.

Задача № 3

Когда на льдину поставили груз массой $M = 90$ кг, объем ее надводной части уменьшился на 30%. Потом на льдину вышел школьник Антон, и объем надводной части уменьшился еще на 30%. Найдите массу Антона и массу льдины. Отношение плотностей льда и воды равно 0,9.

Решение:

Используя закон Архимеда найдем:

объем надводной части льдины массой без грузов $V_0 = \frac{M_0}{\rho_{\text{л}}} - \frac{M_0}{\rho_{\text{в}}}$; 2 балла

объем подводной части с грузом массой M : $V_1 = \frac{M_0}{\rho_{\text{л}}} - \frac{M_0 + M}{\rho_{\text{в}}}$, M_0 – масса льдины. 2 балла

объем надводной части с грузом массой M и школьником массой m :

$$V_2 = \frac{M_0}{\rho_l} - \frac{M_0 + M + m}{\rho_e}$$

2 балла

Таким образом:

$$V_1 = 0,7V_0;$$

1 балл

$$V_2 = 0,7V_1.$$

1 балл

Откуда находим массу льдины: $M_0 = 30M = 2700$ кг

1 балл

и массу школьника: $m = 0,7M = 63$ кг.

1 балл

Максимальное количество баллов за задачу 10 баллов.

Задача № 4

Необходимо расплавить лед массой 0,2 кг, имеющий температуру 0 °С. Выполнима ли эта задача, если потребляемая мощность нагревательного элемента – 400 Вт, тепловые потери составляют 30%, а время работы нагревателя не должно превышать 5 минут?

Решение

Количество теплоты, необходимое для плавления льда $Q_1 = \lambda m$,

2 балла

где λ - удельная теплота плавления льда.

Подведенное тепло $Q_2 = \eta Pt$

2 балла

$$Q_1 = 66 \text{ кДж}$$

1 балл

$$Q_2 = 84 \text{ кДж}$$

1 балл

Следовательно, $Q_1 < Q_2$.

3 балла

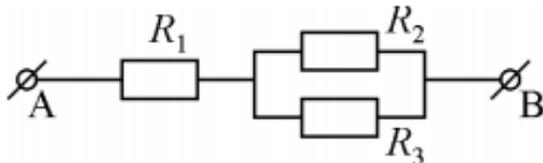
Задача выполняема.

1 балл

Максимальное количество баллов за задачу 10 баллов.

Задача № 5

Нагреватель состоит из трёх элементов, сопротивления которых $R_1 = R_2 = R$, $R_3 = 3R$. Эти 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? (10 баллов)



Решение

По закону Джоуля–Ленца $Q_1 = I_1^2 R_1 t_1$, $Q_3 = I_3^2 R_3 t_2$. 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 $I_2 R_2 = I_3 R_3$. Отсюда имеем: $I_3 = \frac{1}{4} I_1$, и

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

Записан закон Джоуля–Ленца для каждого случая

2 балла

Правильно определено подключение проводников

1 балл

Записаны формулы для вычисления силы тока и напряжения

при последовательном и параллельном соединении

2 балла

Записано выражение для силы тока на третьем резисторе

2 балла

Записано выражение для вычисления количества теплоты на третьем резисторе

2 балла

Получен верный ответ

1 балл

Максимальное количество баллов за задачу 10 баллов.

Максимальное количество баллов за работу 45 баллов.