

+ 1 апреля

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119319

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Сон Валерия Ильичича

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва, лицей №1580

при МГТУ им. Н.Э. Баумана

Регистрационный номер ШМ 0703

Вариант задания 3

Дата проведения " 19 " марта 20 17 г.

с работой ознакомлен 24.03.2017



Подпись участника



51 (математика) ~~51~~

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
6	4	0	5	8	8	-	5	9	6	51

119319

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 3

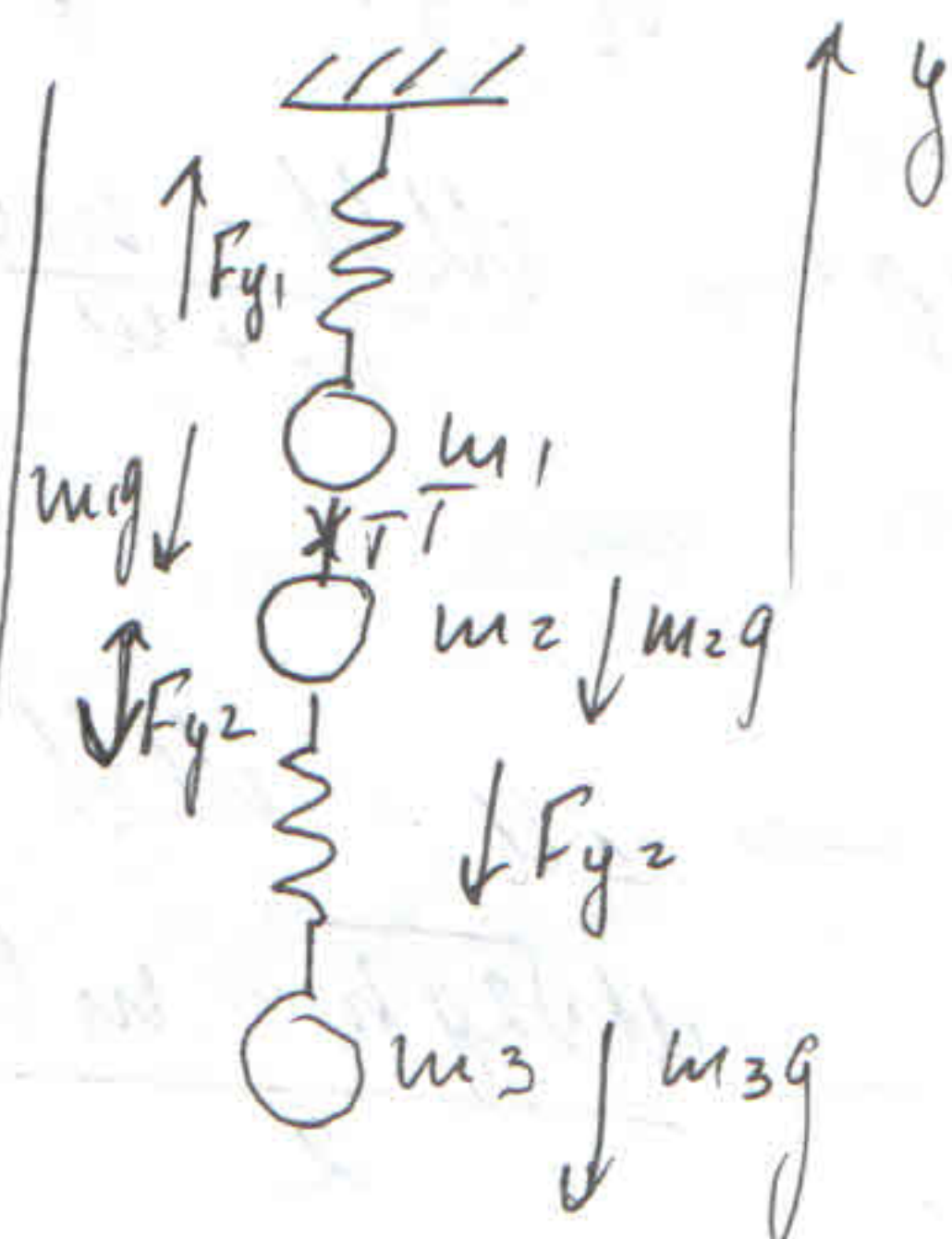
№2 Дано:

$$m_1 = 2 \text{ кг}$$

$$m_2 = 5 \text{ кг}$$

$$m_3 = 1 \text{ кг}$$

a - ?



Решение:

1. С-а покоящиеся \Rightarrow 1 закон Ньютона

$$\frac{K \Delta x}{2} + T = (m_1 + m_2 + m_3)g + \dots$$

$$\frac{K \Delta x}{2} = (m_1 + m_2 + m_3)g$$

2) Для шара с m_1 :

$$(m_1 + m_2 + m_3)g = m_1 g + T$$

3) Три пружинки на 1 шарик действует 2 закон Ньютона:

$$F_{y1} - m_1 g = m_1 a$$

$$(m_2 + m_3)g = m_1 a$$

$$a = \frac{(m_2 + m_3)g}{m_1}$$

$$a = \frac{60}{2} = 30 \text{ м/с}^2$$

Отв: $a = \frac{(m_2 + m_3)g}{m_1}$; $a = 30 \text{ м/с}^2$

№1 Дано:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$h = 5 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

β - ?



$$Ox: S_x = v_0 \cos \alpha t$$

$$Oy: S_y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$Oy: g(t) = y_0 + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$h = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{g}$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - g \left(\frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{g} \right) = -\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}$$

$$\tan \beta = \left| \frac{v_y}{v_x} \right| = \left| \frac{-\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{v_0 \cos \alpha} \right| = \left| \frac{26,5}{28,5} \right| = 0,927$$

$$\text{Дано: } \beta = \left| \frac{\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{v_0 \cos \alpha} \right| = \arctg 0,087$$

6

№4 Дано:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$h = 20 \text{ м}$$

$$M = 10 \text{ кг}$$

$$v = 6 \text{ м/с}$$

Евн.



Решение

1) Движение:

$$y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$h = \frac{gt^2}{2} \rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$u = v_0 + at = at = a\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$u = g\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

2) По закону сохранения импульса

$$Mu + mv = (m+M)u' \rightarrow u' = \frac{Mu + mv}{m+M}$$

По закону сохранения энергии:

$$\frac{Mu^2}{2} + mgh = \frac{(m+M)u'^2}{2} + \Delta U \rightarrow \Delta U = \frac{Mu^2}{2} + mgh -$$

$$- \frac{(m+Mu')^2}{2(m+M)} = \frac{Mu^2}{2} + mgh - \frac{M\sqrt{2gh} + mv}{2} =$$

$$= \frac{10 \cdot 36}{2} + 200 - \frac{10\sqrt{400} + 12}{2} = 580 - 94 = 486$$

$$= 206 \text{ Дж}$$

$$\text{Дано: } \Delta U = \frac{Mu^2}{2} + mgh - \frac{M\sqrt{2gh} + mv}{2}$$

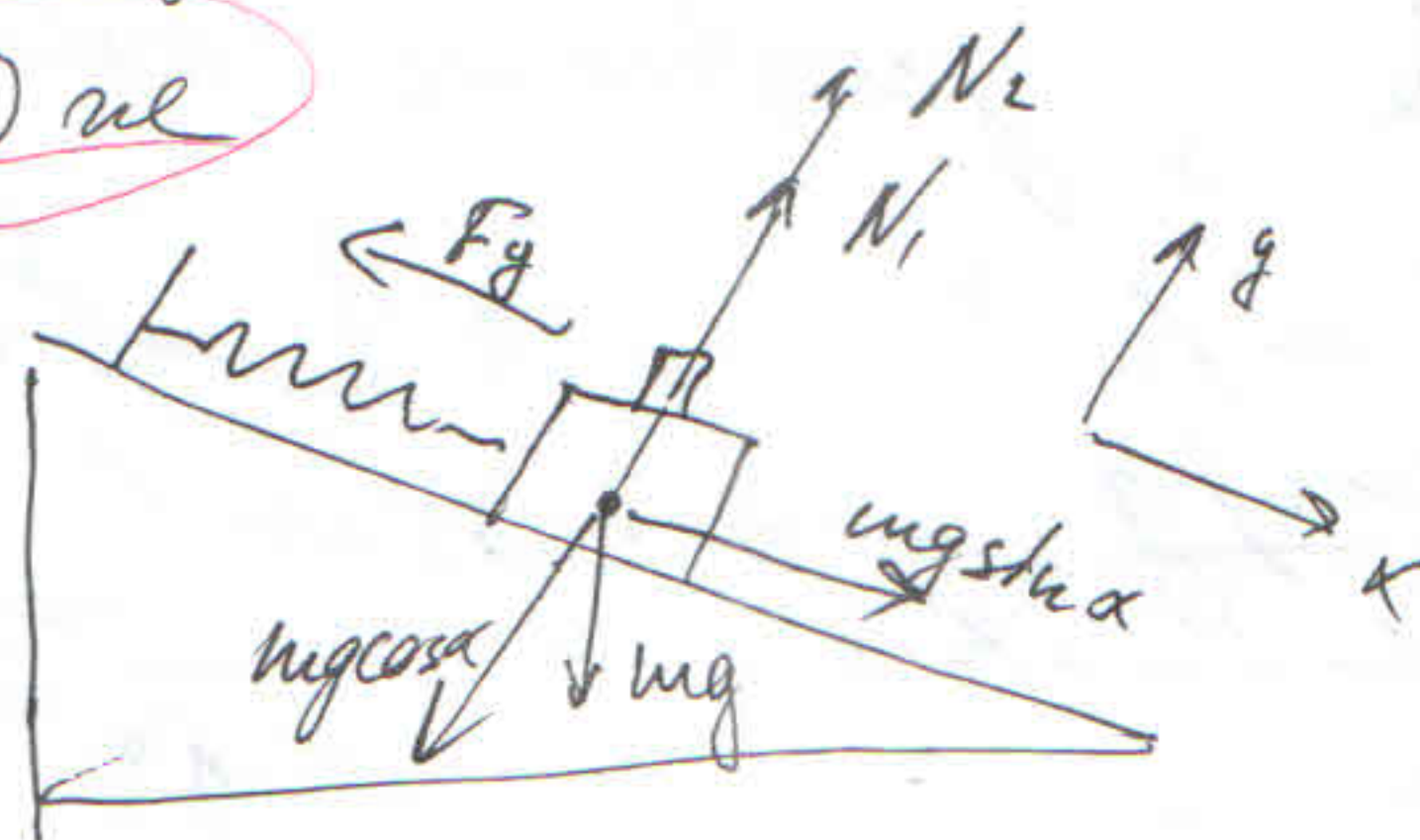
$$\Delta U = 206 \text{ Дж}$$

№3 Дано:

$$\alpha; m; F_{\text{тр}}$$

$$k; A$$

$$m \sin \alpha - ?$$



Решение:

Ньютона

справедливо, так как $\sum \vec{F} = 0$ при равновесии

1) По 3 закону равновесия

$$0y: 0 = mg \sin \alpha + N$$

$$N = mg \cos \alpha$$

2) По 3 закону:

$$\frac{kA^2}{2} = \frac{8m v^2}{2} + A \cdot k = \frac{8m (vA)^2}{2} + mg \cos \alpha A \rightarrow$$

Аналог?

$$\rightarrow \mu = \frac{-\frac{KA^2}{2} + \frac{2mKA^2}{8m}}{A \sin \alpha \cos \alpha} = \frac{\frac{KA^2}{2}}{A \sin \alpha \cos \alpha} = \frac{KA^3}{2A \sin \alpha \cos \alpha} =$$

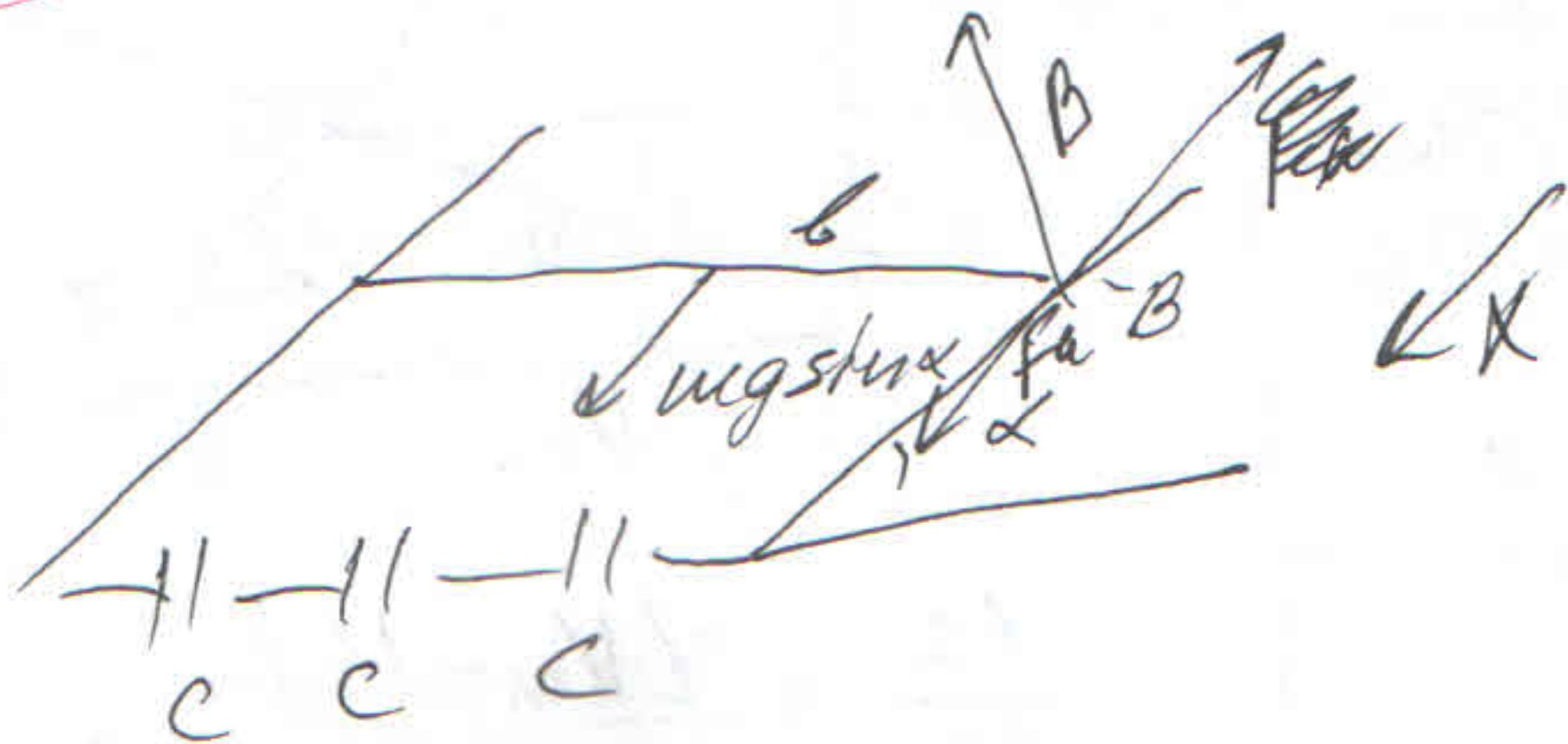
Опр: $\mu_{\text{н}} = \frac{KA^2}{2 \sin \alpha \cos \alpha}$

№10 Дано:

$\alpha, b; m;$

$C_1 = C_2 = C_3 = C$

B
 $a = ?$



Решение:

$C_0 = \frac{C}{3}$ т.к. паралл. соединение последовательно

$$U = at$$

$$U = Bb \quad U = Bbat$$

$$q = Bbat - C_0$$

$$mg \sin \alpha + bBv = ma - \text{по 2 закону Ньютона}$$

$$mg \sin \alpha = a(m - B^2 b^2 = \frac{C}{3})$$

$$a = \frac{m - B^2 b^2 = \frac{C}{3}}{mg \sin \alpha}$$

Опр: $a = \frac{mg \sin \alpha}{m - B^2 b^2 = \frac{C}{3}}$

№9 Дано:

$$T = 6\pi \cdot 10^{-4} \text{ с}$$

$$I_m = 5 \text{ мА}$$

$$I = 3 \text{ мА}$$

$q = ?$

Решение:

По формуле Томпсона:

$$T = 2\pi \sqrt{LC} \rightarrow C = \frac{T^2}{4\pi^2 L}$$

По закону сохранения энергии

$$\frac{q^2}{2C} + \frac{dI^2}{2} = \frac{dI_m^2}{2}$$

$$\frac{q^2 4\pi^2 L}{2T^2} = \frac{d}{2} (I_m^2 - I^2)$$

$$q = \sqrt{\frac{(I_m^2 - I^2) T^2}{4\pi^2 L}} = \frac{T}{2\pi} \sqrt{I_m^2 - I^2}$$

$$= \frac{36\pi \cdot 10^{-4}}{2\pi} \cdot \sqrt{16 \cdot 10^{-3}} = 12 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{10^{-3}} = 0,38 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$$

Дано: $q = \frac{1}{2\pi} \sqrt{I_{\max}^2 - I^2}$; $q = 9,38 \cdot 10^{-4} \text{ м}$

№5 Дано:

цикл 1-2-3-2-1

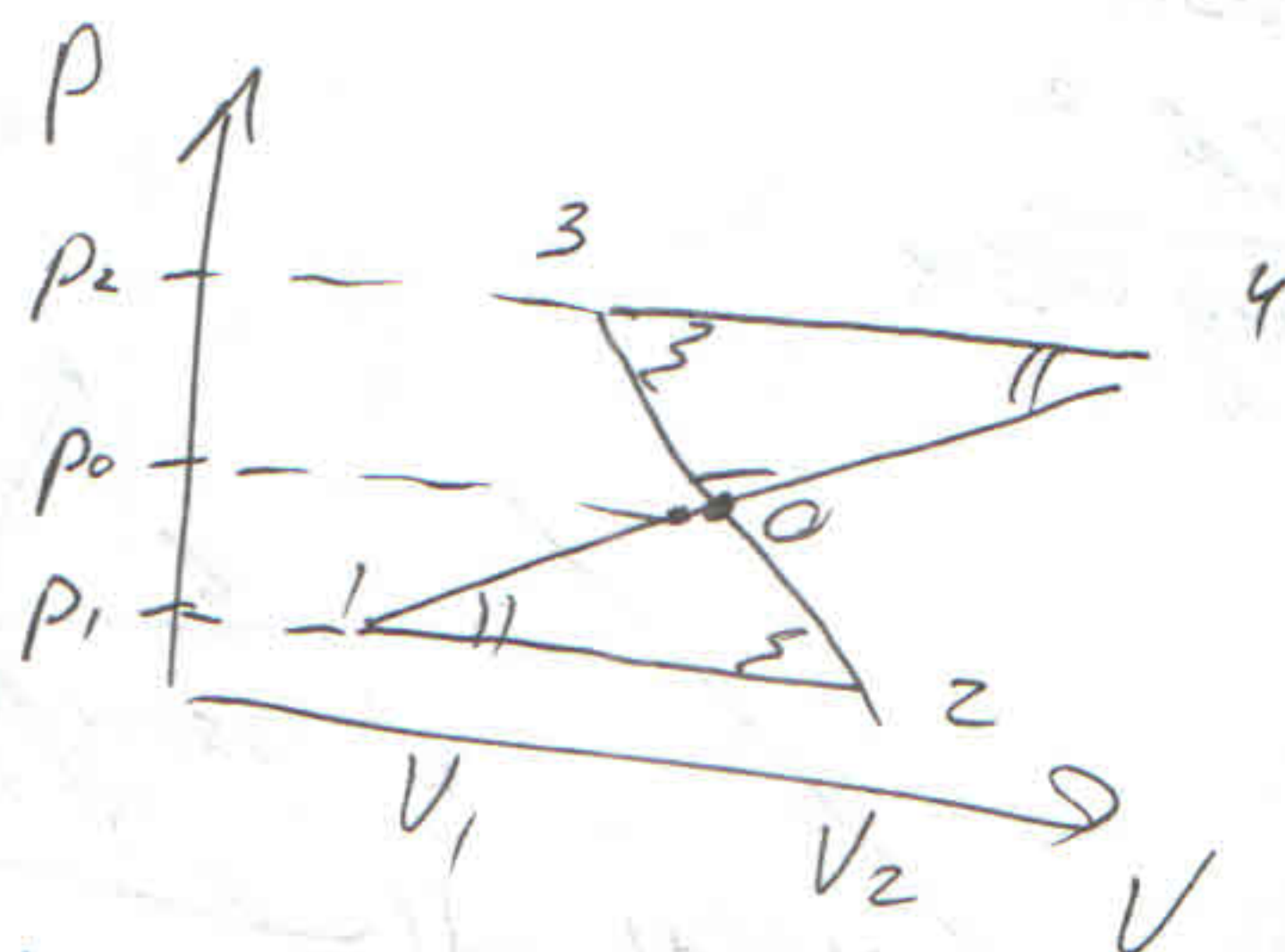
$p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$p_0 = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$p_2 = 5 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$V_2 - V_1 = 6 \text{ л}$

$A = ?$



Решение:

$\Delta 034 \sim \Delta 102$

по 3-му углу

$(34 \text{ и } 12)$

$\Rightarrow S_{034} \sim S_{012}$

$k = \frac{h_1}{h_2} = \frac{p_2 - p_0}{p_0 - p_1}$

$\frac{12}{34} = \frac{(V_2 - V_1)}{V_4 - V_3} = \frac{p_0 - p_1}{p_2 - p_0} \rightarrow$

$V_4 - V_3 = \frac{(V_2 - V_1)(p_2 - p_0)}{p_0 - p_1}$

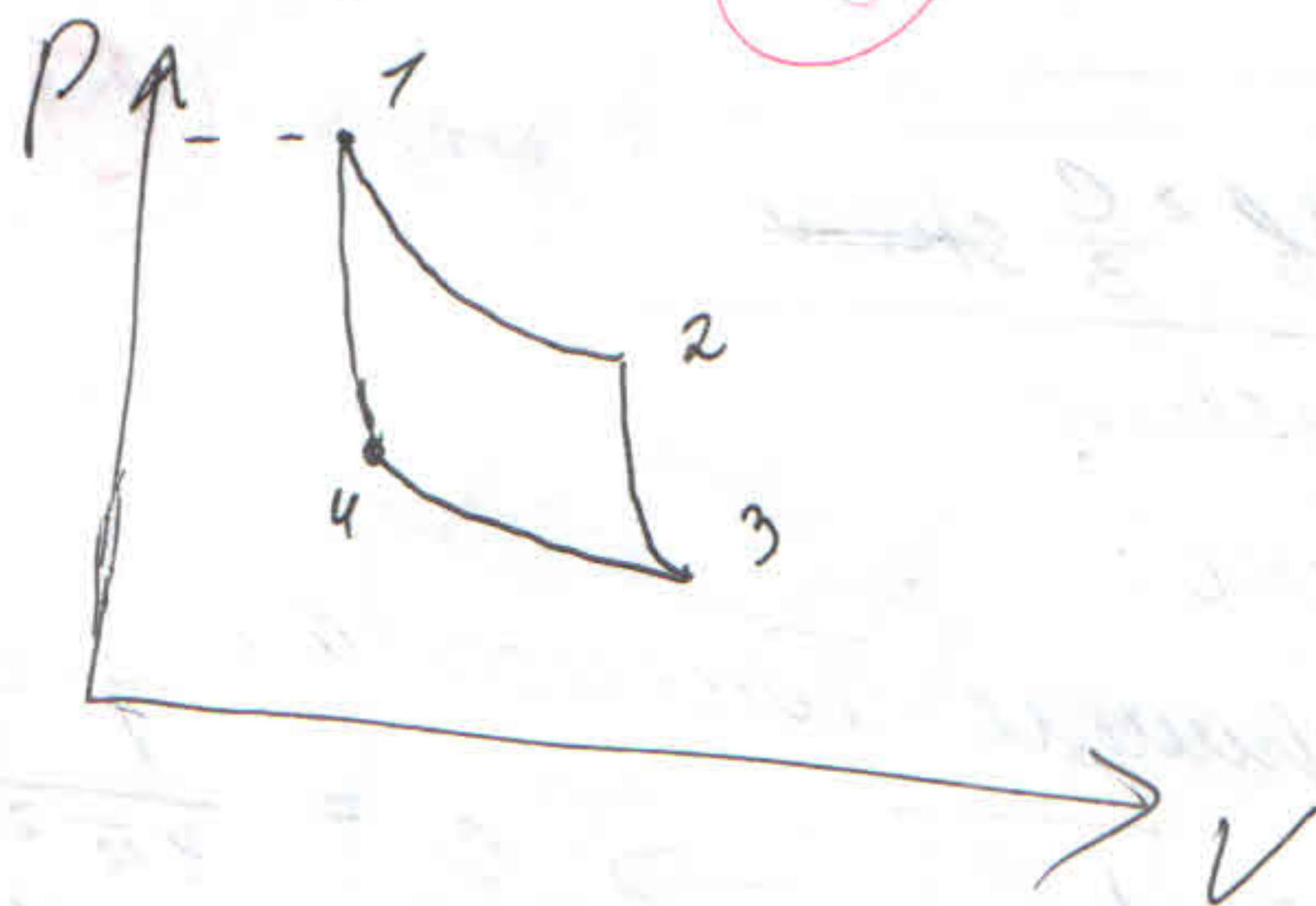
$A = S_{\text{цикла}} = S_1 + S_2 = \frac{1}{2} (p_0 - p_1)(V_2 - V_1) + \frac{(V_2 - V_1)(p_2 - p_0)}{p_0 - p_1}$
 $= \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 10^{-5} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$

Дано: $A = \frac{1}{2} (p_0 - p_1)(V_2 - V_1) + \frac{(V_2 - V_1)(p_2 - p_0)}{p_0 - p_1}$
 $= 15 \cdot 10^5 \text{ Дж}$

№6 Дано:

η, A

$T_K = ?$



Решение

1) Для машины Карно $\eta = 1 - \frac{T_K}{T_H}$

2) Т.к. при адiab. расширении

по первому закону термодинамики $Q = 0$, то

$A = \Delta U$

$\frac{3}{2} JR (T_H - T_K) = A$

$T_H - T_K = \frac{2}{3} \frac{A}{JR} \rightarrow T_H = \frac{2}{3} \frac{A}{JR} + T_K$

3) $\eta = 1 - \frac{T_K}{\frac{2}{3} \frac{A}{JR} + T_K}$; $\frac{T_K}{\frac{2}{3} \frac{A}{JR} + T_K} = 1 - \eta$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

119319

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 3

Продолжение задачи 6:

$$T_x = \frac{2}{3} \frac{A}{\sqrt{R}} - T_x - \frac{2}{3} \frac{A}{\sqrt{R}} \eta + T_x \eta$$

$$T_x(2-\eta) = \frac{2}{3} \frac{A}{\sqrt{R}} (1-\eta)$$

$$T_x = \frac{2A(1-\eta)}{3\sqrt{R}(2-\eta)}$$

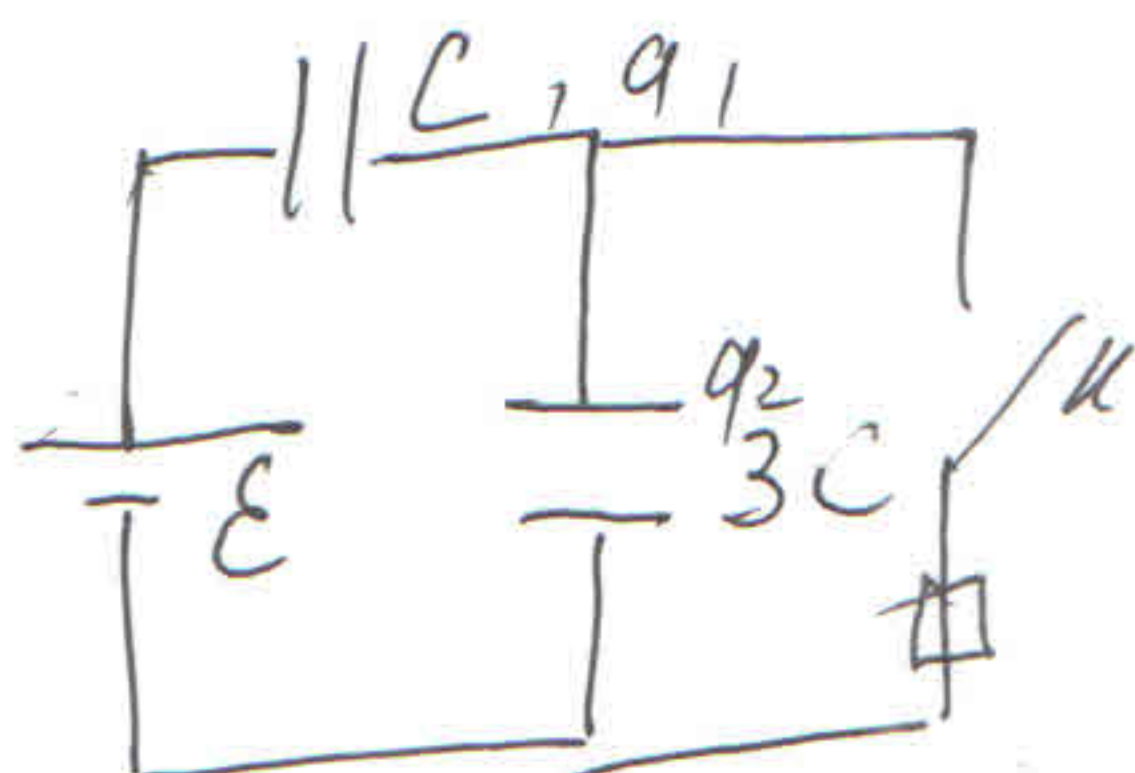
Отв: $T_x = \frac{2A(1-\eta)}{3\sqrt{R}(2-\eta)}$

8

N8 Дано:

$C, 3C, \varepsilon$

$Q - ?$



Решение:

до замыкания цепи $q_1 = q_2 = \frac{3}{4} \varepsilon C$

после замыкания

$$q_2 = 0$$

$$q_1 = \varepsilon C$$

$$Q = A_{\text{ист}} = \frac{1}{4} \varepsilon^2 C - \Delta W = \frac{1}{4} \varepsilon^2 C + \frac{1}{2} \varepsilon^2 C = \frac{\varepsilon^2 C + 2\varepsilon^2 C}{4} = \frac{3}{4} \varepsilon^2 C$$

$$\Delta W = W_2 - W_1 = \varepsilon \Delta q = \varepsilon \left(\frac{1}{4} \varepsilon C - \frac{3}{4} \varepsilon C \right) = -\frac{1}{2} \varepsilon^2 C$$

Отв: $Q = \frac{3}{4} \varepsilon^2 C$

5