

Областной конкурс «Юные дарования» 2018/2019

«Юный знаток физики»

Очный тур

8 класс

Максимальное количество баллов – 25

Задача № 1 (5 баллов).

Какую емкость имел новый тульский самовар-рекордсмен, если при КПД 50 % он закипал за 20 минут и потреблял ежеминутно 460 г древесного угля, удельная теплота сгорания которого 35 МДж/кг? Начальная температура воды 15°C.

Задача № 2 (5 баллов).

Какое усилие необходимо приложить, чтобы поднять груз 1000 Н с помощью подвижного блока? Какая совершится работа при подъеме груза на 1 м? (Вес блока и трение не учитывать).

Задача № 3 (5 баллов).

Свеча находится на расстоянии 12,5 см от собирающей линзы, оптическая сила которой равна 10 дптр. На каком расстоянии от линзы получится изображение и каким оно будет?

Задача № 4 (5 баллов).

Определите сопротивление нагревательного элемента электрического чайника, в котором 1,8 л воды с начальной температурой 10°C нагревается до кипения за 22,5 мин. Электрический чайник работает от сети с напряжением 120 В и имеет КПД 80%. Чему равна сила тока в нагревательном элементе?
($c = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$)

Задача № 5 (5 баллов).

Машина проехала расстояние $L = 160$ км от города до деревни за время $t = 2$ часа. Её скорость на первом, хорошем, участке пути была на $\Delta v = 10$ км/час больше средней скорости на всём пути, а на втором, плохом, участке – на $\Delta v = 10$ км/час меньше средней скорости на всём пути. Чему равна длина S плохого участка пути?

Желаем успешного выполнения заданий!

Возможные решения и ответы

Задача № 1 (5 баллов).

Н	V	Решение
Д	$\eta = 50\%$ $\tau = 20 \text{ мин}$ $t_1 = 15^{\circ}\text{C}$ $t_2 = 100^{\circ}\text{C}$ $c = 4200 \text{ Дж/кг}^{\circ}\text{C}$ $q = 35 \text{ МДж/кг} = 35 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ $m_1 = 0,46 \text{ кг}$ $\tau_1 = 1 \text{ мин}$	$Q_1 = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$ – количество теплоты, необходимое, чтобы закипятить воду в самоваре, где $m = \rho \cdot V$. Тогда $Q_1 = c \cdot \rho \cdot V \cdot (t_2 - t_1)$. Q_2 – количество, теплоты которое выделится при сгорании древесного угля: $Q_2 = q \cdot m$, где $m = m_1 \cdot \tau$, т.е $Q_2 = q \cdot m_1 \cdot \tau$. Так как $\eta = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{\text{зат}}} \cdot 100\%$,

где $Q_1 = Q_{\text{пол}}$, $Q_2 = Q_{\text{зат}}$. $Q_1 = Q_2 \cdot \eta$ или $c \cdot \rho \cdot V \cdot (t_2 - t_1) = \eta \cdot q \cdot m_1 \cdot \tau$. Отсюда

$$V = \frac{\eta \cdot q \cdot m_1 \cdot \tau}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)} \text{ или}$$

$$V = \frac{0,5 \cdot 0,46 \cdot 20 \cdot 35 \cdot 10^6 \text{ м}^3}{1000 \cdot 4200 \cdot (100 - 15)} \approx 0,452 \text{ м}^3 \approx 452 \text{ дм}^3 = 452 \text{ л}$$

Ответ: $V = 452 \text{ л}$

Задача № 2 (5 баллов).

Работу по подъёму груза можно найти по формуле: $A = F \cdot S = P \cdot h$

$$A = 1000 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м} = 1000 \text{ Дж} = 1 \text{ кДж}$$

Ответ: надо приложить силу $F = 500 \text{ Н}$. Совершена работа $A = 1 \text{ кДж}$

Задача № 3 (5 баллов).

Н	f, Г	Решение
Д	$d = 12,5 \text{ см} = 0,125 \text{ м}$ $D = 10 \text{ дптр}$	Оптическая сила линзы $D = \frac{1}{F}$, где

Н	F, А	Решение
Д	$P = 1000 \text{ Н}$ $S = h = 1 \text{ м}$	Подвижной блок даёт выигрыш в силе в два раза: $F = \frac{P}{2}, F = \frac{1000 \text{ Н}}{2} = 500 \text{ Н}$

F – фокусное расстояние линзы, выраженное в метрах. Следовательно, из этой

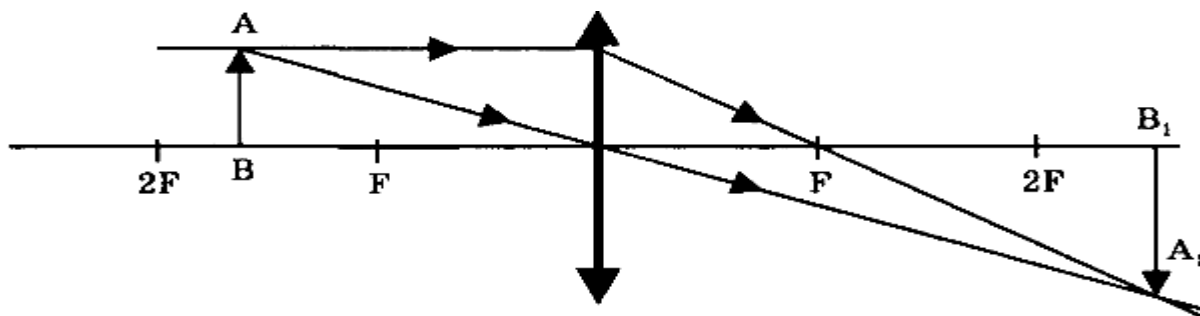
формулы выразим F : $F = \frac{1}{D}$ или $F = \frac{1}{10 \text{ дптр}} = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см}$

Так как расстояние d между предметом (свечой) и линзой больше фокусного расстояния, формула тонкой линзы будет иметь вид: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, откуда

найдем расстояние между изображением свечи и линзой:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \text{ или } f = \frac{F \cdot d}{d - F}, \text{ т.е. } f = \frac{0,1 \text{ м} \cdot 0,125 \text{ м}}{0,125 \text{ м} - 0,1 \text{ м}} = 0,5 \text{ м} = 50 \text{ см}$$

Теперь можем найти увеличение предмета: $\Gamma = \frac{f}{d}$ или $\Gamma = \frac{0,5 \text{ м}}{0,125 \text{ м}} = 4$



Из рисунка видно, что изображение свечи действительное (получается на самих лучах), перевёрнутое, увеличенное.

Ответ: $f = 50$ см, $\Gamma = 4$, изображение действительное, увеличенное, перевёрнутое.

Задача № 4 (5 баллов).

Н	R, I	Решение
Д	$\eta = 80\%$ $\tau = 20$ мин $t_1 = 10^\circ\text{C}$ $t_2 = 100^\circ\text{C}$ $c = 4200$ Дж/кг $^\circ\text{C}$ $\tau = 22,5$ мин = 1350 с $U = 120$ В $V = 1,8$ л = $1,8 \cdot 10^{-3}$ м 3	$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$ – количество теплоты, необходимое, чтобы закипятить воду в чайнике, где $m = \rho \cdot V$. Тогда $Q = c \cdot \rho \cdot V \cdot (t_2 - t_1)$. А – работа, совершаемая нагревательным элементом чайника, $A = I \cdot U \cdot \tau$. Но $\eta = \frac{Q}{A} \cdot 100\%$. Откуда $Q = \eta \cdot A$ или $c \cdot \rho \cdot V \cdot (t_2 - t_1) = \eta \cdot I \cdot U \cdot \tau$, тогда

$$I = \frac{c \cdot \rho \cdot V \cdot (t_2 - t_1)}{\eta \cdot U \cdot \tau} \text{ или}$$

$$I = \frac{4200 \cdot 1000 \cdot 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot (100 - 10)}{0,8 \cdot 120 \cdot 1350} \approx 5,25 \text{ А}$$

$$R = \frac{U}{I} \text{ или } R = \frac{120 \text{ В}}{5,25} \approx 22,86 \text{ Ом}$$

Ответ: $I \approx 5,25$ А, $R \approx 22,86$ Ом

Задача № 5 (5 баллов).

Н	S	Решение
Д	$L = 160$ км $v_1 - v_{\text{ср}} = \Delta v = 10$ км/час $t = 2$ ч $v_{\text{ср}} - v_2 = \Delta v = 10$ км/час	Средняя скорость машины на всём пути $v_{\text{ср}} = \frac{L}{t}$ или $v_{\text{ср}} = \frac{160 \text{ км}}{2 \text{ ч}} = 80 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Тогда на первом участке пути машина имела

скорость: $v_1 - v_{\text{ср}} = \Delta v$ $v_1 = v_{\text{ср}} + \Delta v$ или $v_1 = 80 \text{ км/ч} + 10 \text{ км/ч} = 90 \text{ км/ч}$,

а на втором участке: $v_2 = v_{\text{ср}} - \Delta v$ или $v_2 = 80 \text{ км/ч} - 10 \text{ км/ч} = 70 \text{ км/ч}$

Среднюю скорость на всём пути можно выразить через длины участков пути и

скорости на них: $v_{\text{ср}} = \frac{L}{t} = \frac{L}{\frac{L-S}{v_1} + \frac{S}{v_2}} = \frac{Lv_2v_1}{v_2 \cdot L - S(v_1 - v_2)}$, где $t = t_1 + t_2$, а

$$t_1 = \frac{L-S}{v_1}, t_2 = \frac{S}{v_2}. \text{ Средней скорости, выразим } S: S = \frac{Lv_2(v_{\text{ср}} - v_1)}{v_{\text{ср}}(v_1 - v_2)} \text{ или}$$

$$S = \frac{160 \cdot 70(90 - 80)}{80 \cdot (90 - 70)} = 70 \text{ км}$$

Ответ: $S = 70$ км