

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

123433

Шифр _____

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Колбин Илья Дмитриевич

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Киров, КОГОАУ, Вятская гимназия
" гимназия с угл. изучением Англ. языка

Регистрационный номер ЦМ9102

Вариант задания 5

Дата проведения " 23 " МАРТА 20 17 г.

Подпись участника



73 / Сильдесан Грм

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

123433

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
6	4	10	8	8	10	5	10	9	3	73

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

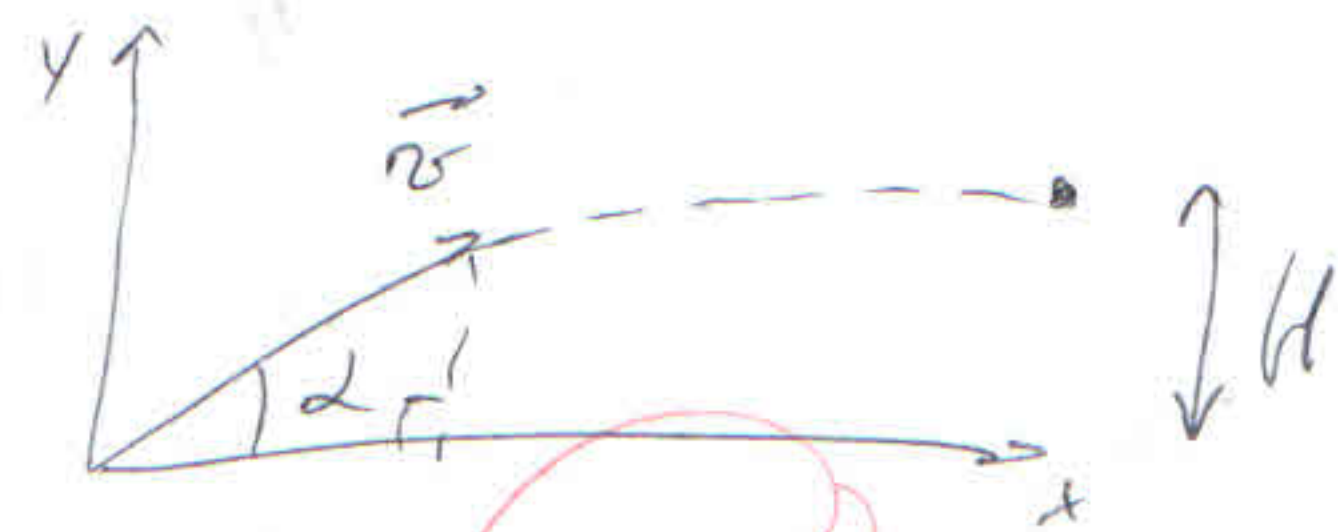
123433

Вариант № 5

1. $m = 2 \text{ кг}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $E = E_{k0} = 225 \text{ Дж}$
 $t = ?$

$E_{k0} = \frac{mv^2}{2}$; $v = \sqrt{\frac{2E_{k0}}{m}}$
 3 СЭ (когда тело на макс. высоте H): $E_{k0} = E_k + E_{п}$

$\frac{mv^2}{2} = mgH + \frac{mv^2 \cos^2 \alpha}{2} = v_x^2$
 $H = \frac{E_k (1 - \cos^2 \alpha)}{mg} = \frac{E_k \sin^2 \alpha}{mg}$



0y: $H = v_y t - \frac{gt^2}{2}$

$\frac{E_k \sin^2 \alpha}{mg} = v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$

$\frac{g}{2} t^2 - v \sin \alpha \cdot t + \frac{E_k \sin^2 \alpha}{mg} = 0 \Rightarrow \frac{g}{2} t^2 - \sqrt{\frac{2E_{k0}}{m}} \sin \alpha \cdot t + \frac{E_k \sin^2 \alpha}{mg} = 0$

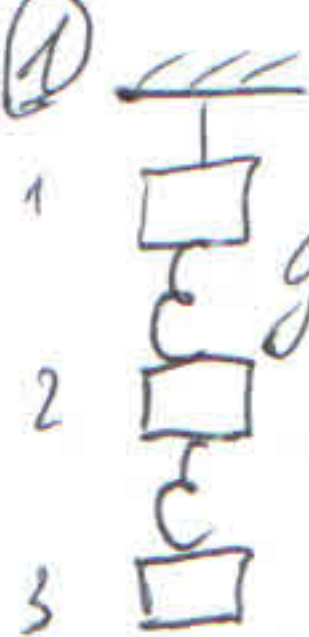
$5t^2 - \frac{15}{2}t + \frac{225}{9 \cdot 2 \cdot 10} = 0$

$D = 56,25 - 56,25 = 0$

$t = \frac{7,5}{10} = 0,75 \text{ с.}$

Ответ: 0,75 с.

2. $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $m_1 = 5 \text{ кг}$
 $m_2 = 1 \text{ кг}$
 $m_3 = 2 \text{ кг}$
 $T = ?$ $a = ?$



В подвешенном состоянии T (сила натяжения нити) равна mg системы грузов, где M — общая масса всех грузов (по условию пружинки не висели). Тогда $T = (m_1 + m_2 + m_3)g$

$T = 8 \cdot 10 = 80 \text{ Н}$

2) ~~$mg \cdot 2x = \frac{mv^2}{2}$~~

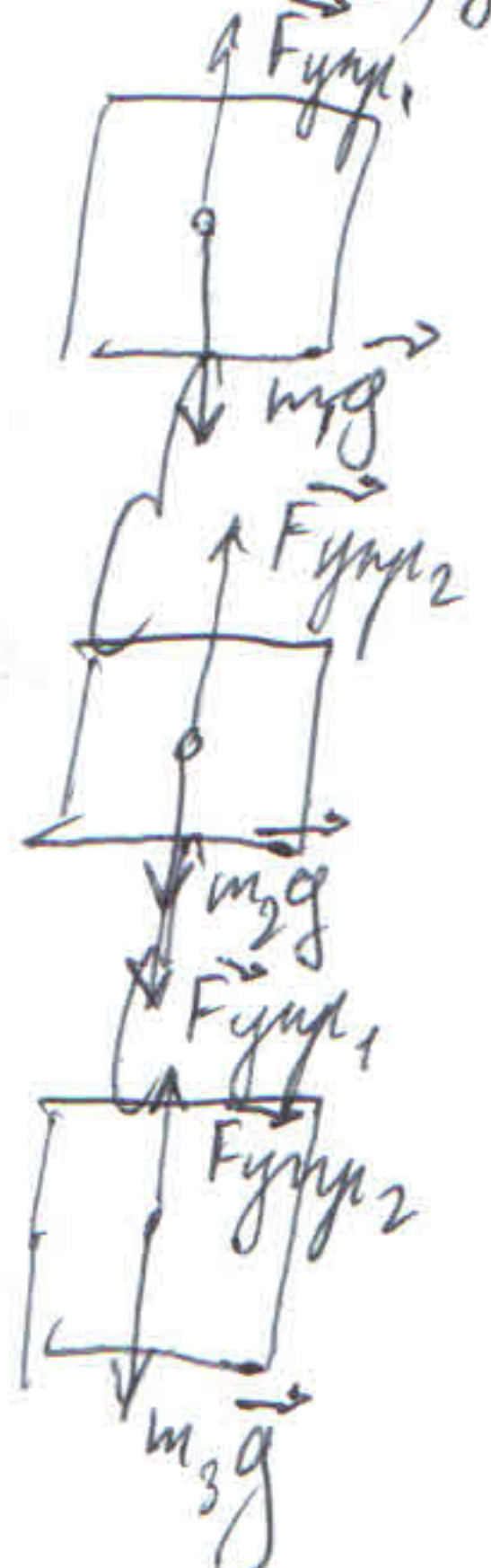
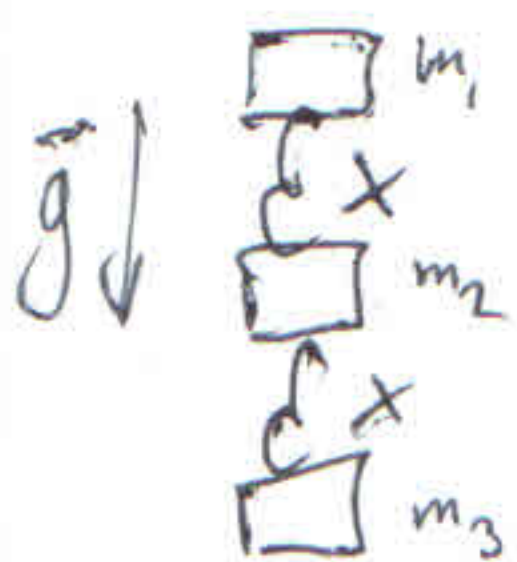
3 СЭ: $m_1 g \cdot 2x = \frac{m_1 v^2}{2}$

$v = \sqrt{2gx}$

$2x = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = 0$

$a = \frac{v^2}{4x} = \frac{4gx}{4x} = g = 10 \text{ м/с}^2$

Ответ: 80 Н; $g = 10 \text{ м/с}^2$



$$\sqrt{3} \cdot l$$

$$l_1 = \frac{l}{3}$$

$$T - ?$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} - \text{без груза}$$

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{2l}{3g}} - \text{период маятника с нитью } \frac{2l}{3}$$

П.к. груз находится прямо под точкой подвеса маятника, то у результирующего маятника время прохождения двух амплитуд (слева на рис.) будет равно $\frac{T_0}{2}$. Соответственно, ~~снова~~ для прохождения 2 А с периодом T_1 понадобится время $\frac{T_1}{2}$.

$$\text{Тогда общий период } T = T \sqrt{\frac{l}{g}} + \pi \sqrt{\frac{2l}{3g}} = T \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}\right) = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \frac{\sqrt{6}}{3}\right) = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \cdot \frac{3 + \sqrt{6}}{3}$$

$$\text{Ответ: } T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \cdot \frac{3 + \sqrt{6}}{3}$$

$$\sqrt{4} \cdot \frac{v}{2v}$$

$$\Delta t - ?$$

ЗСЭ:

$$P_1 + P_2 = P_0$$

$$28m - 8m = 2mv_0; \quad 2v = 2v_0; \quad v_0 = \frac{v}{2}$$

$$E_{k0} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{5mv^2}{2}$$

$$E_k = \frac{2mv_0^2}{2} = mv_0^2$$

нач. кинет. энергия

конеч. кин. энергия

$$\text{По ЗСЭ: } \Delta E_k = Q$$

$$\frac{10mv^2}{4} - \frac{mv^2}{4} = cA\Delta t; \quad \frac{9v^2}{4} = cA\Delta t \quad \Delta t = \frac{9v^2}{84c}$$

$$\text{Ответ: } \Delta t = \frac{9v^2}{84c}$$

$$\sqrt{5} \cdot V = 40 \text{ dm}^3 = 0.04 \text{ m}^3$$

$$m_B = 36 \text{ г}$$

$$m_A = 28 \text{ г}$$

$$M_B = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$M_A = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$t = 100^\circ \text{C}$$

$$x - ?$$



Пусть x — объём части с азотом.

При $t = 100^\circ \text{C}$ вода интенсивно испаряется, образуя водяной пар.

$$\text{По 3. Менделеева-Клапейрона: } p_B(V-x) = \nu_B R(T) = 273 \text{ К}$$

$$2p_A x = \nu_A R(T) = 273 \text{ К}$$

$$p_B(V-x) = \frac{m_B R T}{M_B}$$

$$p_A x = \frac{m_A R T}{M_A}$$

$$V-x = \frac{m_B R T}{M_B p_B}$$

$$x = \frac{m_A R T}{M_A p_A}$$

П.к. $T = \text{const}$, процесс изотермический.

Тогда на подвижную перегородку будет действовать сила давления водяного пара. Тогда система уравновесится, когда $p_A = p_B = p$.

$$\frac{V-x}{x} = \frac{m_B R T \cdot M_A p}{M_B p \cdot m_A R T} = \frac{m_B M_A}{M_B m_A}$$

$$x m_B M_A = V M_B m_A - x M_B m_A$$

$$x(m_B M_A + M_B m_A) = V M_B m_A$$

$$x = \frac{V M_B m_A}{m_B M_A + M_B m_A}$$

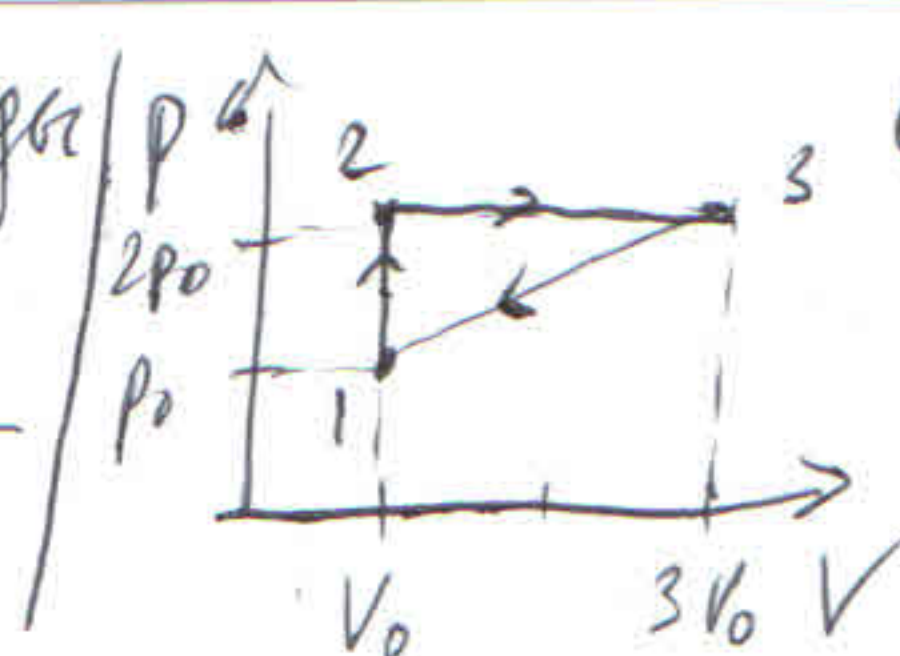
$$x = \frac{0.04 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{36 \cdot 10^{-3} \cdot 28 \cdot 10^{-3} + 18 \cdot 10^{-3} \cdot 28 \cdot 10^{-3}}$$

$$= \frac{0.04 \cdot 18}{3 \cdot 18} = 0.013 \text{ m}^3$$

$$\text{Ответ: } 13 \text{ dm}^3$$

№6. $j = 3$ -см. свободной
 $\lambda = 1$ нм

$$\frac{Q_{12}}{Q_{23}} = ?$$



① Тр-ц-2: $V = \text{const} \Rightarrow$ по I зар. мерногона-
 мика $Q_{12} = \Delta U$ ($\Delta V = 0 \Rightarrow A = 0$)

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} p_0 V_0$$

② Тр-ц 2-3: $p = \text{const} \Rightarrow Q_{23} = \Delta U + A$
 $\uparrow \quad \uparrow$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \cdot 2p_0 \cdot 2V_0 + 2p_0 \cdot 2V_0 = \frac{5}{2} \cdot 4p_0 V_0 = 10p_0 V_0$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{3p_0 V_0}{2 \cdot 10p_0 V_0} = \frac{3}{20} = 0,15$$

Ответ: 0,15

№7. R
 $R_0 = R/2$
 φ
 $R_1 = 2R$
 $E = ?$



В проводниках $E = 0$, $q = \text{const}$ (во всем объеме),
 поэтому: $\varphi = \frac{kq}{R} \Rightarrow kq = \frac{\varphi R}{2}$

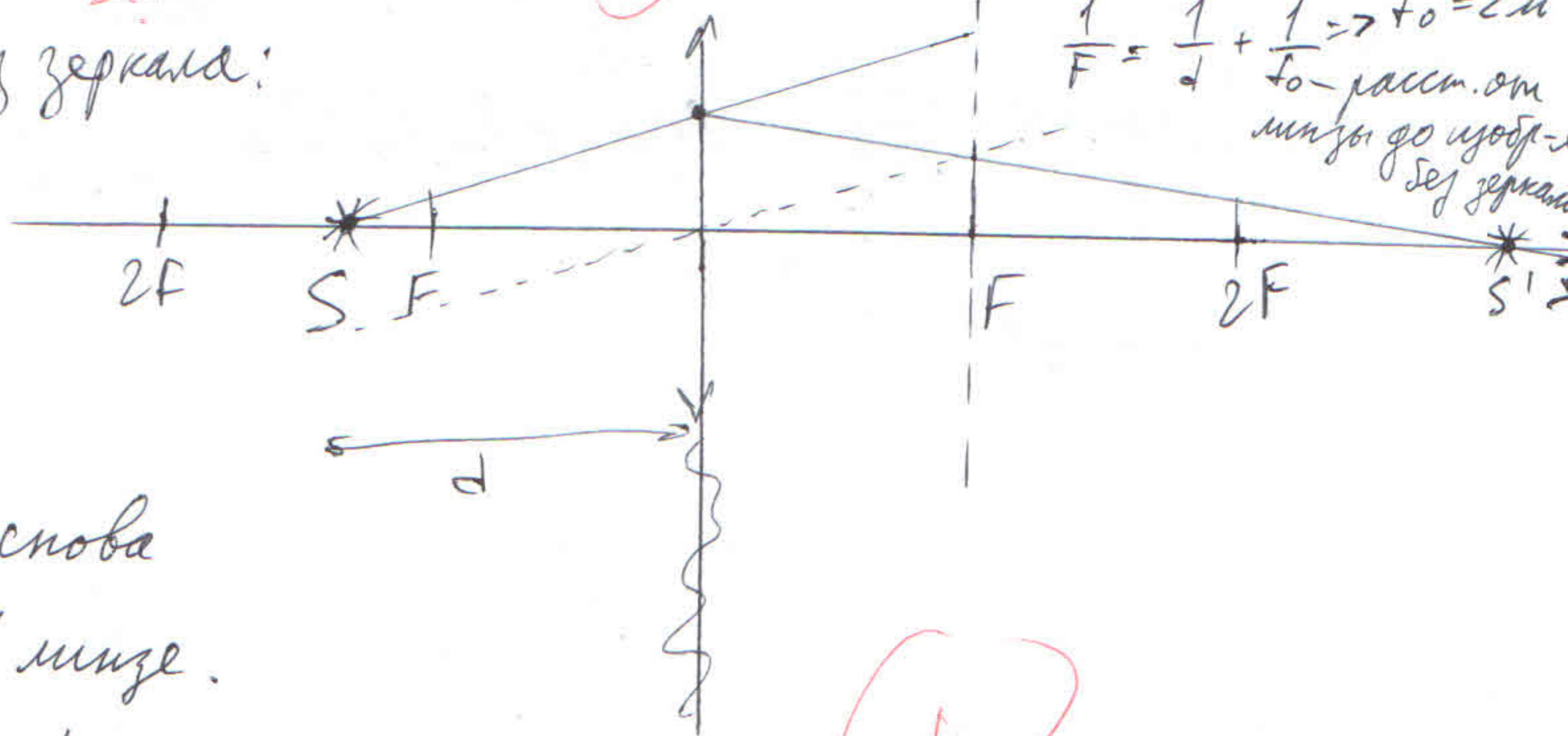
Напряженность вне шара на расст. $R_1 = 2R$:

$$E = \frac{kq}{R_1^2} = \frac{kq}{4R^2} \Rightarrow E = \frac{\varphi R}{2 \cdot 4R^2} = \frac{\varphi}{8R}$$

Ответ: $\frac{\varphi}{8R}$

№8. $F = 0,4$ м
 $d = 0,5$ м
 $f = ?$

Без зеркала:



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_0} \Rightarrow f_0 = 2 \text{ м}$$

расст. от
 линзы до изобра-
 жения без зеркала

С зеркалом: S' снова
 преломляется в линзе.

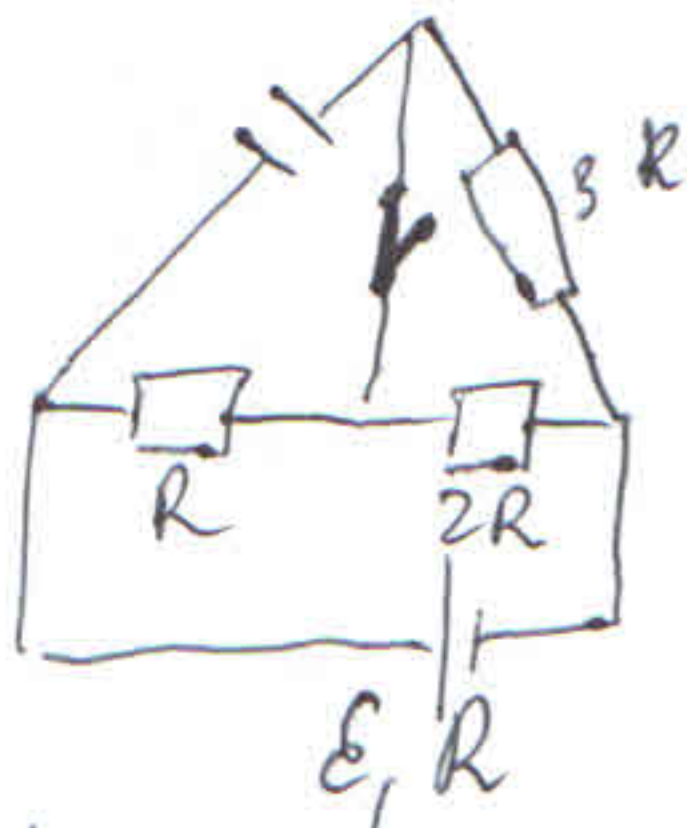
$$Ox: -\frac{1}{f_0} + \frac{1}{f_x} = \frac{1}{F_x}$$

$$-\frac{1}{f_0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{f} = -\frac{1}{f_0} + \frac{1}{F} \quad | - \text{ на } Ox$$

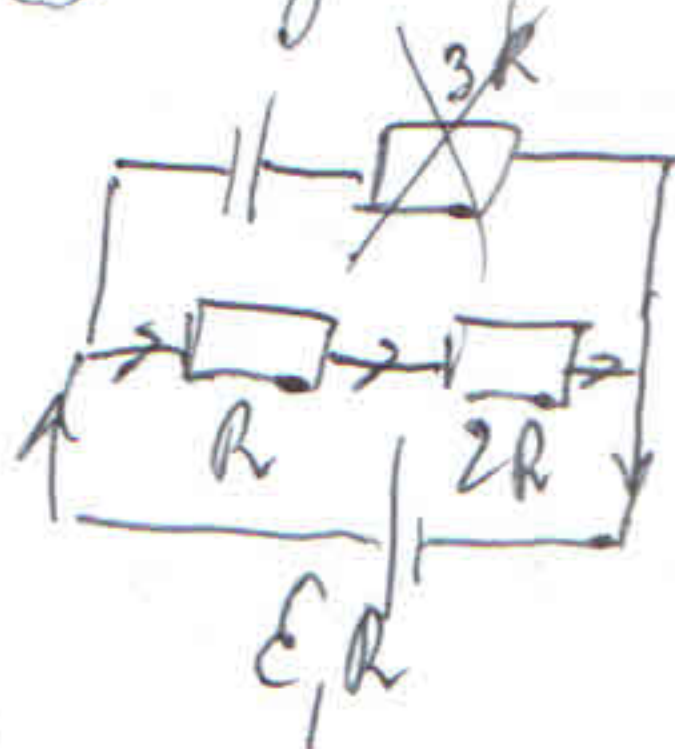
$$\text{значит, } \frac{1}{f} = \frac{1}{f_0} + \frac{1}{F} \Rightarrow f = \frac{f_0 F}{F + f_0} = \frac{2 \cdot 0,4}{2 + 0,4} = \frac{0,8}{2,4} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

Ответ: 0,33 м.

9. $U_1 = 12 \text{ В}$
 $U_2 = ?$



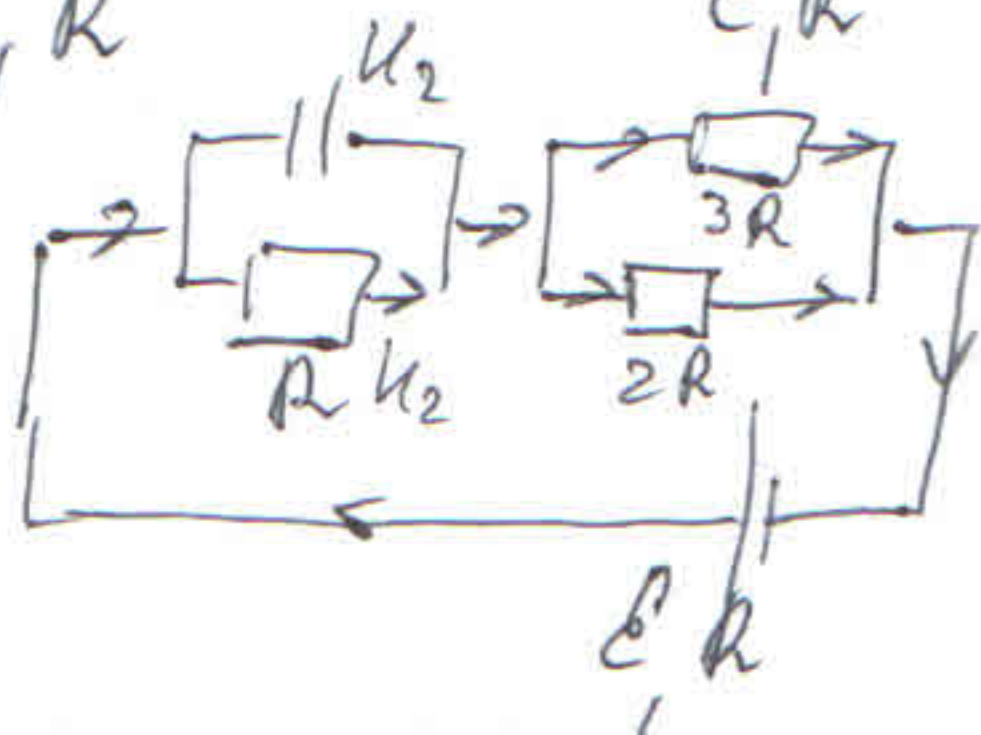
① Задача. Ключ:



$$U_1 = IR + 2IR + IR = 4IR = \mathcal{E}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{4R} = \frac{U_1}{4R}$$

② Задача. Ключ:



$$\mathcal{E} = U_2 + IR_0$$

R_0 - общее сопр. в цепи

с резисторами $3R$ и $2R$.

$$R_0 = \frac{6R^2}{5R} = \frac{6}{5}R$$

$$\mathcal{E} = U_2 + I \cdot \frac{6}{5}R \quad U_2 = \mathcal{E} - I \cdot \frac{6}{5}R = U_1 - \frac{U_1}{4R} \cdot \frac{6}{5}R = U_1 - \frac{6U_1}{20} = \frac{7}{10}U_1$$

$$U_2 = 0,7 \cdot 12 = 8,4 \text{ В}$$

Ответ: $8,4 \text{ В}$.

10. B, l, ω
 $\Delta \varphi?$

$\vec{B} \odot$



$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

~~Вращается с угловой скоростью ω .~~

Изменяется площадь охвата магнитных линий: $\Delta \varphi = B \left(\frac{\pi l^2}{2} + \frac{4\pi l^2}{2} \right) \cdot \omega$

$$\mathcal{E}_i = \Delta \varphi = \frac{-\Delta \varphi}{\Delta t}$$

$$\Delta \varphi = \frac{B \cdot 5\pi l^2}{2T} = \frac{B \cdot 5\pi l^2 \cdot \omega}{2 \cdot 2\pi} = \frac{5Bl^2\omega}{4}$$

Ответ: $\frac{5Bl^2\omega}{4}$

$0,25$