

(+1)

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119412

Шифр _____

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Левшин Владимир Сергеевич

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Новоосновск, МБОУ "Лицей"

Регистрационный номер ШМО102

Вариант задания 1

Дата проведения " 19 " марта 20 17 г.

Подпись участника

Левшин

71 (семьдесят один)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

119412

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.5	1	1	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	
4	8	10	8	10	10	10	5	3	3	

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

12

≤ 71

Вариант № 1

Задача 9.

Дано:
 $T = 2\pi \cdot 10^{-6} \text{ c}$
 $q = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$
 $y = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ A}$

$y_m = ?$

Решение:

$$q = q_m \cos(\omega t + \phi_0)$$

$$y = y_m \cos \omega t$$

$$y_m = \frac{y}{\cos \omega t}$$

$$y = \frac{q}{T}$$

$$t = \frac{q}{y}$$

$$y_m = \frac{y}{\cos \frac{2\pi q}{T y}}$$

$$y_m = \frac{0,8 \cdot 10^{-3} \text{ A}}{\cos \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{2 \cdot 3,14 \cdot 10^{-5} \text{ c} \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ A}}}$$

$$\approx 8 \cdot 10^{-4} \text{ A}$$

$$\text{Ответ: } y_m = 8 \cdot 10^{-4} \text{ A}$$

Задача 6.

Дано:
 η, A

$T_1 = ?$

Решение:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$1 - \eta = \frac{T_2}{T_1}$$

$$T_2 = T_1 (1 - \eta)$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$Q = 0, \text{ т.к. адиабатный процесс, нет обмена с окр. средой}$$

$$-\Delta U = A$$

$$-\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = A$$

$$\frac{3}{2} \nu R T_1 - \frac{3}{2} \nu R T_1 (1 - \eta) = A$$

$$\frac{3}{2} \nu R T_1 \eta = A$$

$$T_1 = \frac{2 A}{3 \nu R \eta}$$

$$\text{Ответ: } T_1 = \frac{2 A}{3 \nu R \eta}$$



Задача 1.

Дано:

$$\alpha = 60^\circ$$

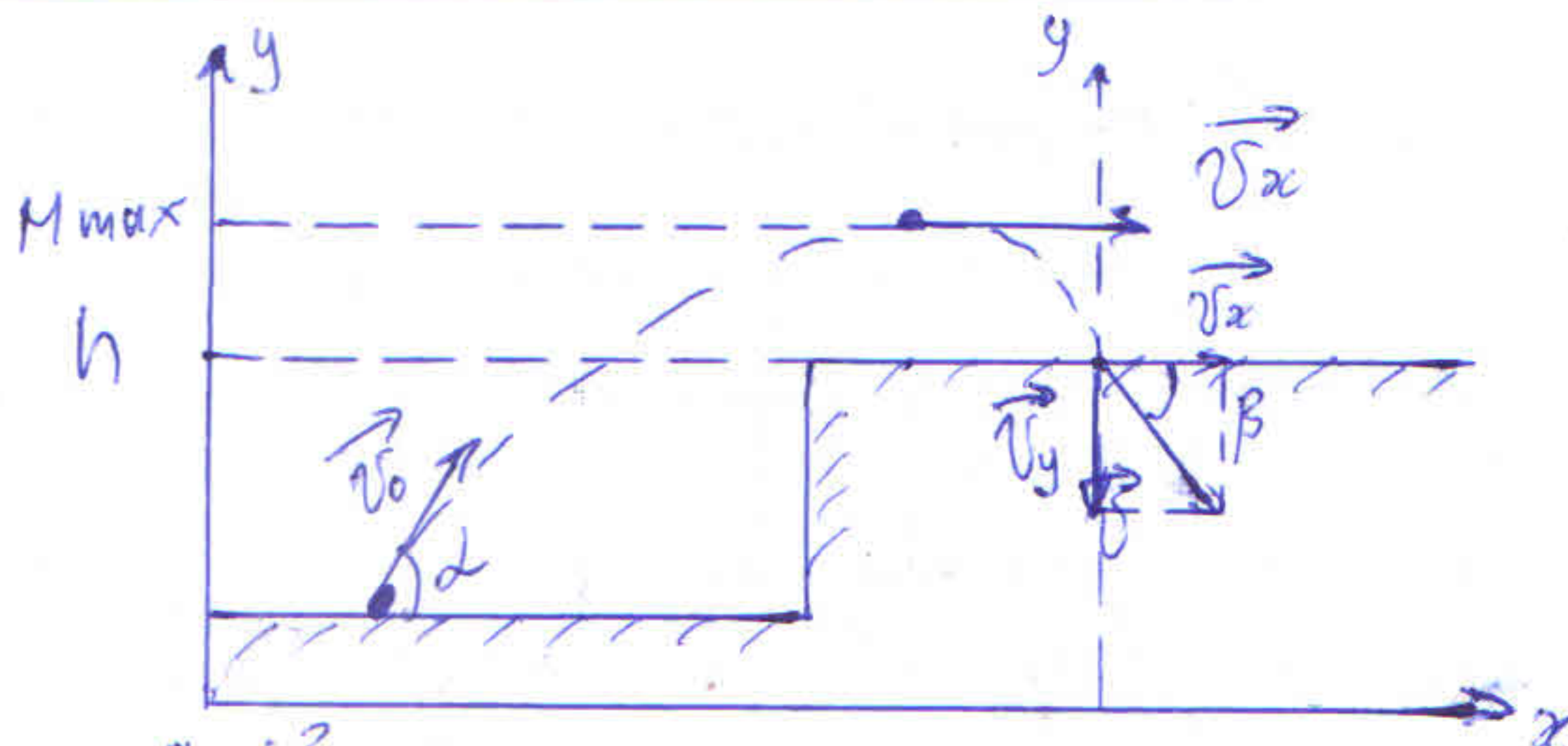
$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$h = 2 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$\beta = ?$

Решение:



$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$$

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

$$g t^2 - 2 v_0 \sin \alpha t + 2h = 0;$$

$$10 t^2 - 10\sqrt{3} t + 4 = 0; D = 140$$

$$t_1 = \frac{10\sqrt{3} - \sqrt{140}}{100} = 0,055 \text{ с} - \text{первый раз на высоте } h$$

$$t_2 = \frac{10\sqrt{3} + \sqrt{140}}{100} = 0,29 \text{ с} - \text{полное время полёта до ступеньки}$$

$$v = v_0 - g t$$

$$v = 10 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,29 \text{ с} \approx 7 \text{ м/с}$$

$$M_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$M_{\max} = \frac{(10 \text{ м/с})^2 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 3,75 \text{ м}$$

$$y = y_0 + v_{0y} t' + \frac{g_y t'^2}{2}$$

$$2 M_{\max} = 2 v_0 \sin \alpha t' - g t'^2 \quad (t' - \text{время полёта до } M_{\max})$$

$$10 t'^2 - 10\sqrt{3} t' + 7,5 = 0; D = 0$$

$$t' = \frac{10\sqrt{3}}{100} \approx 0,173 \text{ с}$$

$$v_x = v \cos \beta$$

$$v_y = v \sin \beta - g t'$$

$$v_x = v_{0x} - g t'$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha - g t'$$

$$v_x = 10 \text{ м/с} \cdot \frac{1}{2} - 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,173 \text{ с} = 3,27 \text{ м/с}$$

$$\cos \beta = \frac{v_x}{v}$$

$$\cos \beta = \frac{3,27 \text{ м/с}}{7 \text{ м/с}} \approx 0,467$$

$$\beta = \arccos \beta \approx 62^\circ$$

$$\text{Ответ: } \beta = 62^\circ$$

Задача 5.

Дано:
 $P_1 = 10^5 \text{ Па}$
 $P_0 = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$
 $P_2 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$
 $V_2 - V_1 = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

$A_y = ?$

Решение:

$$A_y = A_{14} + A_{43} + A_{32} + A_{21}$$

$$4034 \sim \Delta 021$$

↓

$$\frac{P_0 - P_1}{P_2 - P_0} = \frac{V_2 - V_1}{V_4 - V_3}$$

$$\frac{2}{7} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{V_4 - V_3}$$

$$V_4 - V_3 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$A_{21} = P_1(V_1 - V_2) = -10^5 \text{ Па} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = -1000 \text{ Дж}$$

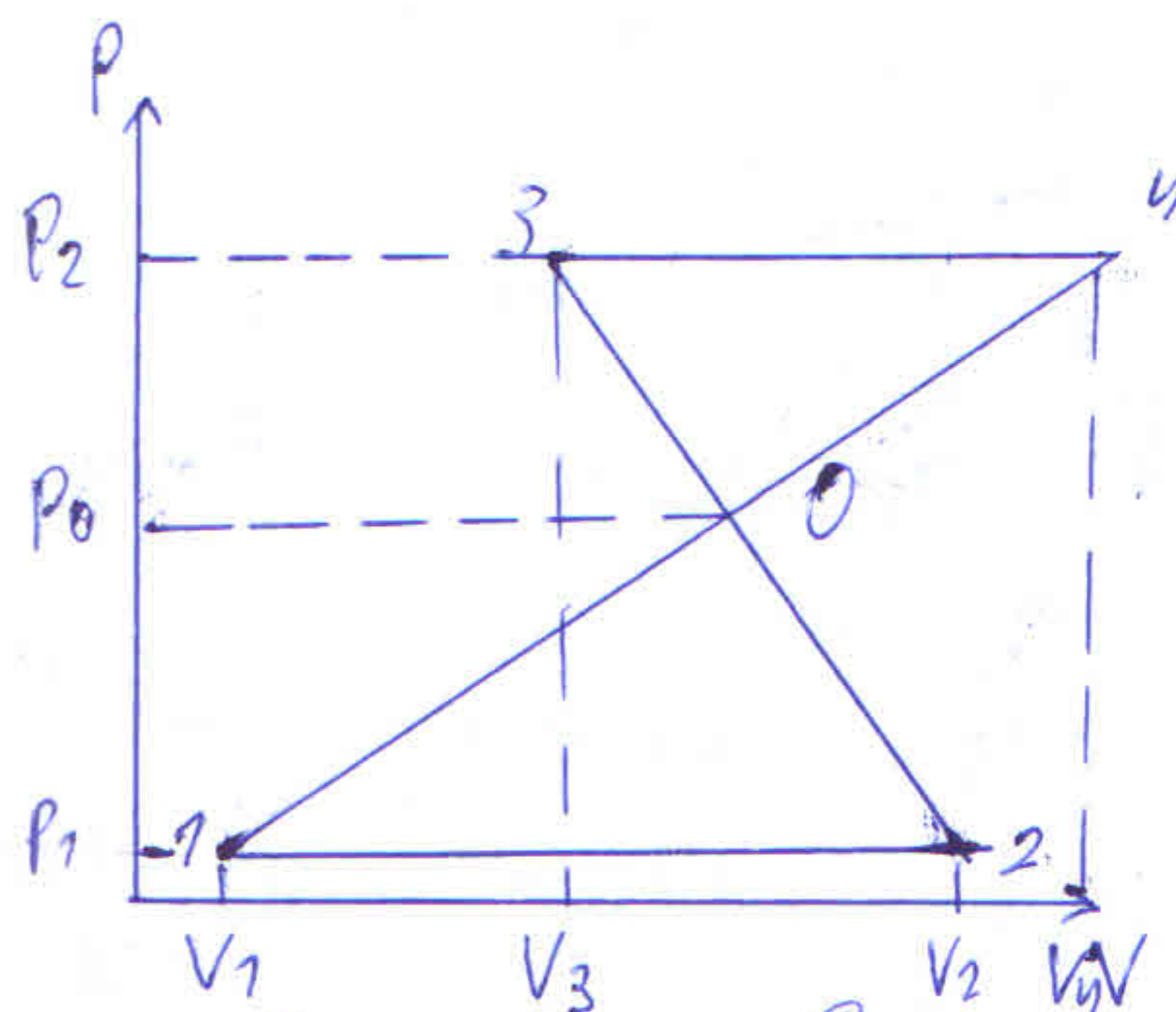
$$A_{43} = P_2(V_3 - V_4) = -5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 4 \cdot 10^5 \text{ Па} = -2000 \text{ Дж}$$

$$A_{14} + A_{32} = \frac{(P_1 + P_2)}{2} (V_4 - V_1) + \frac{(P_1 + P_2)}{2} (V_2 - V_3) = \frac{(P_1 + P_2)}{2} ((V_4 - V_3) + (V_2 - V_1))$$

$$A_{14} + A_{32} = 15 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot \frac{(10^5 \text{ Па} + 4 \cdot 10^5 \text{ Па})}{2} = 3750 \text{ Дж}$$

$$A_y = 3750 \text{ Дж} - 1000 \text{ Дж} - 2000 \text{ Дж} = 750 \text{ Дж}$$

Ответ: $A_y = 750 \text{ Дж}$



Задача 2.

Дано:

$$m_1 = 5 \text{ кг}$$

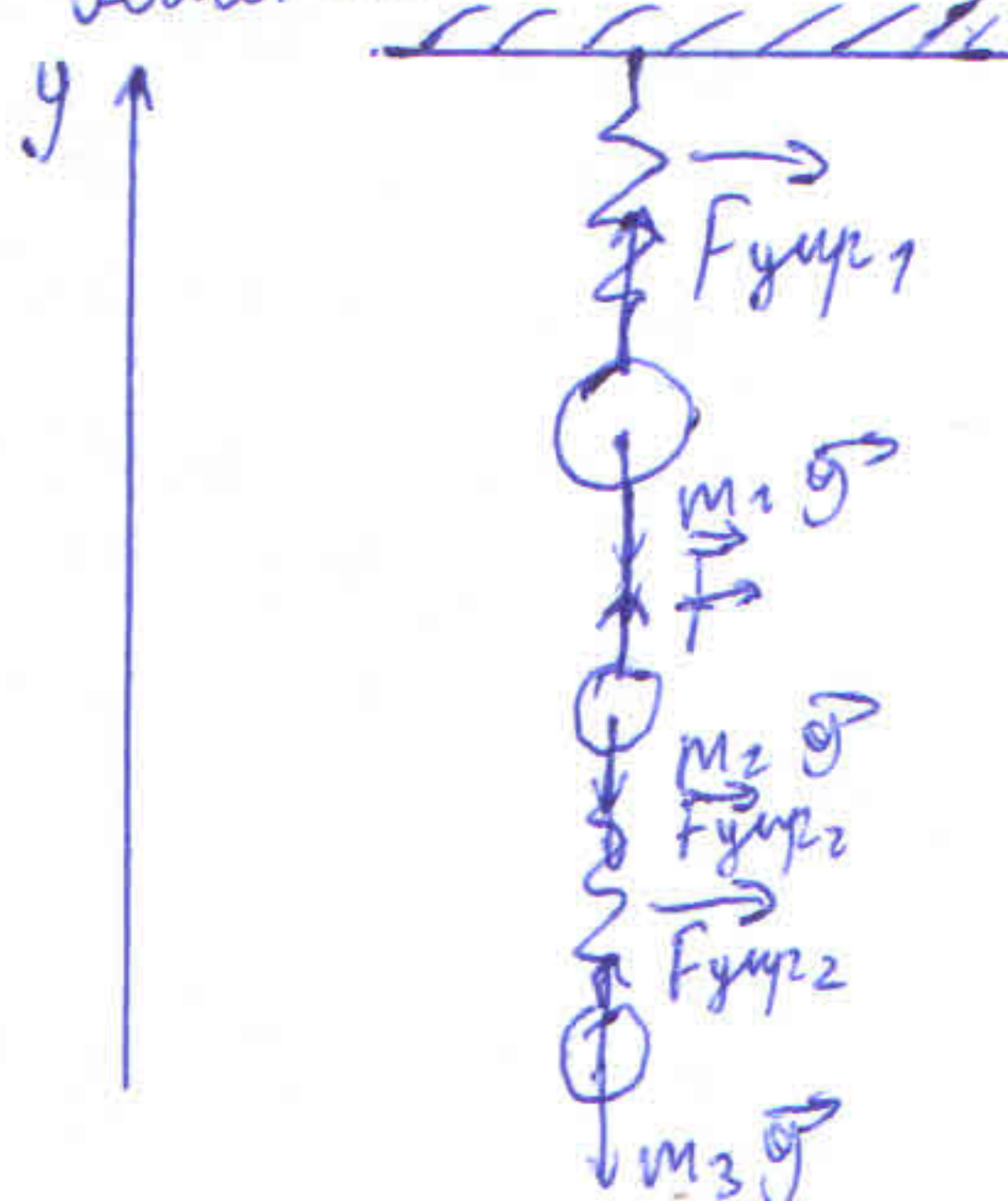
$$m_2 = 1 \text{ кг}$$

$$m_3 = 2 \text{ кг}$$

1) $T = ?$

2) $a = ?$

Решение:



1) По II-му 3-му закону Ньютона:
 для 3-го тела (m_3)
 $\sum \vec{F} = m \vec{a}$

$$\vec{F}_{\text{spring}2} + m_3 \vec{g} = m \vec{a}$$

$$F_{\text{spring}2} = m_3 g$$

для 2-го тела (m_2)
 $\vec{T} + m_2 \vec{g} + F_{\text{spring}2} = m \vec{a}$

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

$$T = 10 \text{ м/с}^2 (1 \text{ кг} + 2 \text{ кг}) = 30 \text{ Н}$$

для 1-го тела (m_1)
 $\vec{F}_{\text{spring}1} + \vec{T} + m_1 \vec{g} = m \vec{a}$

$$F_{\text{spring}1} = T + m_1 g$$

$$F_{\text{spring}1} = 30 \text{ Н} + 5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 80 \text{ Н}$$

2) После перетягивания

пружина была

натянута вниз,

значит она

стремится вернуться

в исходное положение,

поэтому ускорение

по II-му 3-му закону Ньютона:

$$\sum \vec{F} = m \vec{a}$$

$$F_{\text{spring}1} + m_1 \vec{g} = m_1 \vec{a}$$

$$a = \frac{F_{\text{spring}1} - m_1 g}{m_1}; \quad a = \frac{80 \text{ Н} - 50 \text{ Н}}{5 \text{ кг}} = 6 \text{ м/с}^2$$

Ответ: $T = 30 \text{ Н}$; $a = 6 \text{ м/с}^2$; a направлено вверх.

Задача 3.
Дано:
 $L, 3m, m,$
 K, A
 $\mu \min - ?$

Решение:
По II-му з-ну
Ньютона
для большего
бруска:

$$\sum \vec{F} = m \vec{a}$$

$$\vec{F}_{упр} + 3m\vec{g} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}$$

$$x: -KA + 3mg \sin \alpha - F_{тр} = 0$$

$$F_{тр} = 3mg \sin \alpha - KA$$

для меньшего бруска

$$y: \vec{N}_1 + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$N_1 - mg \cos \alpha = 0$$

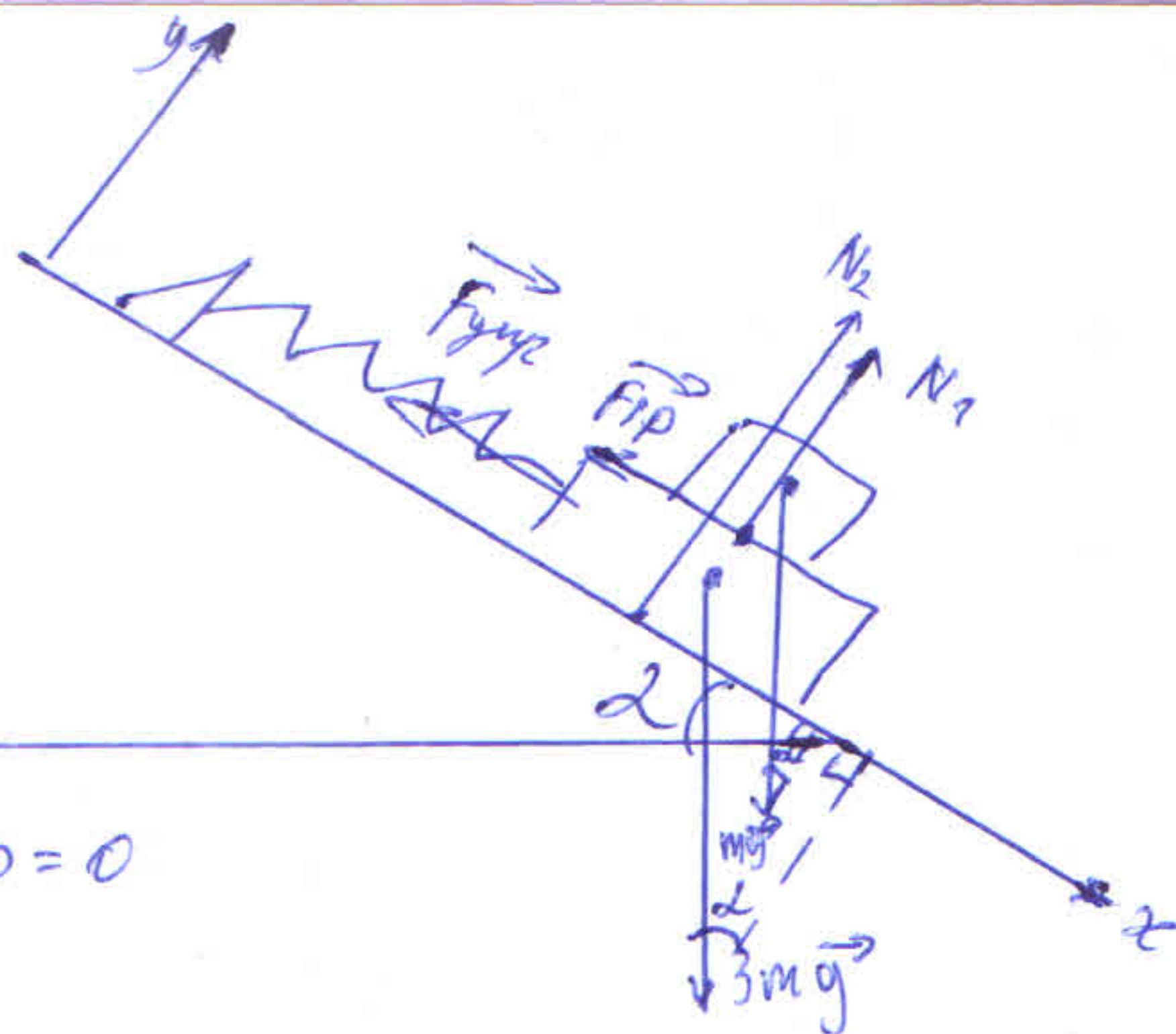
$$N_1 = mg \cos \alpha$$

$$x: \vec{F}_{тр} + F_{тр} = \mu N_1 = \mu mg \cos \alpha$$

$$\mu mg \cos \alpha = 3mg \sin \alpha - KA$$

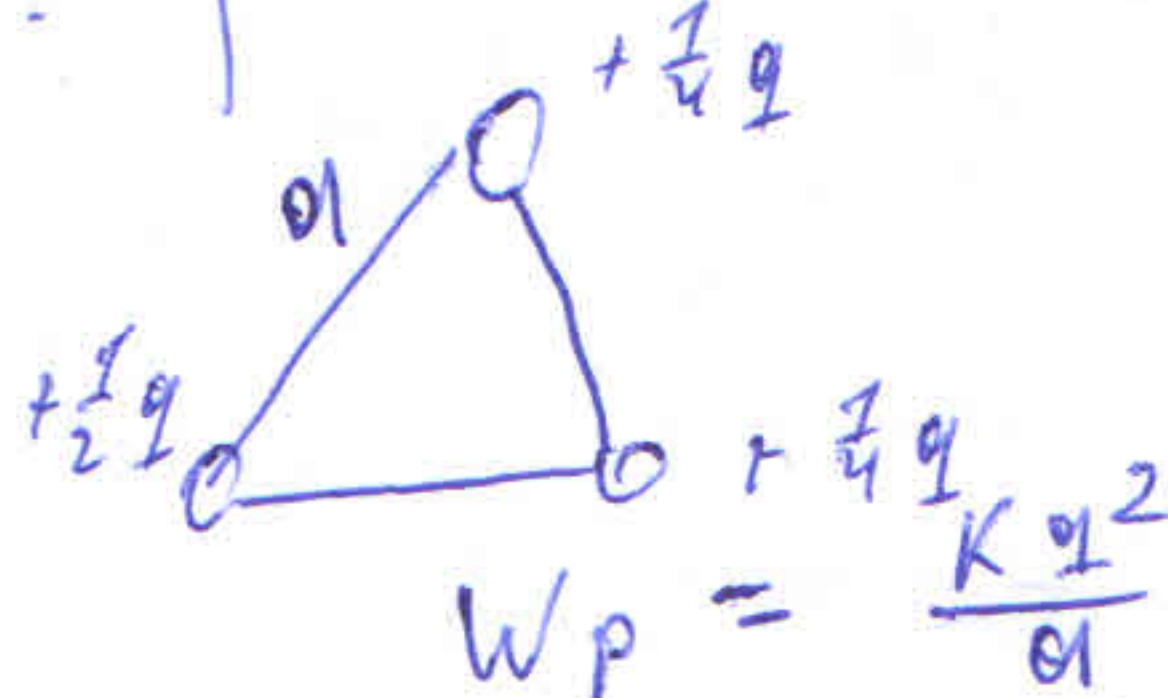
$$\mu = \frac{3mg \sin \alpha - KA}{mg \cos \alpha}$$

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



Задача 7. Дано:
 q_1, q
 $W_p - ?$

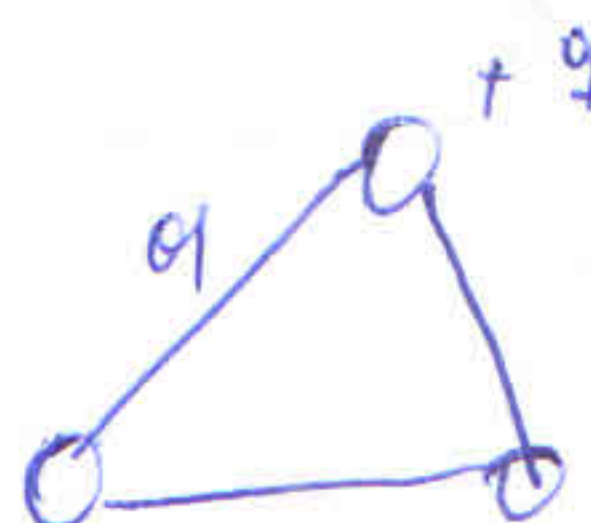
Решение:



$$W_p = \frac{Kq^2}{a}$$

$$W_p = W_{p1} + W_{p2} + W_{p3} = \frac{Kq^2}{8a} + \frac{Kq^2}{16a} + \frac{Kq^2}{8a} = \frac{5Kq^2}{16}$$

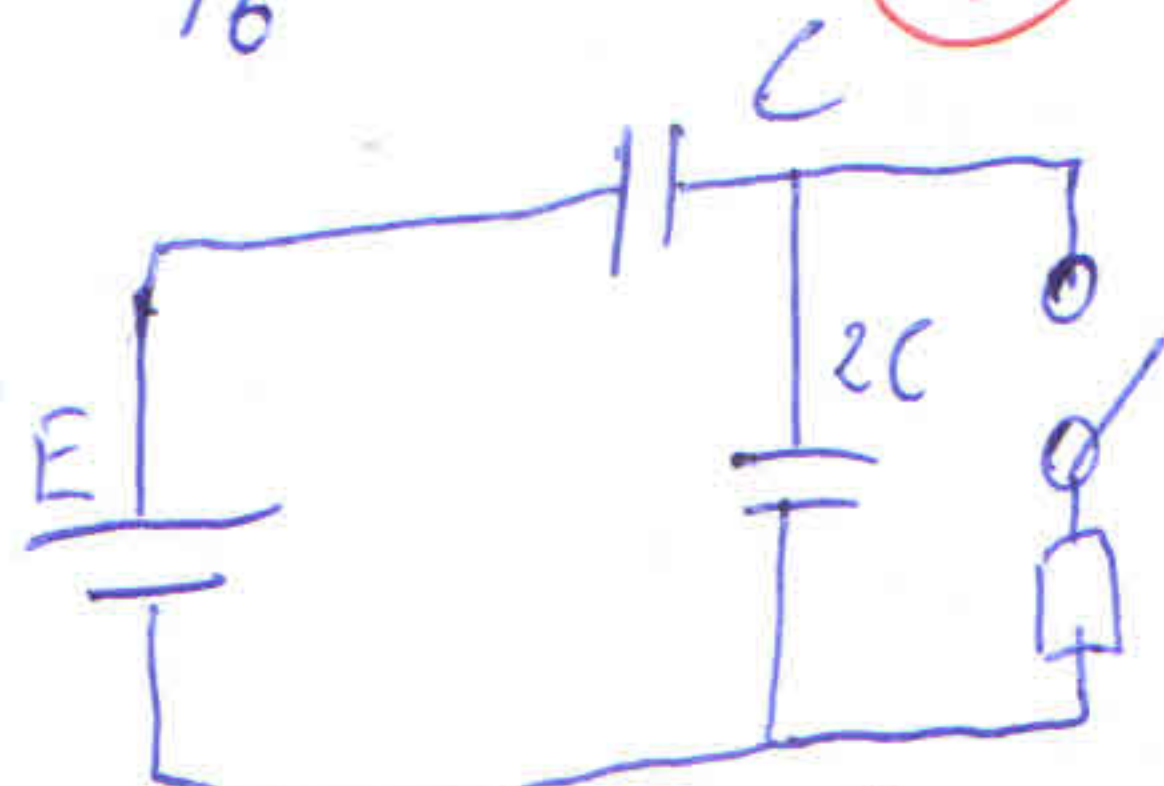
Ответ: $W_p = \frac{5Kq^2}{16}$



Сначала соединим с одной
заряд по з-ну сохранения
зарядов уравняем $(q_1 + q_2 = q_1' + q_2')$
был 0 и $+q$, стал $+\frac{1}{2}q$ и $+\frac{1}{2}q$
аналогично после второго соединения
был $+\frac{1}{2}q$ и 0 , стал $+\frac{1}{4}q$ и $+\frac{1}{4}q$

Задача 8.
Дано:
 $C, E, 2C$
 $r = 0$
 $Q - ?$

Решение:
Сначала
так течёт по
замкнутой цепи,
до замыкания



$$W_{max} = \frac{C_0 U^2}{2} = \frac{C U^2}{3}$$

$$E = \mathcal{E} R_c + \mathcal{E} r \rightarrow 0$$

$$E = U_c$$

См. макс. энергию Емакс

$$C_0 = \frac{1}{C} + \frac{1}{2C}; C_0 = \frac{2C}{3}$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

119412

Шифр _____
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

Продолжение задачи 8.

~~Дано:~~ Ток после замыкания течёт через резистор и конденсатор "C"

$$W_{\max} = \frac{CE^2}{2} - Q$$

$$\frac{CE^2}{2} - Q = \frac{CE^2}{3}$$

$$Q = \frac{3CE^2}{6} - \frac{2CE^2}{6} = \frac{CE^2}{6}$$

Ответ: $Q = \frac{CE^2}{6}$

$A = ?!$

Задача 4.

Дано:

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$h = 5 \text{ м}$$

$$M = 5 \text{ кг}$$

$$v = 6 \text{ м/с}$$

$$\Delta E_{\text{жиз}} - ?$$

$$\Delta E_{\text{кин}} - ?$$

$$\Delta E_{\text{кр}} - ?$$

Решение:

3. С. У. для

телетки

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$$

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

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

3. С. Э. для телетки

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{(M+m)u^2}{2} + \Delta E_{\text{жиз}}$$

$$\Delta E_{\text{жиз}} = \frac{mv^2}{2} - \frac{M^2v^2}{2(M+m)}$$

$$\Delta E_{\text{жиз}} = \frac{5 \text{ кг} \cdot 30 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2} - \frac{(5 \text{ кг})^2 \cdot (6 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 6 \text{ кг}} = 0 - \text{не изменяется}$$

3. С. Э. для камня

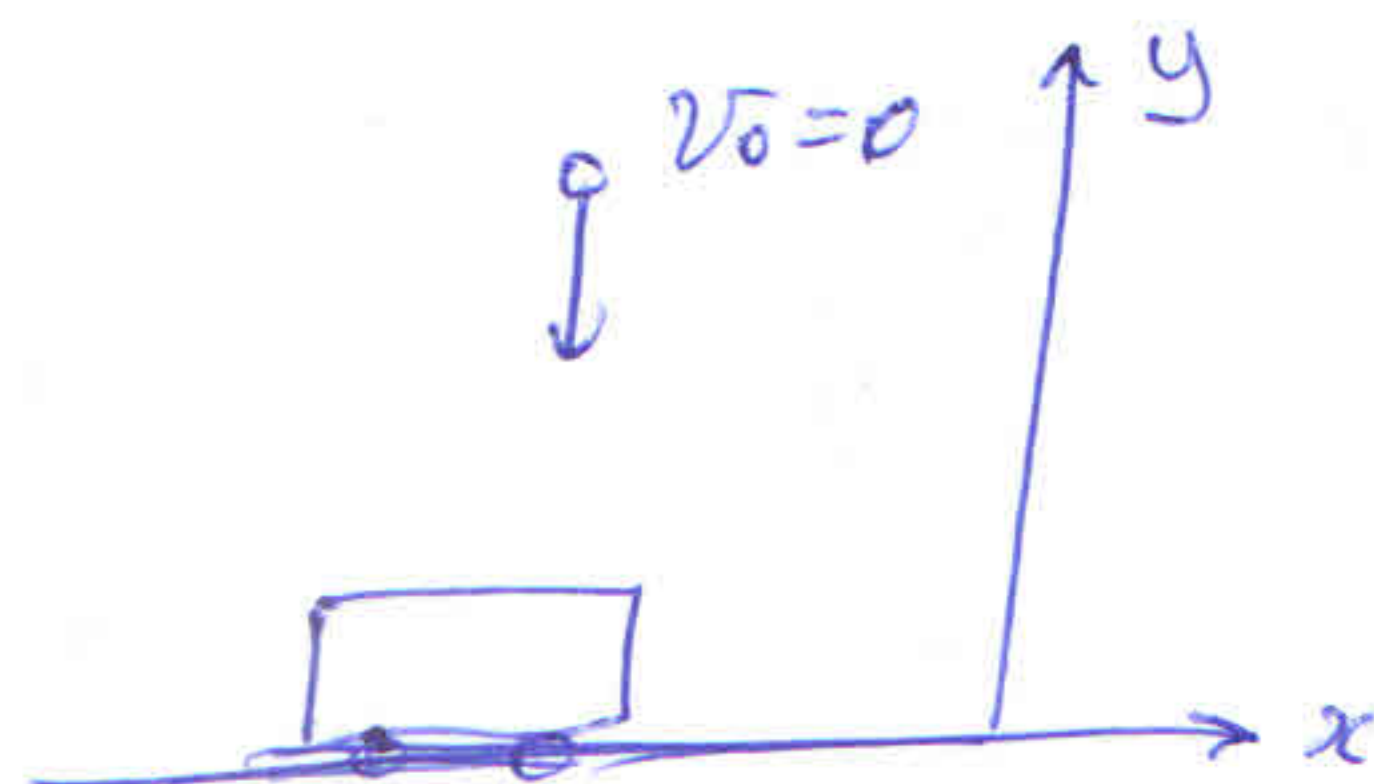
$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$$

$$0 = h - \frac{g_y t^2}{2}$$

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

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} = 1 \text{ с}$$

см. на след. странице



$$v' = v_0 - gt = 10 \text{ м/с}$$

$$|v'| = gt$$

$$|v''| = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с} = 10 \text{ м/с}$$

3. С.Э. для камня:

$$\frac{mv'^2}{2} = \frac{(m+M)v^2}{2} + \Delta E_{\text{кам}}$$

$$\Delta E_{\text{кам}} = \frac{mv'^2}{2} - \frac{M^2 v^2}{2(M+m)}$$

$$\Delta E_{\text{кам}} = \frac{1 \text{ кг} \cdot (10 \text{ м/с})^2}{2} - \frac{(5 \text{ кг})^2 \cdot (6 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 6 \text{ кг}} = -25 \text{ Дж} - \text{уменьшилась}$$

$$\Delta E_{\text{кр}} = 0 - \text{не изменилась}$$

Ответ: $\Delta E_{\text{кам}} = -25 \text{ Дж}$; $\Delta E_{\text{ку}} = 0$, $\Delta E_{\text{кр}} = 0$

10. Дано:

Задача 10

Дано:

d, b, m, c

$a = ?$

Решение:

По II-му з-му

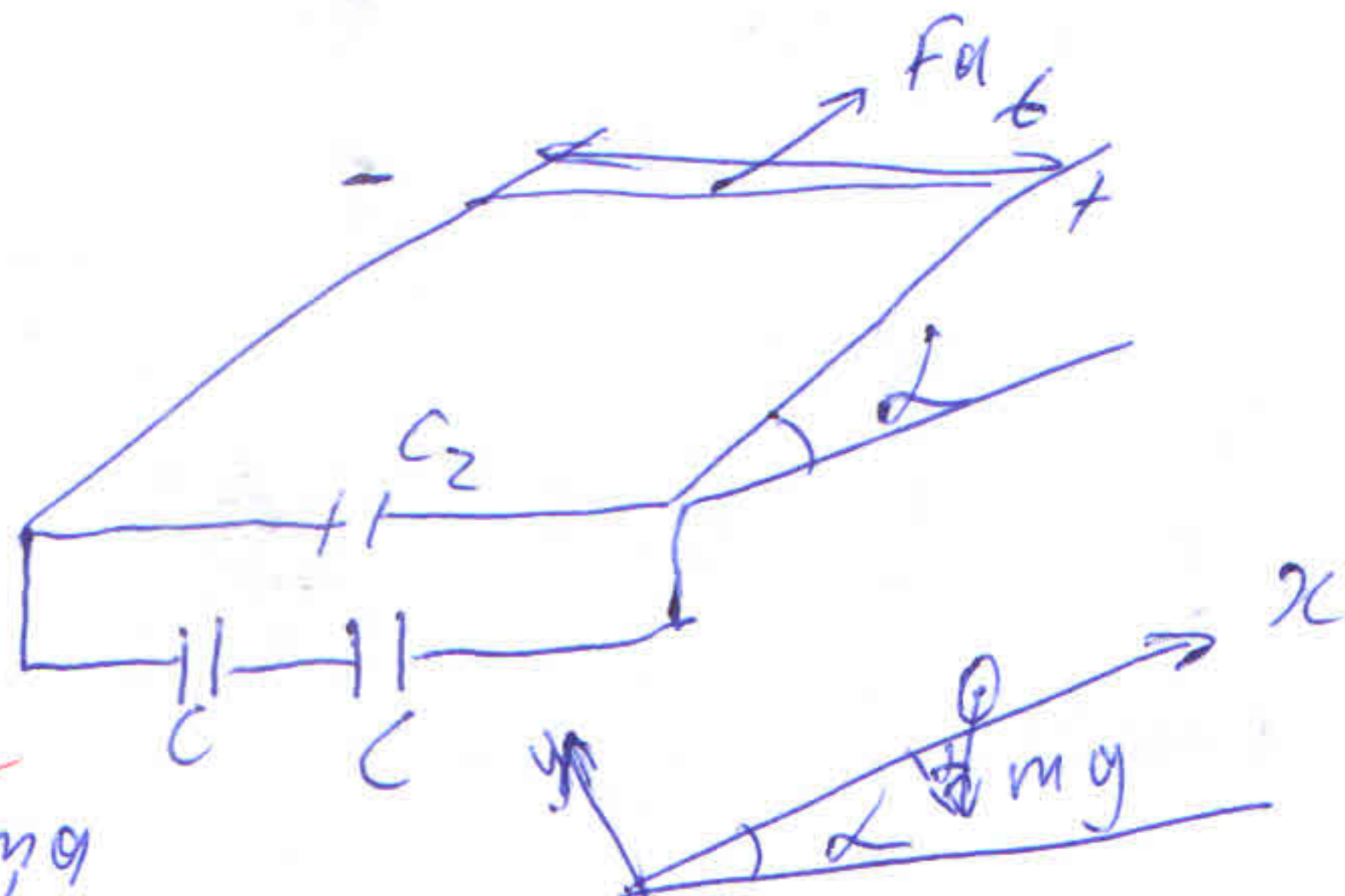
Ньютона:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$-mg \cos \alpha + F_A = -ma$$

$$y B b - mg \cos \alpha = -ma$$

$$a = \frac{mg \cos \alpha - y B b}{m}$$



$$\frac{1}{c_{01}} = \frac{1}{c} + \frac{1}{c}; \quad c_{01} = \frac{c}{2}$$

$$c_{02} = \frac{c}{2} + c = \frac{3c}{2}$$

