

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119429

Шифр _____
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Сумин Андрей Антонович

Город, № школы (образовательного учреждения) Москва, лицей 7580

Регистрационный номер ШМ0697

Вариант задания 2

Дата проведения « 79 » марта 20 17 г.

Подпись участника 

68 / (необходимо)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

119429

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
8	6	10	10	5	8	3	0	12	6	68

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

9429

Вариант № 2

7

Дано:

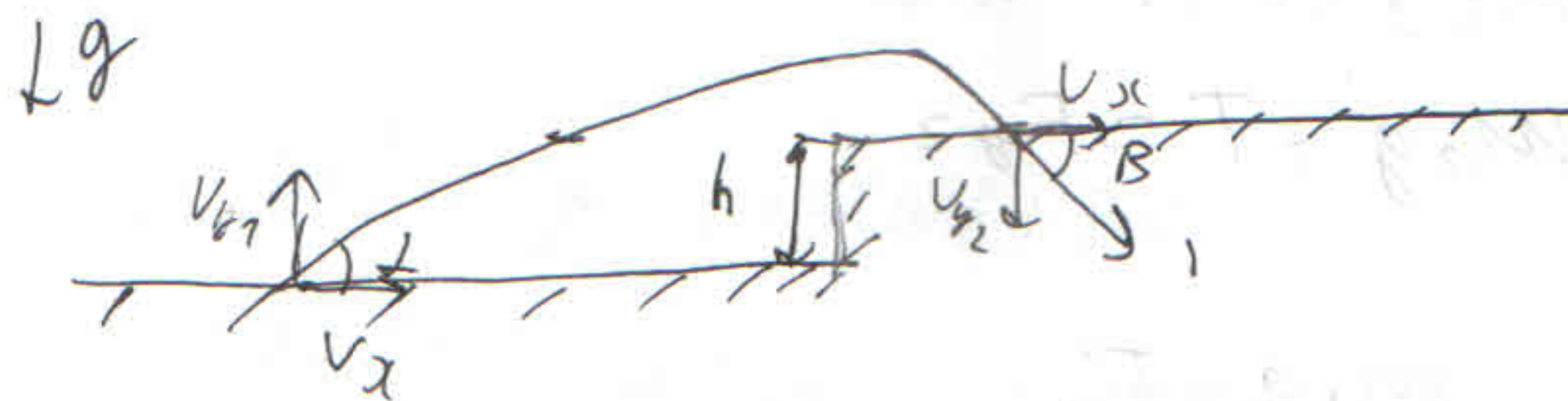
$$\alpha = 60^\circ$$

$$V_0 = 70 \text{ м/с}$$

$$h = 3 \text{ м}$$

Найти:

β -)



$$V_x(t) = V_0 \cos \alpha$$

$$V_y(t) = V_0 \sin \alpha - g t$$

$$y(t) = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$h = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$\frac{g t^2}{2} - V_0 \sin \alpha t + h = 0$$

$$D = V_0^2 \sin^2 \alpha - 2 g h$$

$$t_1 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2 g h}}{g}$$

$$t_2 = \frac{V_0 \sin \alpha - \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2 g h}}{g}$$

можно считать
параметры на
высоте h 2 раза
нам не нужны
вредный вынос
до пересечения

$$V_y(t_2) = V_0 \sin \alpha - V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2 g h} = \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2 g h}$$

$$\tan \beta = \frac{V_y(t_2)}{V_x(t_2)} = \frac{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2 g h}}{V_0 \cos \alpha} = \frac{\sqrt{70^2 \sin^2 60 - 2 \cdot 70 \cdot 3}}{70 \cdot \cos 60} \approx 0.7$$

$$\text{Ответ: } \beta = \arctan \left(\frac{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2 g h}}{V_0 \cos \alpha} \right) = \arctan 0.7$$

2

Dikno:

$$m_1 = 4 \text{ kg}$$

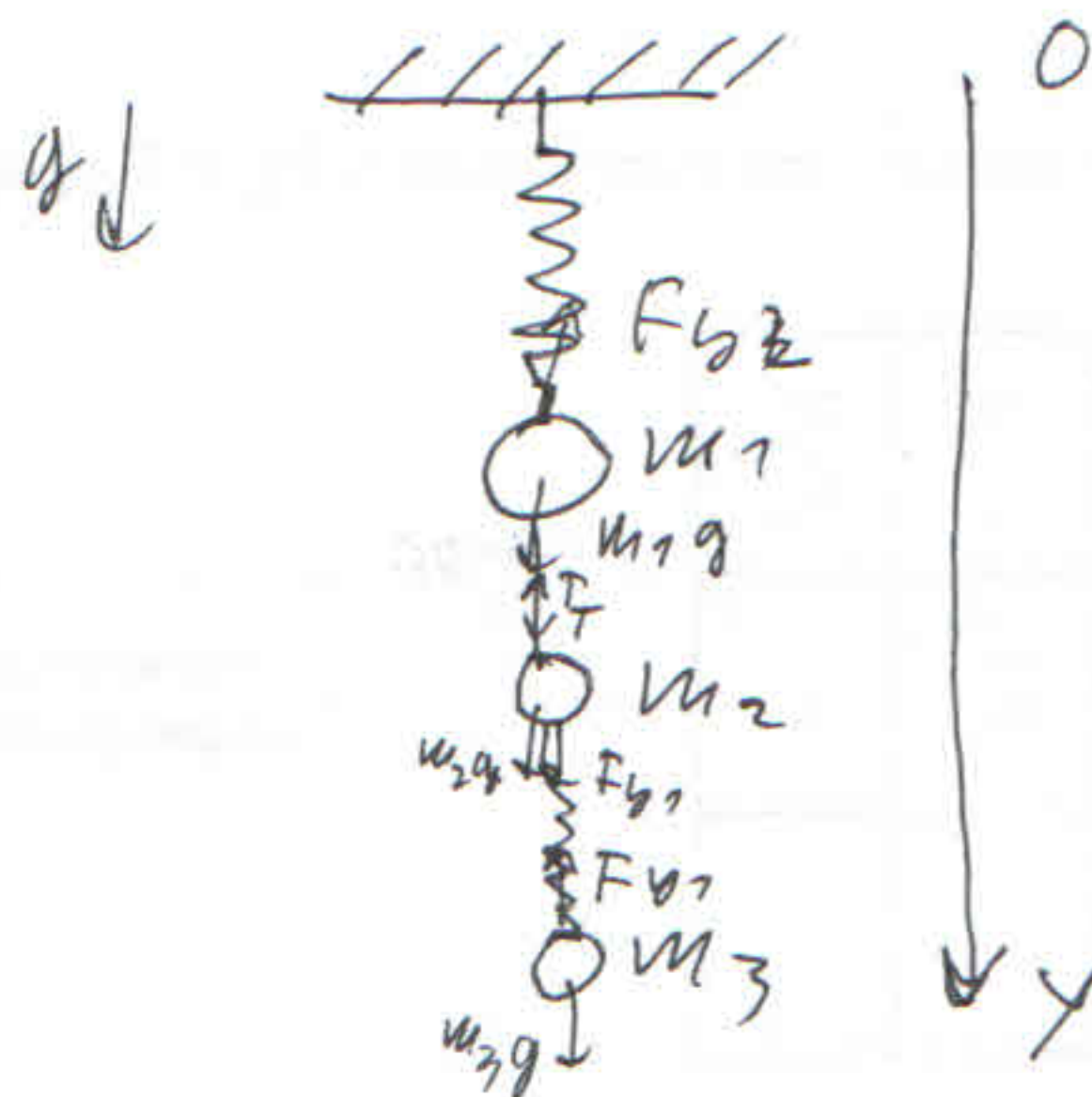
$$m_2 = 3 \text{ kg}$$

$$m_3 = 7 \text{ kg}$$

Kawin:

T-?

a_1 -?



$$\begin{cases} m_1 g - F_{y1} = 0 \\ m_2 g + F_{y1} = T \\ m_3 g + T = F_{y2} \end{cases}$$

$$m_3 g = F_{y1}$$

$$\underline{m_2 g + m_3 g = T}$$

$$m_1 g + m_2 g + m_3 g = F_{y2}$$

$$m_1 a_1 = F_{y2} - m_1 g$$

$$m_1 a_1 = m_1 g + m_2 g + m_3 g - m_1 g$$

~~atau~~

$$m_1 a_1 = m_2 g + m_3 g$$

$$\underline{a_1 = \left(\frac{m_2 + m_3}{m_1} \right) g}$$

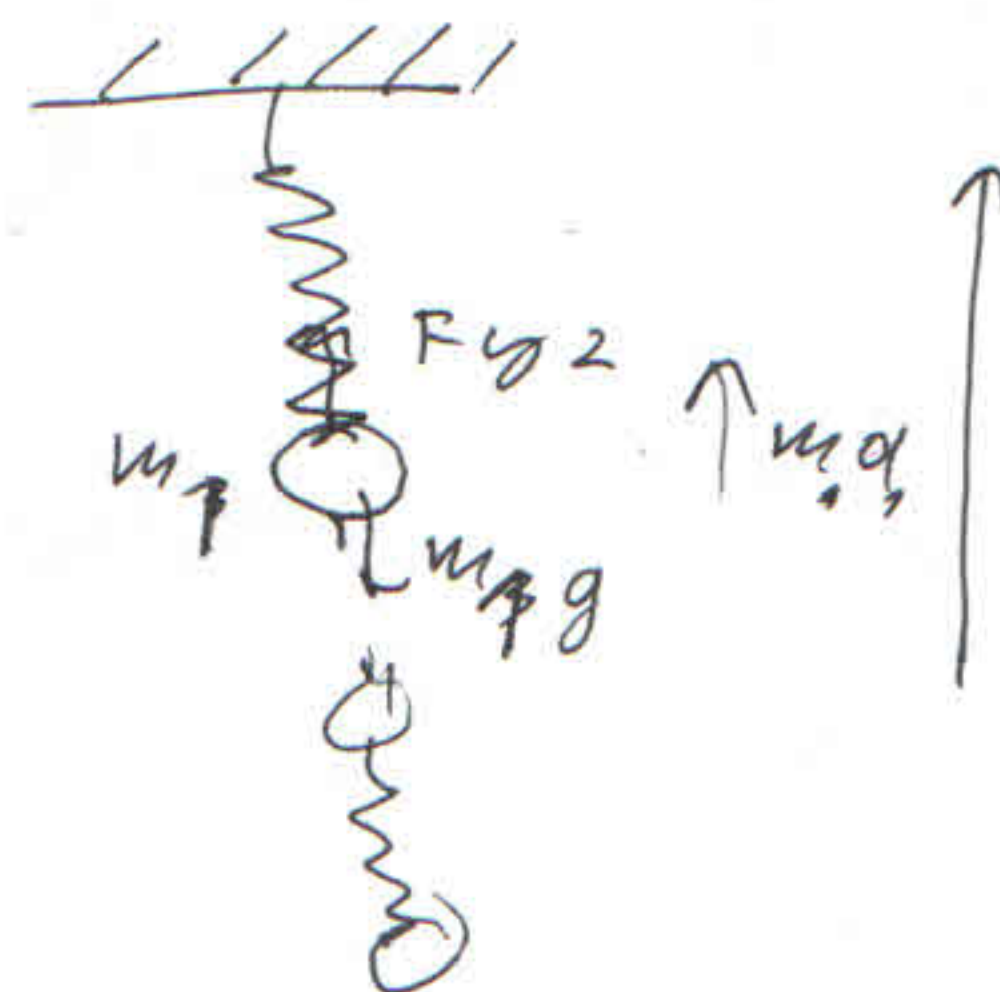
$$(m_2 + m_3) g = T$$

$$(3 + 7) \cdot 10 = T$$

$$\underline{T = 40 \text{ (N)}}$$

$$a_1 = \frac{3+7}{4} \cdot 10$$

$$\underline{a_1 = 20 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)}$$



0,75

contoh lain

Dikem: $T = (m_2 + m_3) g = 40$
 $a_1 = \frac{(m_2 + m_3)}{m_1} g = 20$

3

Дано:
 m
 $5m$
 α A
 $\mu_{\min} = ?$



общая масса = $m + 5m$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{6m}}$$

d_{\max} - (когда $V=0$)

~~Вывод~~

$$x(t) = A \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$|v(t)| = A\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$|d(t)| = A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

t_1 : когда $|d(t)| = \max$

$$v(t) = 0 \Rightarrow \sin(\omega t_1 + \varphi_0) = 0 \Rightarrow \cos(\omega t_1 + \varphi_0) = 1$$

$$\Rightarrow \text{тогда}$$

$$d_{\max} = A\omega^2$$

чтобы масса не ускоривалась

$$F_{\text{тр}} \geq d_{\max} \cdot m$$

$$F_{\text{тр} \min} = d_{\max} \cdot m$$

$$\mu_{\min} \cdot N = d_{\max} \cdot m$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$\mu_{\min} mg \cos \alpha = d_{\max} \cdot m$$

$$\mu_{\min} = \frac{A \cdot k}{6 mg \cos \alpha}$$

~~Вывод~~

Ответ: $\mu_{\min} = \frac{A \cdot k}{6 mg \cos \alpha}$

U

Дано:

$$m = 3 \text{ кг}$$

$$h = 5 \text{ м}$$

$$M = 75 \text{ кг}$$

$$v = 6 \text{ м/с}$$

$$\Delta U = ?$$



$$\Delta U = E_H - E_K$$

$$E_H = mgh + \frac{Mv^2}{2}$$

$$E_K = \frac{(M+m)u^2}{2}$$

$$Mv = (M+m)u$$

$$u = \frac{Mv}{M+m}$$

$$E_K = \frac{(M+m)M^2v^2}{2(M+m)^2} = \frac{M^2v^2}{2(M+m)}$$

$$\Delta U = mgh + \frac{Mv^2}{2} - \frac{M^2v^2}{2(M+m)}$$

$$\Delta U = 3 \cdot 10 \cdot 5 + \frac{75 \cdot 6^2}{2} - \frac{75^2 \cdot 6^2}{2(75+3)}$$

$$\Delta U = 750 + 270 - 78 = 402 \text{ (Дж)}$$

$$\Delta U = 750 + 270 - 225 = 795 \text{ (Дж)}$$

$$\Delta U = 795 \text{ (Дж)}$$

$$\text{Ответ: } \Delta U = 795 \text{ Дж}$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

119429

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 2

5

Дано:

$$P_1 = 70^5 \text{ Па}$$

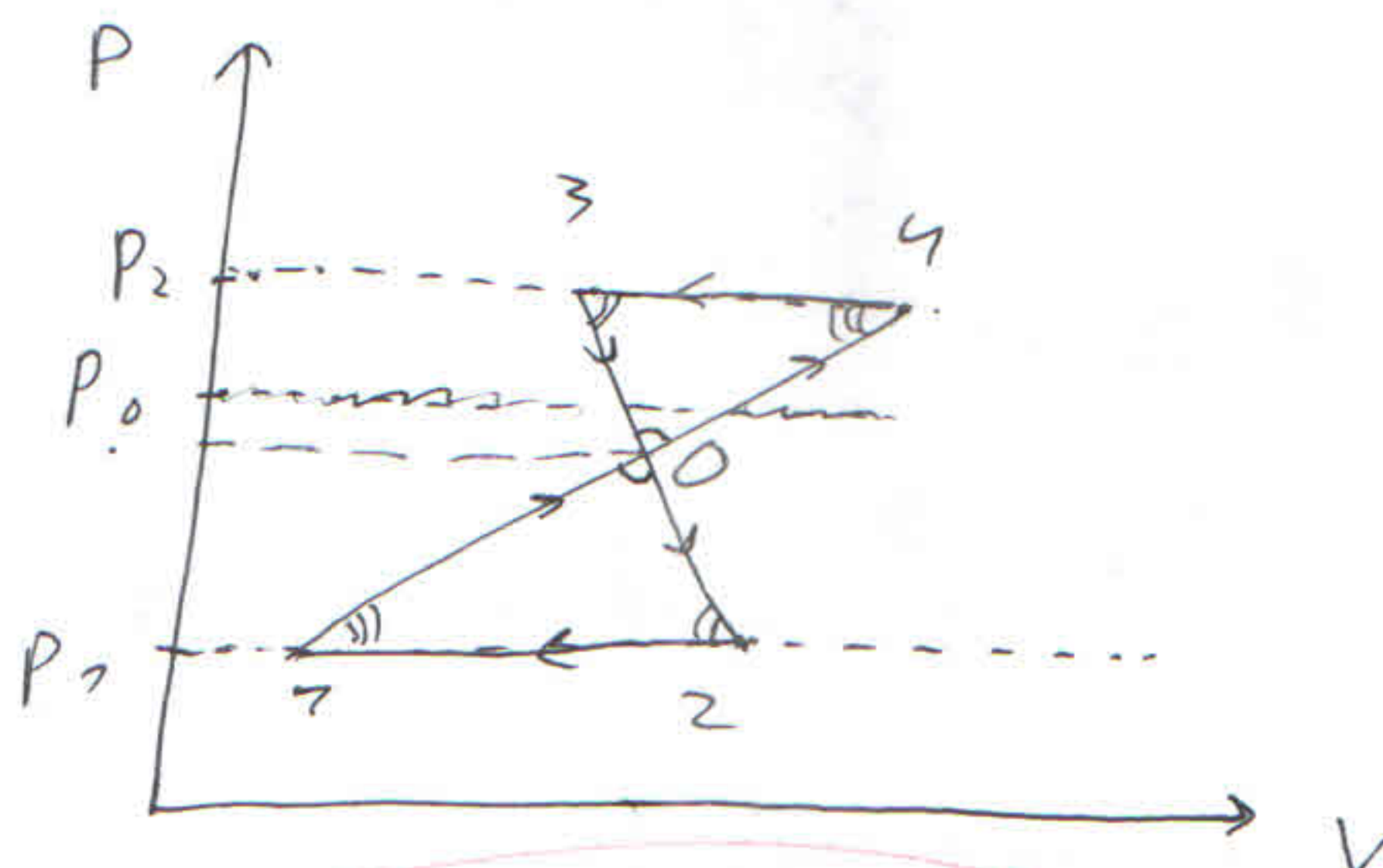
$$P_0 = 6 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$P_2 = 8 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_2 - V_1 = 70 \text{ м}$$

1-3 2-4 - p-const

A 1-1-3-2-1 - ?



$$A = S_{120} - S_{340}$$

$\Delta 120 \sim 340$ (по 3-м углам)

$$\frac{S_{120}}{S_{340}} = k^2$$

$$k = \frac{P_0 - P_1}{P_2 - P_0}$$

$$\frac{S_{120}}{S_{340}} = \frac{(P_0 - P_1)^2}{(P_2 - P_0)^2}$$

$$S_{340} = S_{120} \cdot \frac{(P_2 - P_0)^2}{(P_0 - P_1)^2}$$

$$A = S_{120} - S_{120} \frac{(P_2 - P_0)^2}{(P_0 - P_1)^2} = S_{120} \left(1 - \frac{(P_2 - P_0)^2}{(P_0 - P_1)^2} \right)$$

$$S_{120} = (V_2 - V_1) \cdot (P_0 - P_1) \cdot \frac{1}{2}$$

$$A = \frac{(V_2 - V_1)(P_0 - P_1)}{2} \left(1 - \frac{(P_2 - P_0)^2}{(P_0 - P_1)^2} \right)$$

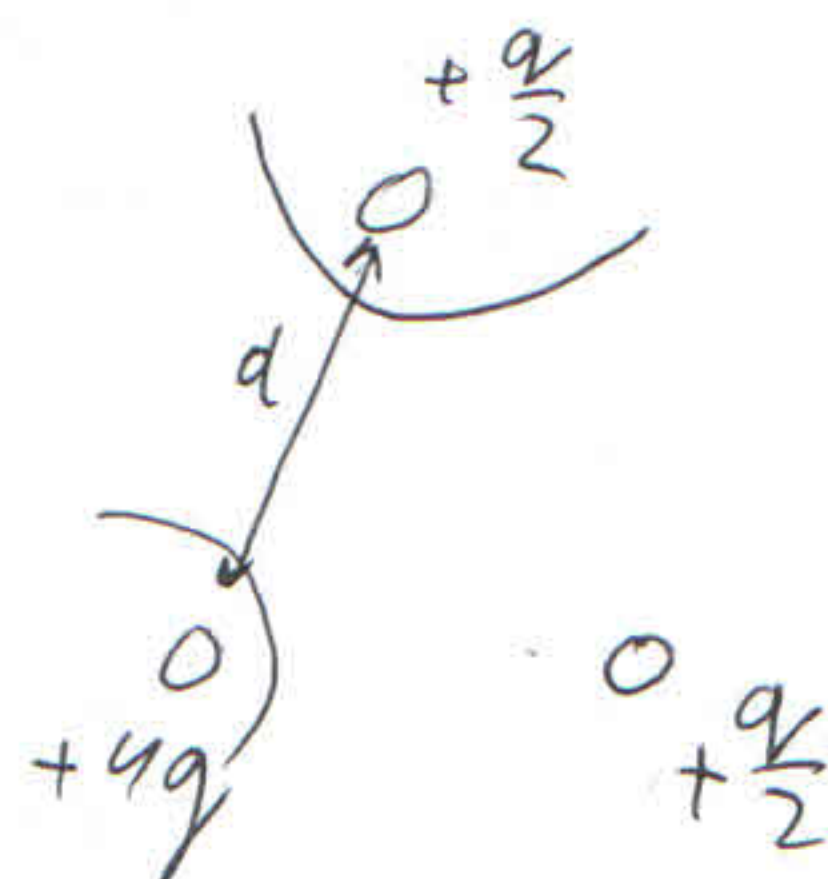
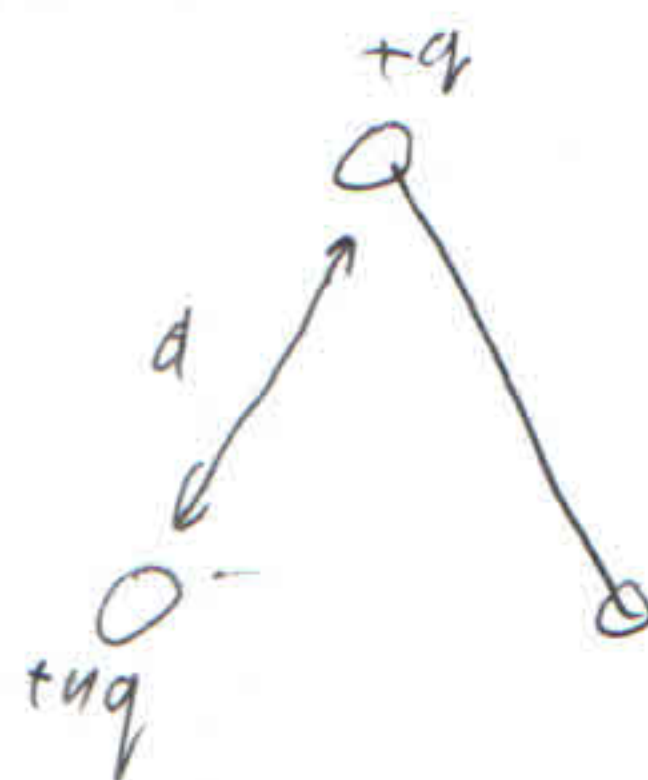
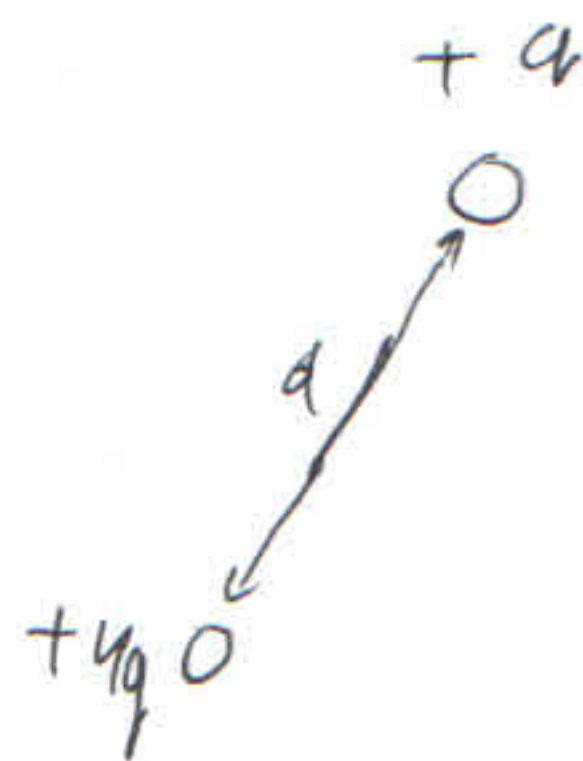
$$A = \frac{70 \cdot 10^{-3} \cdot (6 \cdot 10^5 - 70^5)}{2} \left(1 - \frac{(8 \cdot 10^5 - 6 \cdot 10^5)^2}{(6 \cdot 10^5 - 70^5)^2} \right) = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 10^5}{5 \cdot 10^5} \right)$$

$$= \frac{3}{8} \cdot 8 \cdot 5 \cdot 100 = 75 \cdot 100 = 7500 \text{ Дж}$$

ответ: 7500 Дж

7

Дано:
 $+q$
 $+4q$ d
 $E_n = ?$



по формуле
 $4q$ заряда

Заряд $+q$ по формуле перераспределения

на $+ \frac{q}{2}$ и $+ \frac{q}{2}$

~~Энергия~~

0,25

$$E_n = \frac{q}{2} \cdot \left(k \frac{q}{2d} + k \frac{4q}{d} \right) + 4q \left(k \frac{q}{2d} \right)$$

$$E_n = \frac{q}{2} \cdot \left(\frac{kq}{2d} + \frac{4kq}{d} \right) + 4q \left(\frac{kq}{2d} \right) =$$

$$= \frac{kq^2}{4d} + \frac{2kq^2}{d} + \frac{2kq^2}{d} = \frac{kq^2}{4d} + \frac{76kq^2}{4d} =$$

$$= \frac{77kq^2}{4d}$$

Ответ: $\frac{77kq^2}{4d}$

9

Дано:

$$T = 8 \pi \cdot 10^{-4} \text{ c}$$

$$q = 5 \text{ нКл}$$

$$I = 8 \text{ мкА}$$

$$q_m = ?$$



$$q = 5 \text{ нКл} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$I = 8 \text{ мкА} = 8 \cdot 10^{-6} \text{ А}$$

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

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

$$q = q_m \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$I = |q'| = q_m \cdot \omega \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$\sin(\omega t + \varphi_0) = \sqrt{1 - \cos^2(\omega t + \varphi_0)}$$

$$I = q_m \cdot \omega \cdot \sqrt{1 - \cos^2(\omega t + \varphi_0)}$$

$$\cos(\omega t + \varphi_0) = \frac{q}{q_m}$$

$$I = q_m \cdot \omega \cdot \sqrt{1 - \frac{q^2}{q_m^2}}$$

$$I = q_m \cdot \omega \cdot \sqrt{\frac{q_m^2 - q^2}{q_m^2}}$$

$$I = \omega \cdot \sqrt{q_m^2 - q^2}$$

$$\frac{I^2}{\omega^2} = q_m^2 - q^2$$

$$q_m = \sqrt{\frac{I^2}{\omega^2} + q^2}$$

$$q_m = \sqrt{\frac{I^2 \cdot T^2}{4\pi^2} + q^2}$$

$$q_m = \sqrt{\frac{(8 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 64\pi^2 \cdot (10^{-4})^2}{4\pi^2} + (5 \cdot 10^{-9})^2}$$

$$q_m = \sqrt{16 \cdot (8 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (10^{-4})^2 + (5 \cdot 10^{-9})^2}$$

$$q_m \approx 5,94 \cdot 10^{-9} \text{ (Кл)}$$

$$\text{Ответ: } q_m = 5,94 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

10)

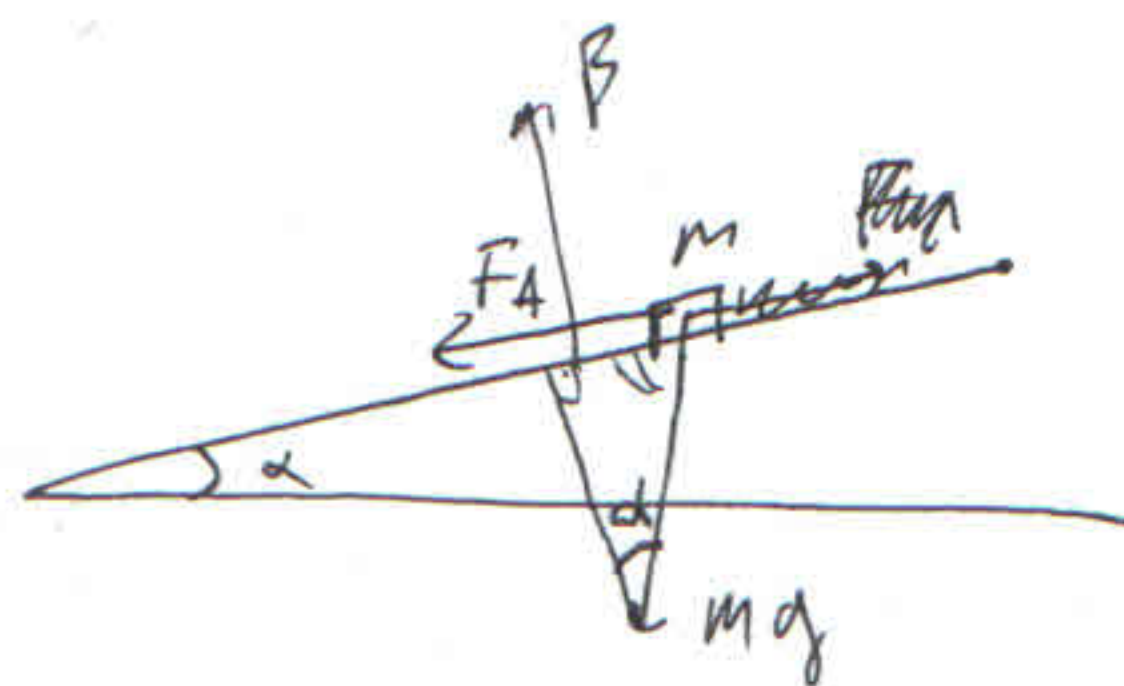
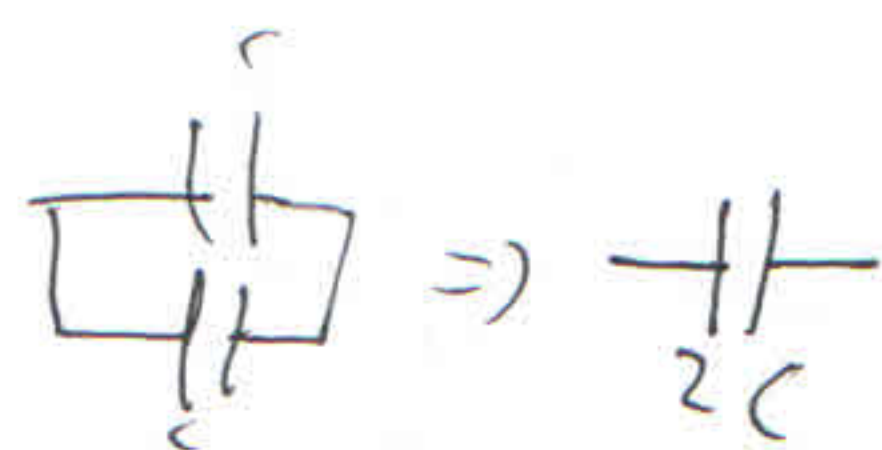
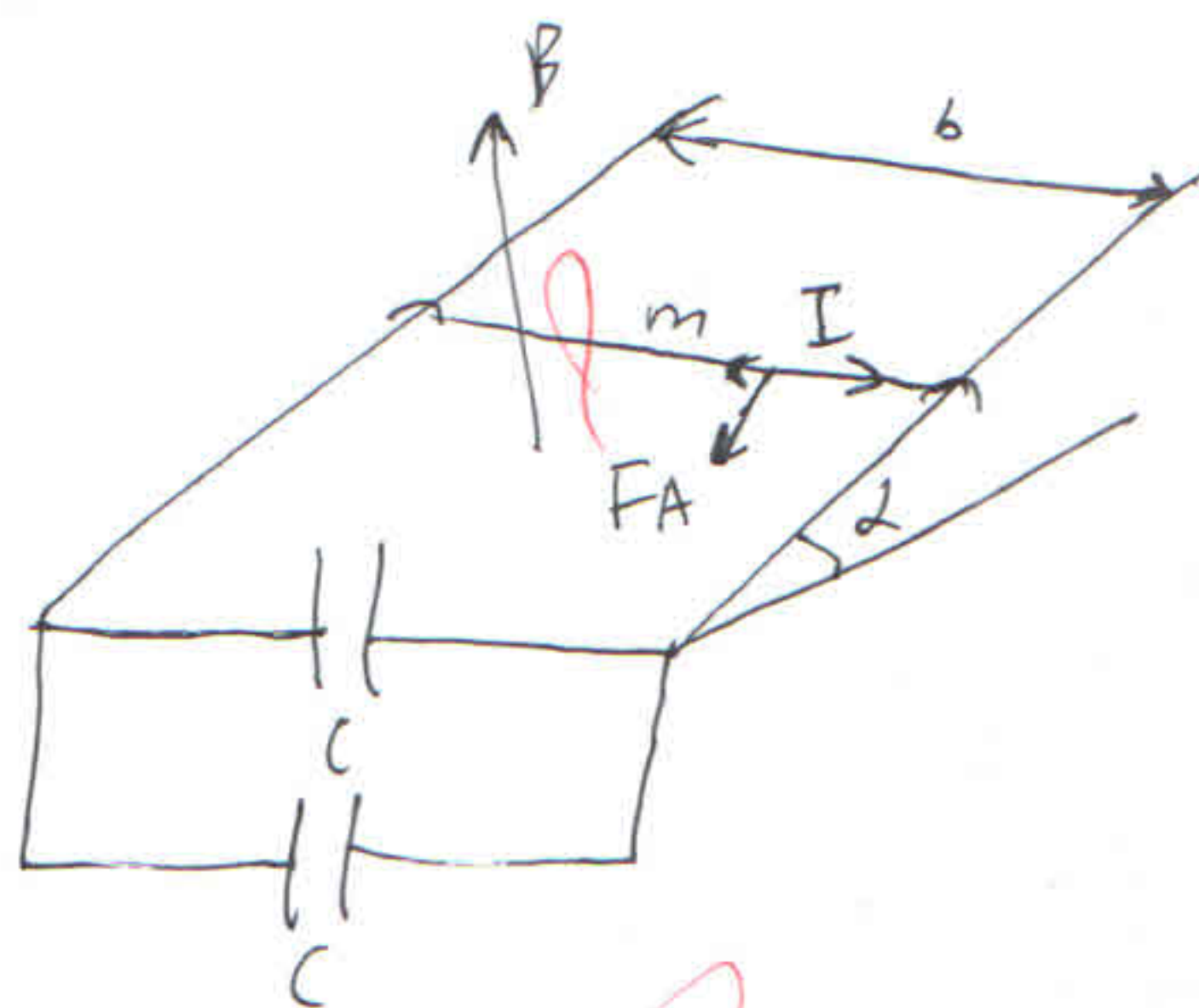
Dato:

c b

α

B

$d = ?$



! znam

$$F_A + mg \sin \alpha = ma$$

$$F_A = I b B$$

$$\mathcal{E}_i = U_c$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{B \cdot \Delta S}{\Delta t} = \frac{B \cdot b \cdot \Delta x}{\Delta t} = B b v$$

$$U_c = B b v$$

$$q = U_c \cdot 2c = 2c B b v$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

$$I = \frac{2c B b v}{\Delta t} \rightarrow d$$

0,5

$$F_A = 2c B b d \cdot b B = 2c B^2 b^2 d$$

$$2c B^2 b^2 d + mg \sin \alpha = ma$$

$$- 2c B^2 b^2 d + ma = mg \sin \alpha$$

$$d (m - 2c B^2 b^2) = mg \sin \alpha$$

$$d (m - 2c B^2 b^2) = mg \sin \alpha$$

$$d = \frac{mg \sin \alpha}{m - 2c B^2 b^2}$$

On Bem ; $d = \frac{mg \sin \alpha}{m - 2c B^2 b^2}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр

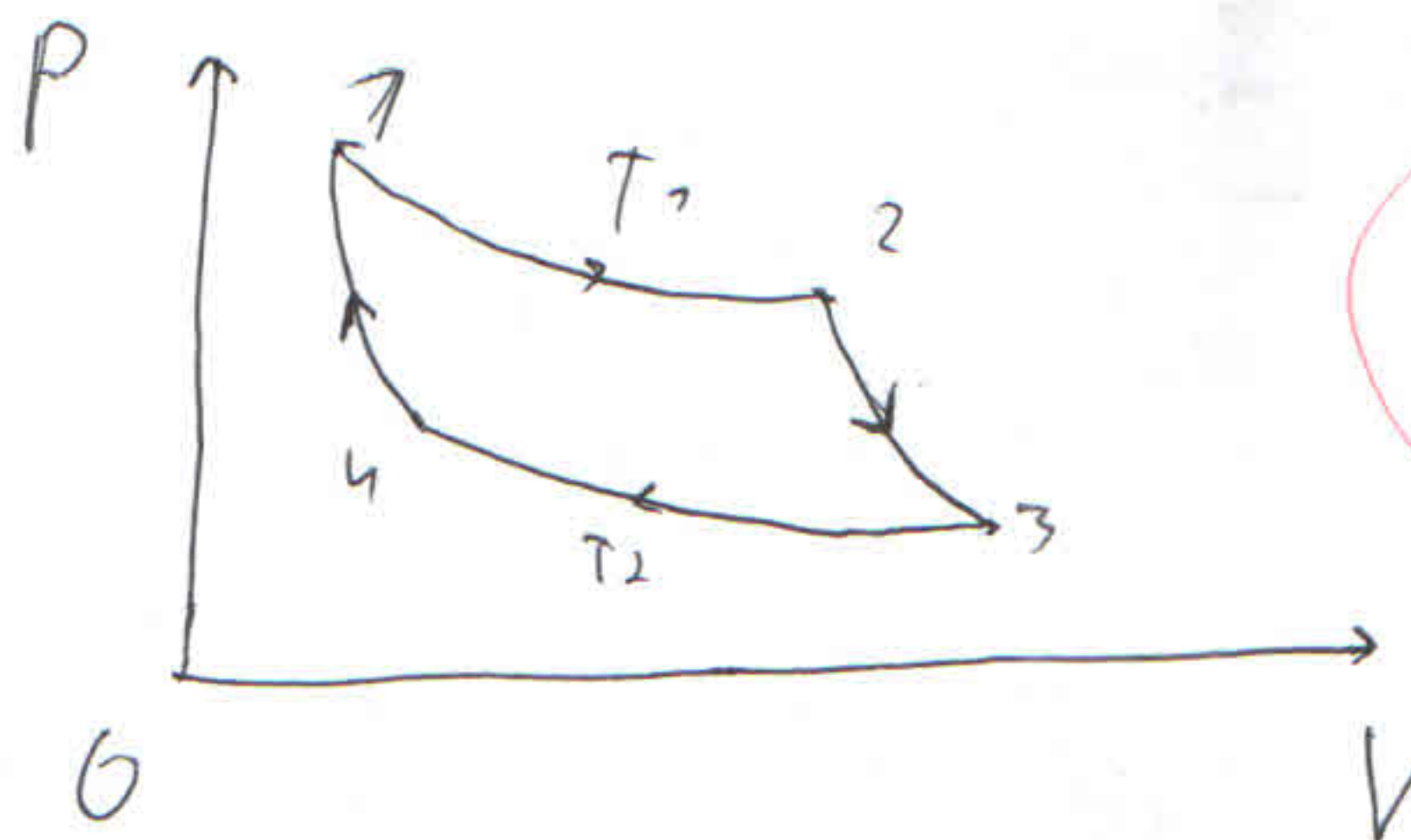
119429

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 2

6

Дано:
 η $\eta=2$
 A
 $T_H = ?$



$$\eta = \frac{T_H - T_x}{T_H} = 1 - \frac{T_x}{T_H}$$

$$\text{или } 1 - \eta = \frac{T_x}{T_H}$$

$$T_x = T_H(1 - \eta)$$

$$\eta = \frac{A}{Q}$$

$$Q = A + \frac{3}{2} \nu R (T_H - T_x)$$

$$\eta = \frac{A}{A + \frac{3}{2} \nu R (T_H - T_H(1 - \eta))}$$

0,45

$$\eta = \frac{A}{A + \frac{3}{2} \nu R (T_H - T_H + T_H \eta)}$$

$$\eta = \frac{A}{A + 3 R T_H \eta}$$

$$\eta A + 3 R T_H \eta^2 = A$$

$$3 R T_H \eta^2 = A(1 - \eta)$$

$$T_H = \frac{A(1 - \eta)}{3 R \eta^2}$$

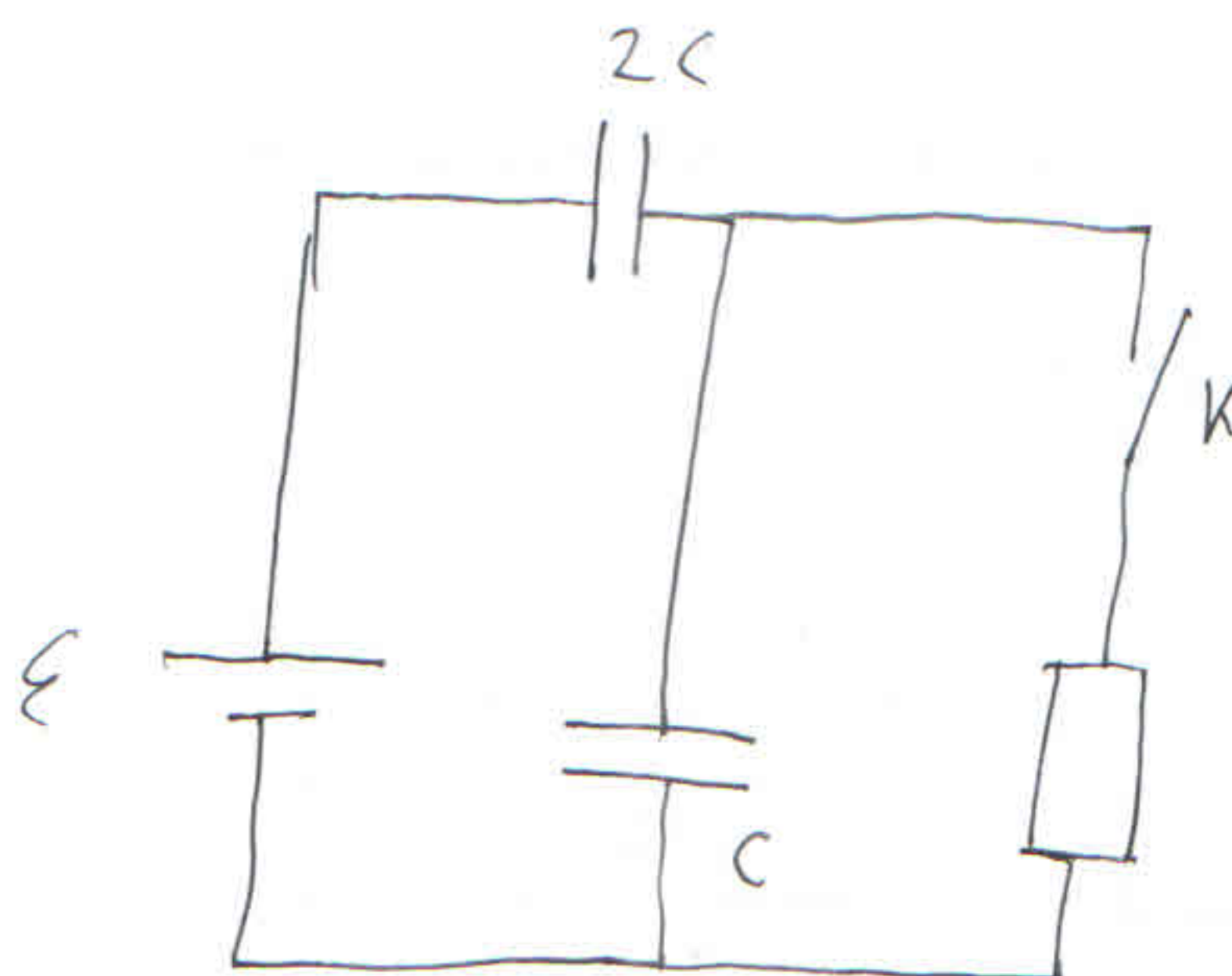
$$T_1 = \frac{A}{3 R \eta}$$

Ответ: $\frac{A(1 - \eta)}{3 R \eta^2}$

8

Дано:
 $2C$
 C
 \mathcal{E}

 $Q = ?$



$$E_H = \frac{CU_1^2}{2} + \frac{2CU_2^2}{2}$$

$$E_K = \frac{CU_1^2}{2} + \frac{2CU_2^2}{2}$$

$$Q = \Delta E = E_H - E_K = \underline{\underline{0}} \Rightarrow \text{энергия не выделяется}$$

Ответ: 0 Дж -

- энергия не выделяется