

(+1) 

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119409

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Каширов Егор Сергеевич

Город, № школы (образовательного учреждения)

г. Москва, ГБОУ лицей № 581

17, 17"

Регистрационный номер

ШМОБ21

Вариант задания

1

Дата проведения " 19 " марта 20 17 г.

Подпись участника

Е. Каширов

861 вошедших мест

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

119409

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

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

№1.

Дано: Решение.

$h = 2 \text{ м}$
 $\alpha = 60^\circ$
 $V_0 = 10 \text{ м/с}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $\beta = ?$

1) В верхней точке скорости по горизонтали равна нулю:

$$V \sin \alpha - g t = 0$$

$$t = \frac{V \sin \alpha}{g} \text{ (время подъёма)}; t = \frac{10 \sqrt{3}}{20} = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ с.}$$

$$2) H = V \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = \frac{V \sin \alpha \cdot V \sin \alpha}{g} - \frac{g V^2 \sin^2 \alpha}{2 g^2} = \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{2 g}$$

$$H = \frac{100 \cdot 3}{80} = 3,75 \text{ м.}$$

$$3) l = H - h = 3,75 - 2 = 1,75 \text{ м.}$$

$$l = \frac{g t_2^2}{2}; t_2 = \sqrt{\frac{2l}{g}}; V_y = g t_2 = \sqrt{2lg}$$

$$\tan \beta = \frac{V_y}{V_x} = \frac{\sqrt{2lg}}{V \cos \alpha}; \beta = \arctan \left(\frac{\sqrt{2lg}}{V \cos \alpha} \right)$$

$$\beta = 49,8^\circ$$

Ответ: $49,8^\circ$

№2.

Дано: Решение

$m_1 = 5 \text{ кг}$
 $m_2 = 1 \text{ кг}$
 $m_3 = 2 \text{ кг}$

$T = ?$
 $a_1 = ?$

Решение

Решение

$$I: F_{y1} - m_1 g - T = 0$$

$$II: T - m_2 g - F_{y2} = 0$$

$$III: F_{y2} - m_3 g = 0$$

$$F_{y2} = m_3 g$$

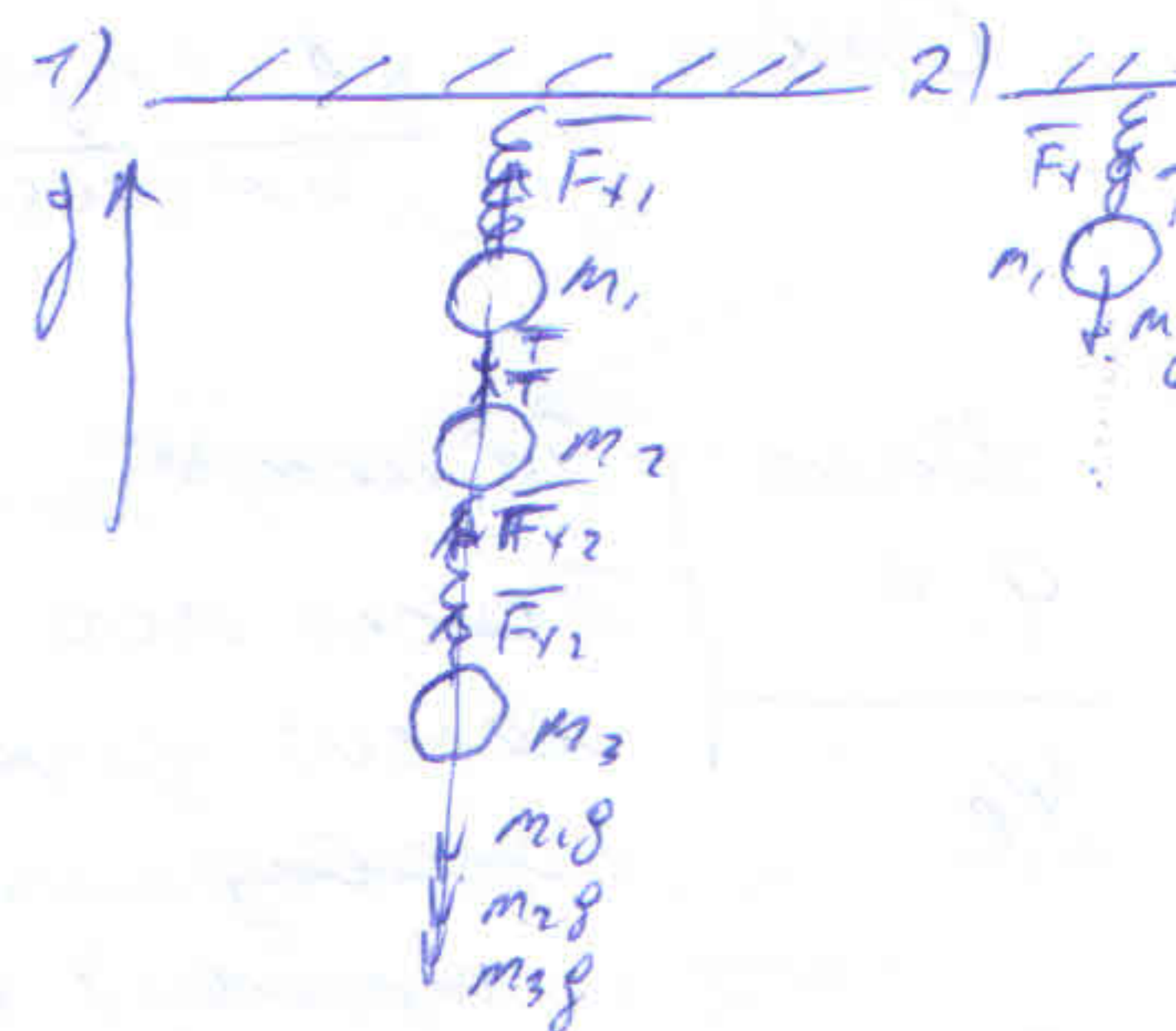
$$T - m_2 g - m_3 g = 0; T = m_2 g + m_3 g$$

$$F_{y1} - m_1 g - m_2 g - m_3 g = 0$$

$$F_{y1} = g m_1 + g m_2 + g m_3; T = F_{y1} - m_1 g = m_2 g + m_3 g + m_1 g - m_1 g$$

$$T = m_2 g + m_3 g; T = 10 + 20 = 30 \text{ Н;}$$

$$2) F_y = m_1 g = m_1 a;$$



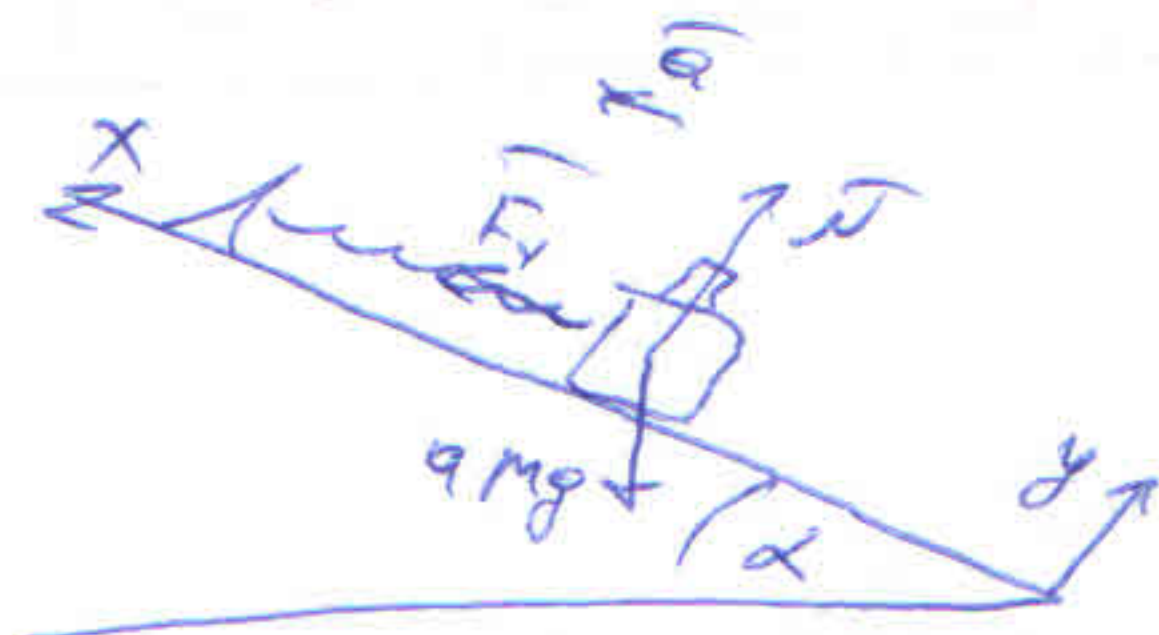
$$a = \frac{F_{y1} - m_1 g}{m_1} = \frac{g m_1 + g m_2 + g m_3 - g m_1}{m_1} = \frac{g(m_2 + m_3)}{m_1};$$

$$a = \frac{70 \cdot 3}{5} = 6 \text{ м/с}^2 \text{ (направленно вертикально вверх)}$$

Ответ: 30 Н; 6 м/с².

⊗ √3.

Дано: Решение.
 $\alpha, 3m, m,$
 K, A
 $\mu \min$
 Ампула А является удлинением пружины $\Rightarrow A = \Delta x$.
 Рассмотрим крайнее правое положение:



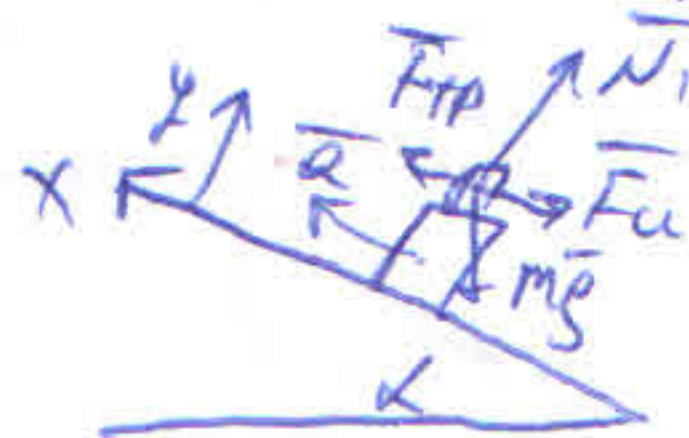
I: По II З.К:

$$Ox: F_1 - 4mg \sin \alpha = 4ma$$

$$Oy: N = 4mg \cos \alpha$$

$$a = \frac{F_1 - 4mg \sin \alpha}{4m} = \frac{KA - 4mg \sin \alpha}{4m} \text{ (это максимальное ускорение груза)}$$

II Теперь рассмотрим шайбу на грузе.



$$Ox: F_{тр} - F_u - mg \sin \alpha = 0$$

$$Oy: N = mg \cos \alpha; F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$F_{тр} = F_u + mg \sin \alpha$$

$$\mu mg \cos \alpha = \frac{\mu(KA - 4mg \sin \alpha)}{4\mu} + mg \sin \alpha$$

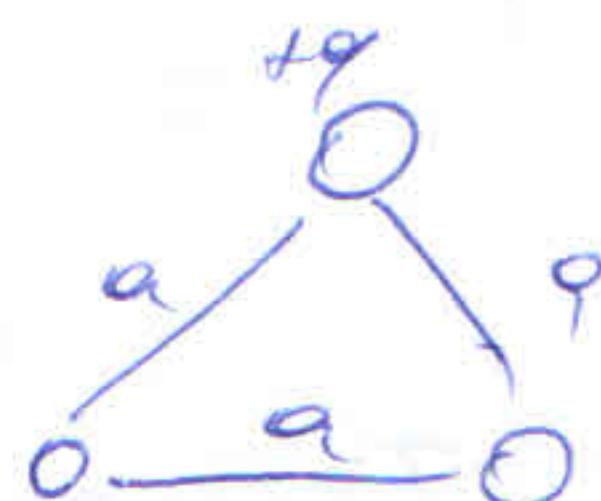
$$\mu = \frac{KA - 3mg \sin \alpha}{4mg \cos \alpha}.$$

⊗

Ответ: $\mu = \frac{KA - 3mg \sin \alpha}{4mg \cos \alpha}$

√3.

Дано: Решение.
 q, a
 $W_p = ?$
 После поперёжного перераспреде-
 ления зарядов (он делится
 поровну между соединёнными
 шариками) система зарядов будет выглядеть
 так:



$\frac{+q}{2}$

$\frac{+q}{4}$

$$W_p = qEd, \text{ где } E = \frac{kq}{a^2}$$

$$W_p = W_{p1} + W_{p2} + W_{p3};$$

$$W_p = \frac{k \cdot \frac{1}{2}q \cdot \frac{1}{4}q}{a} + \frac{k \cdot \frac{1}{2}q \cdot \frac{1}{4}q}{a} + \frac{k \cdot \frac{1}{4}q \cdot \frac{1}{4}q}{a};$$

$$W_p = \frac{kq^2}{8a} + \frac{kq^2}{8a} + \frac{kq^2}{16a} = \frac{5kq^2}{16a}; \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 a}; \quad W_p = \frac{5q^2}{64\pi\epsilon_0 a}$$

$$\text{Ответ: } \frac{5kq^2}{16a} \text{ Дж.} \quad \frac{5q^2}{64\pi\epsilon_0 a} \text{ Дж.}$$

√8.

Дано:

$T = 2\pi \cdot 10^{-5} \text{ с}$	C
$q = 5 \text{ нКл}$	$5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$
$I = 0,8 \text{ мА}$	$0,8 \cdot 10^{-3} \text{ А}$
$I_m = ?$	

Решение:

1) Согласно ф-ле Томпсона: $T = 2\pi\sqrt{LC}$

$$2\pi \cdot 10^{-5} = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$\sqrt{LC} = 10^{-5}$$

$$LC = 10^{-10} \Rightarrow C = \frac{10^{-10}}{L}$$

2) ЗСЭ:

$$\frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$I_m^2 = \frac{q^2}{C} + LI^2 = \frac{q^2 \cdot k}{10^{-10}} + LI^2 = \frac{q^2 + 10^{-10} I^2}{10^{-10}}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{q^2 + 10^{-10} I^2}{10^{-10}}}; \quad I_m \approx 0,84 \text{ мА.}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{25 \cdot 10^{-18} + 10^{-10} \cdot 0,64}{10^{-10}}}$$



Ответ: 0,84 мА.

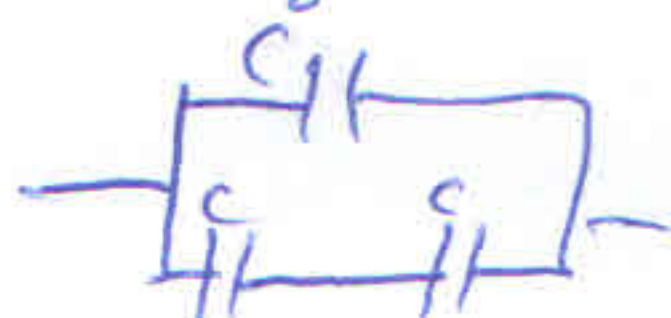
√10.

Дано:

$d, b, B,$
m, C
$a = ?$

Решение:

1) Найдём ёмкость батареи конденсаторов:

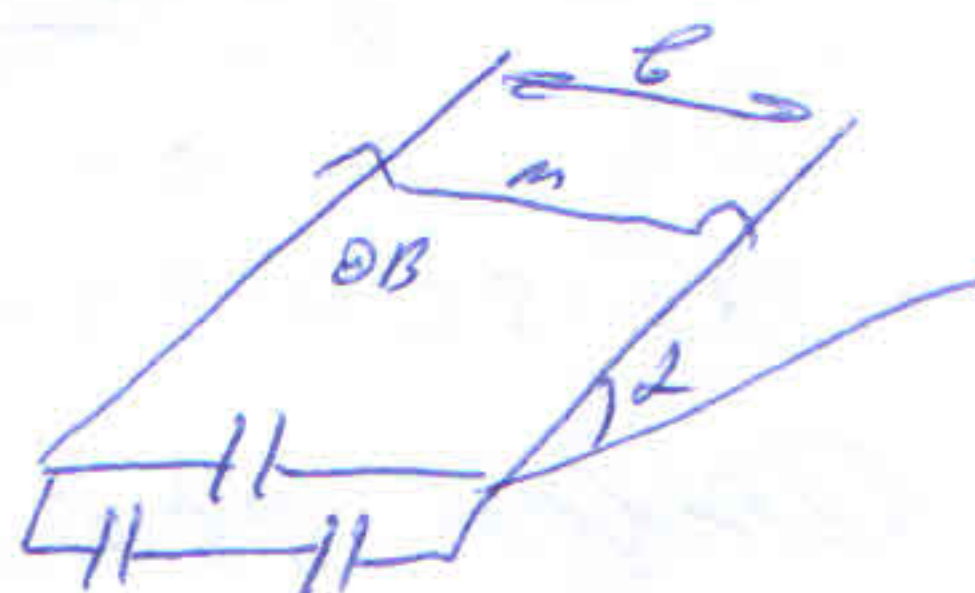


$$1. \frac{1}{C_1} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{C_1 + C_2}{C^2}$$

$$C_1 = \frac{C}{2}$$

$$2. C = C$$

$$3. C_0 = \frac{C}{2} + C = 1,5C.$$



2) По 3-му ЭМН, в катушке возникает индуцированный ток, который стремится затормозить стержень:

По ПЗН: $F_A = BIL \sin \alpha$, где $\alpha = 90^\circ$

$$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{B \Delta S}{\Delta t};$$

$$\Delta S = l a \Delta t$$



$$I = \frac{q}{\Delta t}; q = Cu = 1,5Cu$$

$$I = \frac{1,5cE}{\Delta t}$$

$$E = -\frac{Bb\Delta t}{2}; I = \frac{1,5cBb\Delta t}{\Delta t \cdot 2};$$

$$FA = \frac{B \cdot 1,5c \cdot B \cdot b \cdot b \cdot a}{2} = \frac{1,5B^2b^2c}{2} = 0,75B^2b^2ca.$$

$$3) ma = mg \sin \alpha - 0,75B^2b^2ca$$

$$a(m + 0,75B^2b^2c) = mg \sin \alpha;$$

$$a = \frac{mg \sin \alpha}{m + 0,75B^2b^2c} \text{ м/с}^2$$

$$\text{Ответ: } a = \frac{mg \sin \alpha}{m + 0,75B^2b^2c} \text{ м/с}^2.$$

№4.

Дано: Демон.

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$h = 5 \text{ м}$$

$$M = 5 \text{ кг}$$

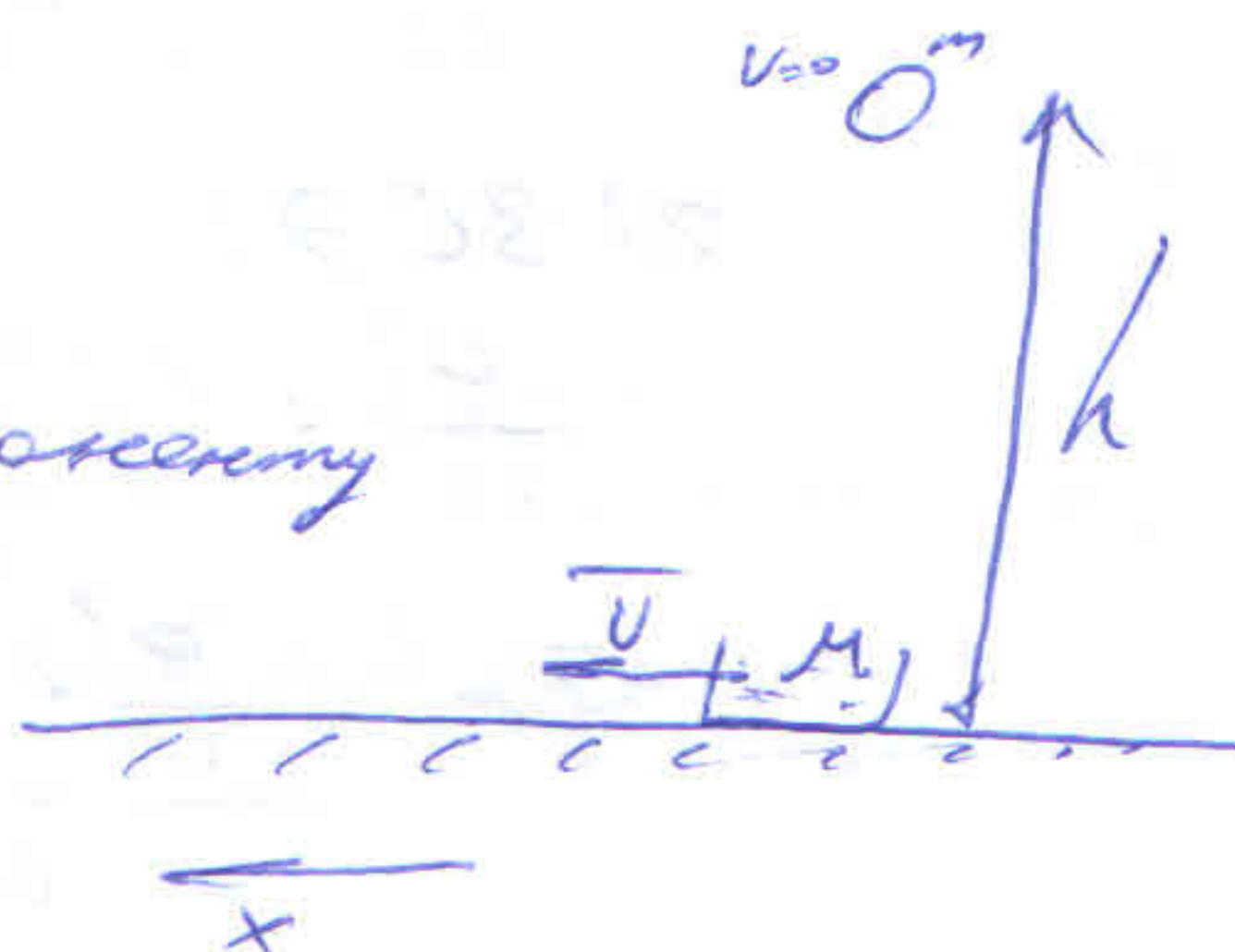
$$V = 6 \text{ м/с}$$

Q = ?

1) Камень из высоты h - компоненты скорости дуги, закончен ЗСН:ок:

$$MV + 0 = (m + M)u$$

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



$$2) \text{ЗСЗ: } mgh + \frac{MV^2}{2} = \frac{(m + M)u^2}{2} + Q, \text{ где } Q - \text{выделившаяся}$$

$$Q = mgh + \frac{MV^2}{2} - \frac{(m + M)u^2}{2}$$

$$Q = mgh + \frac{MV^2}{2} - \frac{M^2V^2}{2(m + M)}$$

$$Q = 50 + 90 - 75 = 65 \text{ Дж.}$$

Ответ: 65 Дж.

или-то теплоты (увеличение внутренней энергии системы)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

110409

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

№ 5.

Дано:
 $p_1 = 10^5 \text{ Па}$
 $p_0 = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$
 $p_2 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$
 $V_2 - V_1 = 10 \text{ л}$
 $A = ?$

См

Решение.

1) Газовую работу можно рассчитать как разность мощностей преобразователей 102 и 034 (т.к. 0430 обратный цикл). Преобразователи подобны, коэффициент подобия:

$$\frac{p_0 - p_1}{p_2 - p_0} = \frac{2 \cdot 10^5}{10^5} = 2$$

$$2) \frac{S_{102}}{S_{034}} = 2^2 = 4 \Rightarrow S_{034} = \frac{1}{4} S_{102} = A = \frac{3}{4} S_{102}$$

3) S_{102} можно рассчитать так:

$$S_{102} = \frac{1}{2} (V_2 - V_1) \cdot (p_0 - p_1)$$

$$S_{102} = \frac{1}{2} \cdot 0,01 \cdot 2 \cdot 10^5 = 1000 \text{ Дж.}$$

$$A = \frac{3}{4} \cdot S_{102} = \frac{3}{4} \cdot 1000 = 750 \text{ Дж.}$$

Ответ: 750 Дж.

№ 6.

Дано:

Решение.

$\eta = 1 \text{ макс}$

$$\eta = \frac{T_H - T_X}{T_H}$$

$i = 3$

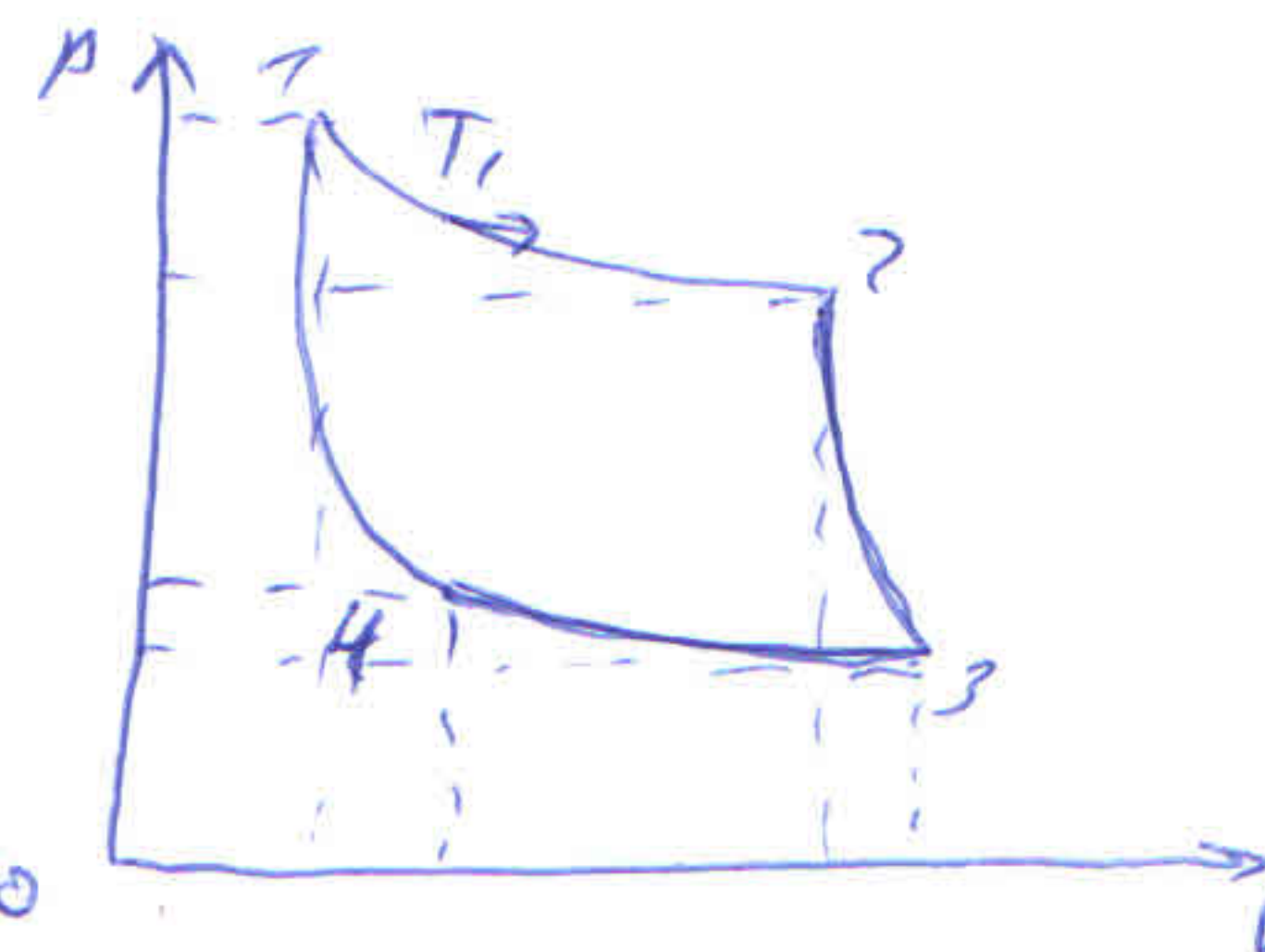
η , Абс. релат.

$$\eta T_H = T_H - T_X$$

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

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

$T_H = ?$



№ 8.

Дано: E, C
 $Q - ?$

Решение.
 1) $A_{\text{ист.}} = \Delta W_p + Q$

$$A_{\text{ист.}} = \Delta q E$$

$$Q = A_{\text{ист.}} - \Delta W_p$$

$$2) W_{p0} = \frac{2CE^2}{8} = \frac{CE^2}{4}$$

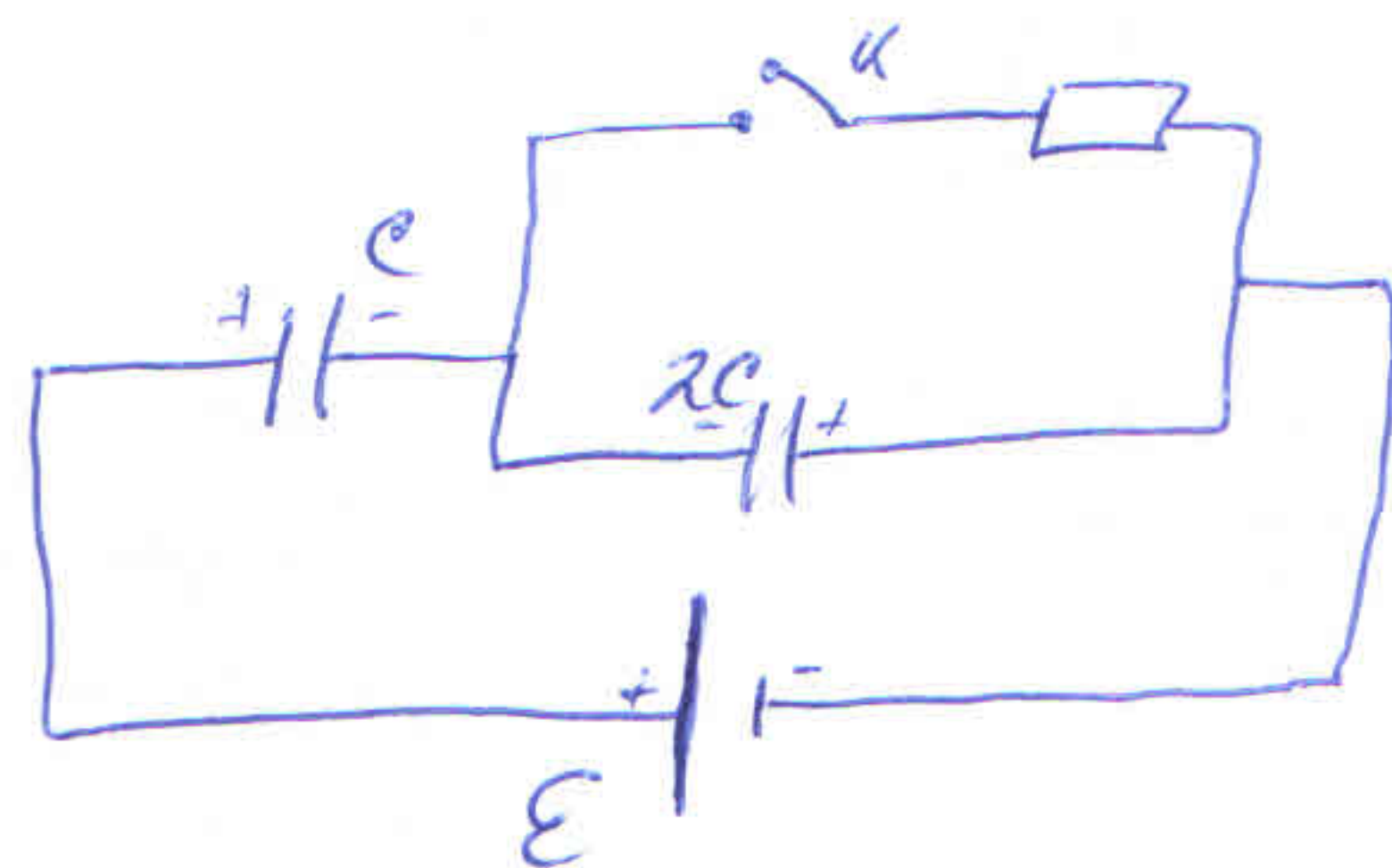
$$W_p = \frac{2CE^2}{2} = CE^2$$

$$\Delta W_p = CE^2 - \frac{CE^2}{4} = \frac{3}{4} CE^2$$

$$3) A = qE = 2CE^2$$

$$Q = 2CE^2 - 0,75CE^2 = 1,25CE^2 \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } 1,25CE^2 \text{ Дж.}$$



⊖

7