

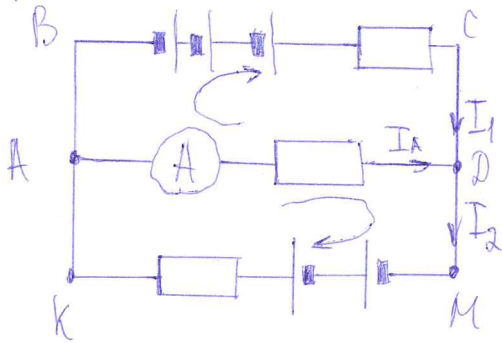


Олимпиада «Звезда» - Таланты на службе обороны и безопасности» по физике

Задание	1	2	3	4	5	Всего
Баллы	10	12	15	0	13	50

Вариант 2

№3.



Решение:

В произвольном направлении протечем ток  $I_1, I_2, I_A$  в контурах. Ток через амперметр  $I_A$ . Запишем I и II законы Кирхгофа для узла D и контуров ABCD и ADMK с обходом, по ходу тока на рисунке:

I з. Кирхгофа:

$$I_1 + I_A = I_2 \quad (1)$$

II з. Кирхгофа:

для контура ABCD:  $3\epsilon = I_1 R - I_A R \quad (2)$

для контура ADMK:  $2\epsilon = I_2 R + I_A R \quad (3)$

Из (1), (2) и (3) имеем систему уравнений:

$$\begin{cases} I_1 + I_A = I_2 \\ 3\epsilon = I_1 R - I_A R \\ 2\epsilon = I_2 R + I_A R \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I_1 + I_A = I_2 \\ 6\epsilon = 2R(I_1 - I_A) \\ 6\epsilon = 3R(I_2 + I_A) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I_1 + I_A = I_2 \\ I_A = \frac{2I_1 - 3I_2}{5} \end{cases} \rightarrow (1) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow I_1 + \frac{2I_1 - 3I_2}{5} = I_2 \Leftrightarrow I_1 = \frac{8}{7}I_2 \Rightarrow I_A = \frac{2I_1 - 3I_2}{5} = \frac{2 \cdot \frac{8}{7}I_2 - 3I_2}{5} = \frac{-I_2}{7}$$

$$I_A = \frac{-I_2}{7} \rightarrow (3): 2\epsilon = R(I_2 - \frac{I_2}{7}) \Rightarrow I_2 = \frac{14\epsilon}{6R}, \text{ тогда } I_A = \frac{-14\epsilon}{42R} =$$

$= -\frac{\epsilon}{3R} = -0,2A.$  Знак минус означает, что ток течет в направлении, противоположном предположенному, то есть  $I_A$  течет справа налево через амперметр.

Ответ:  $I_A = 0,2A$

(15)

№5

Дано:

$R_1 = 50 \text{ см}$   
 $d = 25 \text{ см}$   
 $n = 1,5$

$f = ?$   
 $\Gamma = ?$

Решение:

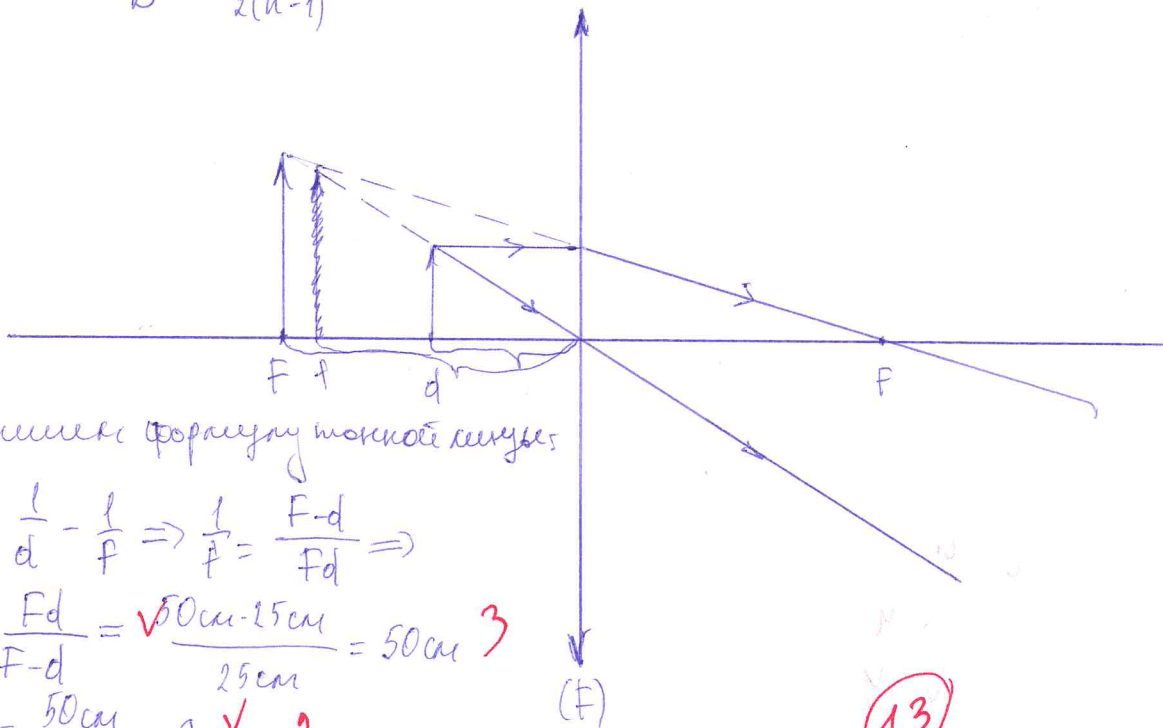
Найдем оптическую силу линзы: (обращаемся, т.к. одна сторона выпуклая, другая вогнутая)

$$D = \frac{1}{R_1} \cdot \left( \frac{n}{n_0} - 1 \right) = \frac{1}{R_1} \cdot (n - 1) = \frac{(n-1)}{R_1} \checkmark 4$$

Т.к. выпуклая сторона посередине, мы имеем своеобразное зеркало, т.е. систему "линза + зеркало", которая эквивалентна двум праматыви грее к грее линзам. В свою очередь две праматыви линзы можно заменить на одну с оптической силой  $D'$  равной сумме оптических сил линз.

Т.е.  $D' = D + D = 2D = \frac{2 \cdot (n-1)}{R_1}$ . Найдем фокусное расстояние

$$F = \frac{1}{D'} = \frac{R_1}{2(n-1)} = 50 \text{ см} \checkmark 4$$



Заменим формулу тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{F-d}{Fd} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f = \frac{Fd}{F-d} = \frac{50 \text{ см} \cdot 25 \text{ см}}{50 \text{ см} - 25 \text{ см}} = 50 \text{ см} \checkmark 3$$

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{50 \text{ см}}{25 \text{ см}} = 2 \checkmark 2$$

Ответ:  $f = 50 \text{ см}$ ,  $\Gamma = 2$

№2.

Дано:

$T_x = 0 = 273 \text{ K}$   
 $T_H = 100^\circ \text{C} = 373 \text{ K}$   
 $m = 10002 = 1 \text{ кг}$   
 $r = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$   
 $\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

$M = ?$

Решение:

КПД тепловой машины Карно:

$$\eta = \frac{T_H - T_x}{T_H} = \frac{Q_x - Q_H}{Q_x} \checkmark 3$$

$$Q_x = \lambda M \checkmark 3$$

$$Q_H = rM \checkmark 3$$

$$Q_x - Q_H = Q_x \cdot \left( \frac{T_H - T_x}{T_H} \right) \Rightarrow Q_x = \frac{Q_H}{\left( 1 - \frac{T_H - T_x}{T_H} \right)} = \frac{Q_H T_H}{T_x}$$

$$\lambda M = \frac{rM T_H}{T_x} \Rightarrow M = \frac{rM T_H}{T_x \lambda} \checkmark 3$$



Олимпиада «Звезда» - Таланты на службе обороны и безопасности»

$$M = \frac{\kappa m T_1}{\lambda T_2} = \frac{2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 1 \text{ кг} \cdot 373 \text{ К}}{3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 273 \text{ К}} = \frac{22,6 \cdot 373}{3,35 \cdot 273} \text{ кг} \approx 9 \text{ кг} \quad ?$$

Ответ:  $\approx 9 \text{ кг}$



Дано:  
 $R_1 = 10 \text{ см} = 10^{-1} \text{ м}$   
 $m = 0,1 \text{ г} = 10^{-4} \text{ кг}$   
 $\varphi = 5 \text{ кВ} = 5 \cdot 10^3 \text{ В}$   
 $v = \frac{1}{c}$   
 $R_2 = ?$

№4  
 Решение:  
 При разрыве оболочки:  $\varphi = \frac{kQ}{R_1}$ ,  $Q$  - суммарный заряд,  $Q$  - суммарный заряд,  $Q$  - суммарный заряд,  $Q$  - суммарный заряд.  
 Закон сохранения энергии:  
 $(\varphi_i - \varphi'_i) q_i = \frac{m_i v_i^2}{2}$ , где  $m_i, q_i$  - масса и заряд одного элемента;  
 $\sum_i (\varphi_i - \varphi'_i) q_i = \sum_i \frac{m_i v_i^2}{2}$   $\varphi'_i$  - потенциал точки, в которой находится элемент;  
 $(\varphi - \varphi') Q = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow \varphi' = \varphi - \frac{m v^2}{2Q} = \varphi - \frac{m v^2 k}{2\varphi R_1}$   
 $\varphi' = \frac{kQ}{R_2} = \varphi - \frac{m v^2 k}{2\varphi R_1}$   
 $\Leftrightarrow k \cdot \frac{\varphi R_1}{k R_2} = \varphi - \frac{m v^2 k}{2\varphi R_1}$   
 $\Leftrightarrow \frac{\varphi R_1}{R_2} = \frac{2\varphi^2 R_1 - m v^2 k}{2\varphi R_1} \Rightarrow R_2 = \frac{2\varphi^2 R_1}{2\varphi^2 R_1 - m v^2 k} =$   
 $= \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^3 - 5 \cdot 10^3 \cdot 9 \cdot 10^{-9} \cdot 10^{-1} \text{ м}}{2 \cdot 5 \cdot 10^3 - 5 \cdot 10^3 \cdot 9 \cdot 10^{-9} \cdot 10^{-1} \text{ м} - 10^{-4} \text{ кг} \cdot \frac{1 \text{ м}^2}{\text{с}^2} \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{\text{В}^2 \cdot \text{с}^2}{\text{кг} \cdot \text{м}}}$

$$= \frac{5}{4} \text{ м} \approx 0,125 \text{ м}$$

Ответ:  $R_2 \approx 0,125 \text{ м}$



N 1.

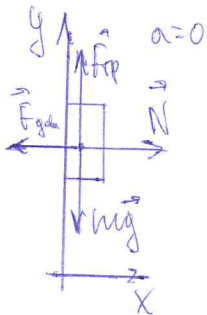
Дано:

$U, k, \rho, V$

$S = 5$

$m = ?$

Решение:



II закон Ньютона:

$$0 = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{пруж}} + \vec{F}_{\text{тр}}$$

$$OX: N = F_{\text{пруж}}$$

$$OY: F_{\text{тр}} = mg. \text{ В состоянии покоя используем } F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$\Rightarrow \mu N = mg \quad \checkmark \quad 4$$

$$\Leftrightarrow \mu F_{\text{пруж}} = mg$$

$$\Leftrightarrow \mu \rho S v^2 = mg \quad \checkmark \quad 4$$

У закона сохранения скорости:  $v^1 = v + u$

$$\mu \rho S (v + u)^2 = mg$$

$$m = \frac{\mu \rho S (v + u)^2}{g}$$

Ответ: при  $m = \frac{\mu \rho S (v + u)^2}{g} \quad \checkmark \quad 2$

10