



Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119289

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету по Физике  
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Бизюк Артём Валерьевич

Город, № школы (образовательного учреждения) Орехово - Зуево МОУСОШ № 1 УИОП

Регистрационный номер ШМ 0759

Вариант задания 4

Дата проведения " 19 " марта 20 17 г.

С работой ознакомлен 24.03.2017 

Подпись участника





66 (шестьдесят шесть) бол-

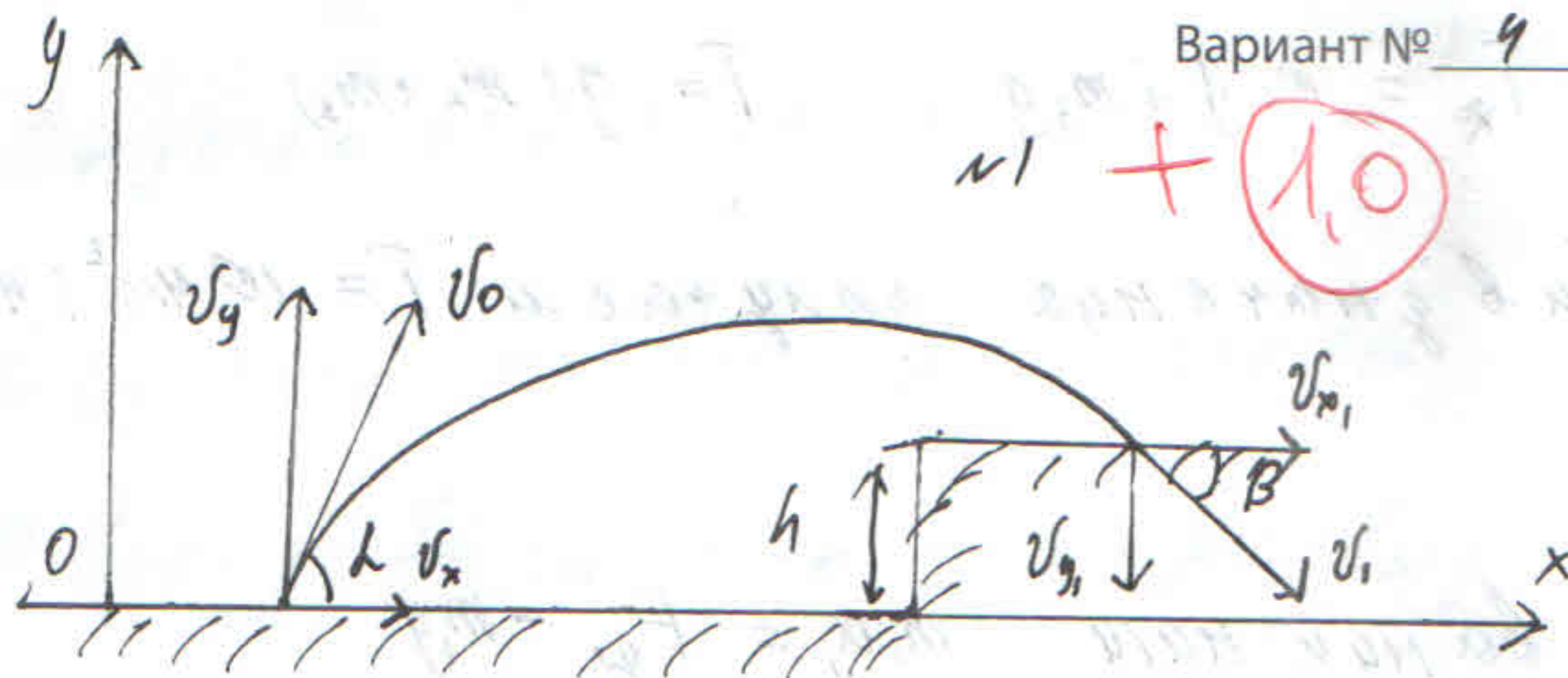
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
8	8	5	8	5	10	10	3	0	9	66

119289

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)



Т.к. по оси OX нет сил,

то  $v_x = v_{x1}$

$$\vec{v}_0 = \vec{v}_x + \vec{v}_y$$

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_{x1} + \vec{v}_{y1}$$

Т.к. по оси OY действует сила тяжести, то

$$\vec{v}_{y1} = \vec{v}_y - g t$$

Зная, что тело окажется на высоте h,

составим уравнение:

$$v_y \cdot t - \frac{g t^2}{2} = h$$

$$\frac{g}{2} t^2 - v_y t + h = 0$$

$$D = v_y^2 - 2gh$$

$$t = \frac{v_y \pm \sqrt{v_y^2 - 2gh}}{g/2}$$

$$\tan \beta = \frac{v_{y1}}{v_{x1}}$$

$$\tan \beta = \frac{-\sqrt{v_y^2 - 2gh}}{v_{x1}}$$

Т.к. тело пролетает высоту h два раза,

то в уравнении есть два корня, когда тело приземлилось.

$$v_{y1} = v_y - g \left( \frac{v_y \pm \sqrt{v_y^2 - 2gh}}{g/2} \right) = -\sqrt{v_y^2 - 2gh}$$

учитывая, что  $v_y = v_0 \cdot \sin \alpha$

$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$$

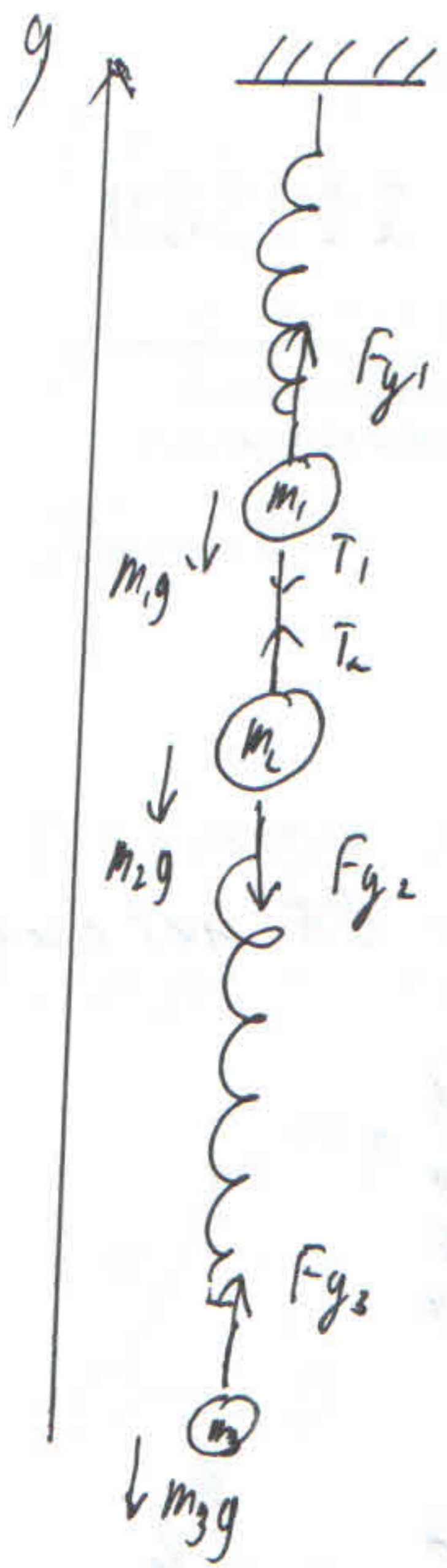
$$\beta = \arctg \frac{\sqrt{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha - 2gh}}{v_0 \cdot \cos \alpha}$$

подставив значения получаем:

$$\beta = \arctg \frac{\sqrt{20^2 \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 - 160}}{20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \arctg \frac{-\sqrt{5}}{5}$$

$$\text{Ответ: } \arctg \frac{-\sqrt{5}}{5}$$





Дано:

- $m_1 = 1 \text{ кг}$
- $m_2 = 4 \text{ кг}$
- $m_3 = 3 \text{ кг}$

Найти:

$T$  - ?

$a_1$  - ?

$n_2 + 1.0$   
Решение: запишем уравнения для трёх тел

$$\begin{cases} F_{y1} - m_1 g - T_1 = 0 & (1) \\ T_2 - m_2 g - F_{y2} = 0 & (2) \\ F_{y3} - m_3 g = 0 & (3) \end{cases}$$

учтём, что нить нерастянжима, тогда  $T_1 = T_2 = T$   
согласно 3 закону Ньютона  $F_{y2} = F_{y3}$ , тогда

$$T_* = m_2 g + m_3 g$$

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

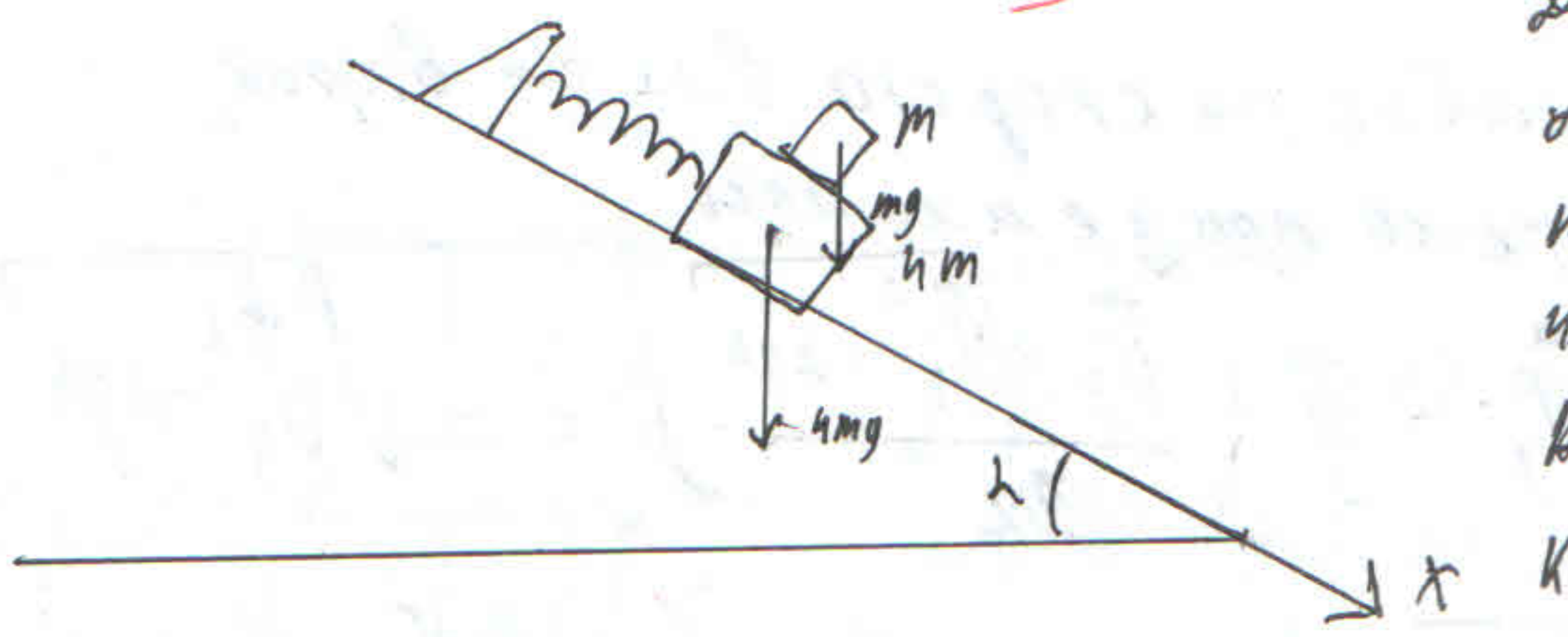
подставив значения получаем  $T = 10 \text{ мкс}^2$  (члгт)  
 $= 70 \text{ Н}$

При обрывании нити  $m_1 a_1 = F_{y1} - m_1 g$

согласно уравнению (1)  $F_{y1} = T + m_1 g$  получаем

$$a_1 = \frac{T}{m_1} \quad a_1 = \frac{70 \text{ Н}}{1 \text{ кг}} = 70 \text{ мкс}^2$$

$n_3 + 0.5$



Дано:

для отсутствия проскальзывания по оси OX сумма сил должна превышать силу трения для верхнего бруска

$$O X: 4mg \cdot \sin \alpha + mg \cdot \sin \alpha + F_{ум} = F_{тр}$$

$$F_{ум} = \frac{P}{\Delta t} \quad P = m \cdot v$$

$v$  выразим из уравнения сохранения энергии:

$$\frac{Hx^2 Ak}{2} = \frac{5m v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{H^2 k}{5m}}$$

за который скорость затухает.

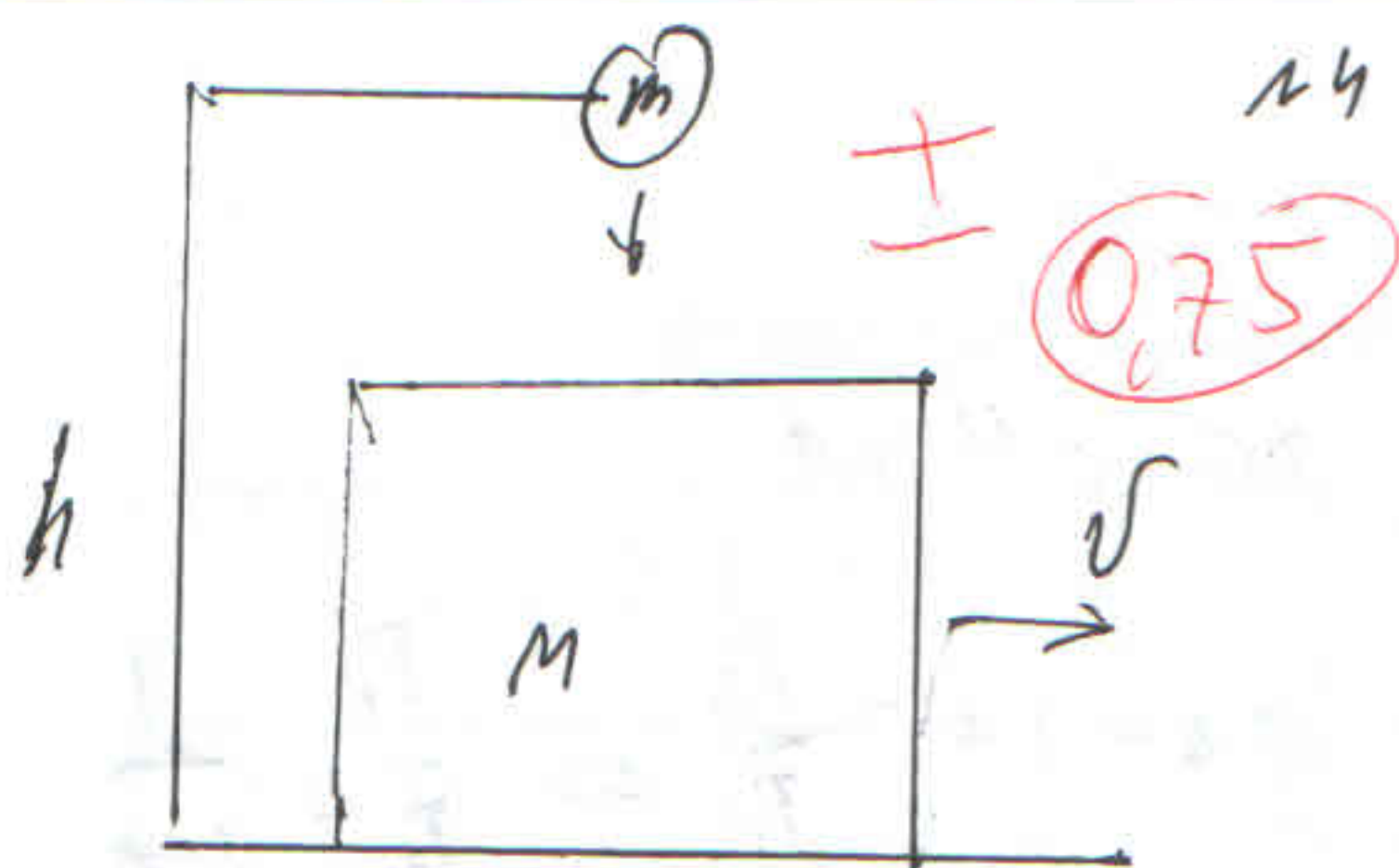
$$T = \frac{\pi \sqrt{\frac{m}{k}}}{2}$$

$$F_{ум} = \frac{2m \sqrt{\frac{H^2 k}{5m}}}{\pi \sqrt{\frac{m}{k}}} = \frac{2 Ak}{\pi \sqrt{5}}$$

$$F_{тр} = \mu mg \quad N \mu \quad N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{mg \cdot \sin \alpha + \frac{2 Ak}{\pi \sqrt{5}}}{mg \cdot \cos \alpha}$$





Дано:

$$h = 10 \text{ м}$$

$$m = 3 \text{ кг}$$

$$M = 9 \text{ кг}$$

$$v = 4 \text{ м/с}$$

$$E_{\text{полная}} = mgh + \frac{Mv^2}{2}$$

3. С. и др.

$$Mv = (m+M)u \Rightarrow u = \frac{Mv}{m+M}$$

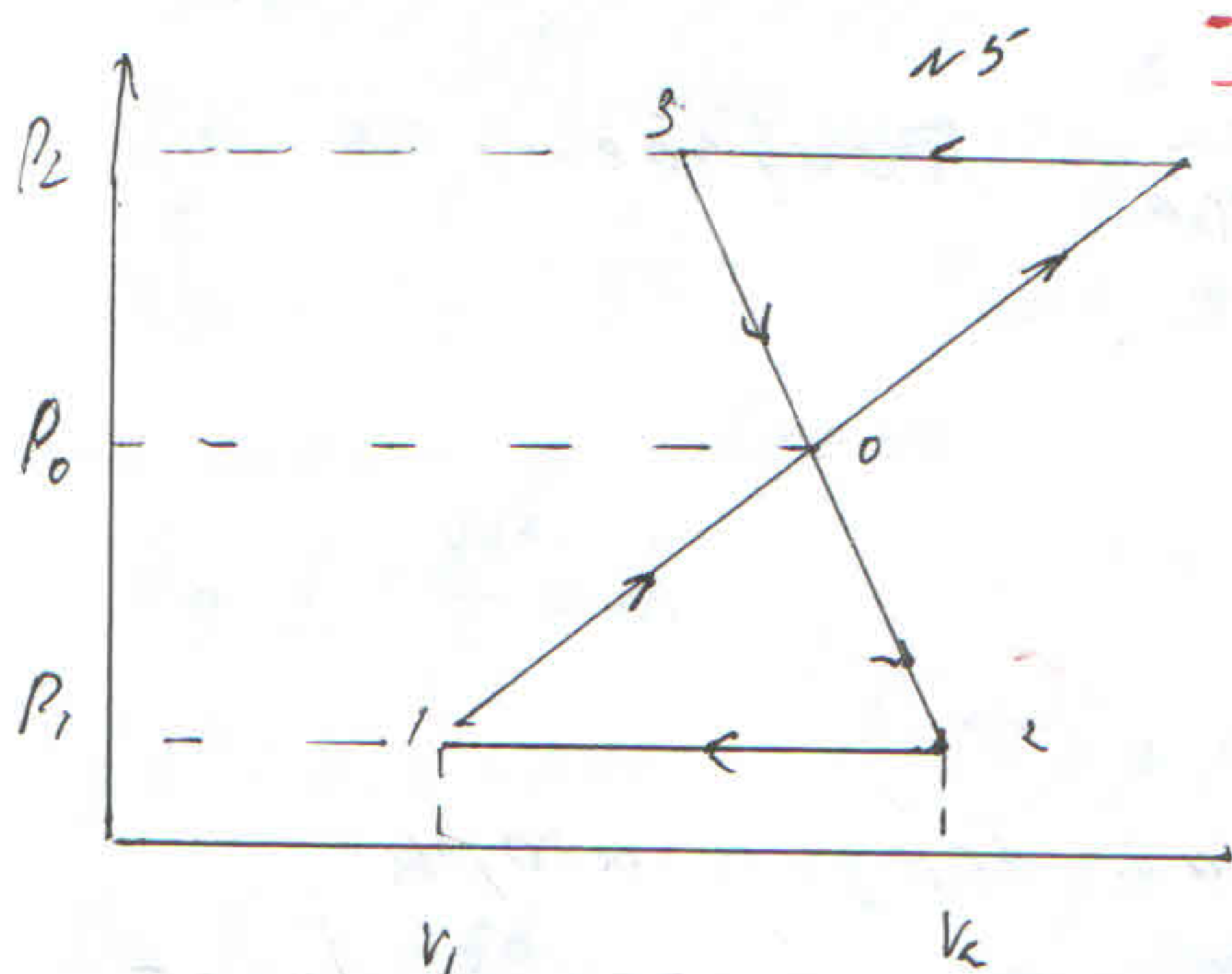
Энергия системы после взаимодействия  $E_c = \frac{2m^2v^2}{m+M}$  ?

$$E_c = \frac{2 \cdot 9 \cdot 16}{12} = 24 \text{ Дж}$$

Выделившаяся энергия:  $E_b = mgh + \frac{Mv^2}{2} - E_c$

$$E_b = 3 \cdot 10 \cdot 10 + \frac{9 \cdot 16}{2} - 24 = 348 \text{ Дж}$$

Ответ: 24 Дж системы 348 Дж выделилось.



работа эквивалентна  
площади замкнутой  
фигуры, но т.к. в верхнем  
треугольнике цикл идёт  
против часовой стрелки,  
то эта работа отрицательная

$$A = A_{102} - A_{304} \quad \text{т.к. 12 и 35, то 102 и 304 подобны}$$

$$\text{значит } \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_0 - P_1}{P_2 - P_0} = \frac{V_2 - V_1}{V_4 - V_3} \Rightarrow V_4 - V_3 = \frac{(V_2 - V_1)(P_2 - P_0)}{P_0 - P_1}$$

$$A_{102} = \frac{1}{2} (P_0 - P_1)(V_2 - V_4) \quad A_{304} = \frac{1}{2} \frac{(V_2 - V_1)(P_2 - P_0)^2}{(P_0 - P_1)} \quad ? \quad \frac{A_{304}}{A_{102}} = \frac{(P_2 - P_0)^2}{(P_0 - P_1)}$$

$$A = \frac{1}{2} (V_2 - V_4) \left( (P_0 - P_1) + \frac{(P_2 - P_0)^2}{P_0 P_1} \right) \neq$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 0,006 \left( (3 \cdot 10^5 - 10^5) + \left( \frac{6 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^5}{3 \cdot 10^5 - 10^5} \right)^2 \right) = 1950 \text{ Дж}$$



н 6 + 1,0

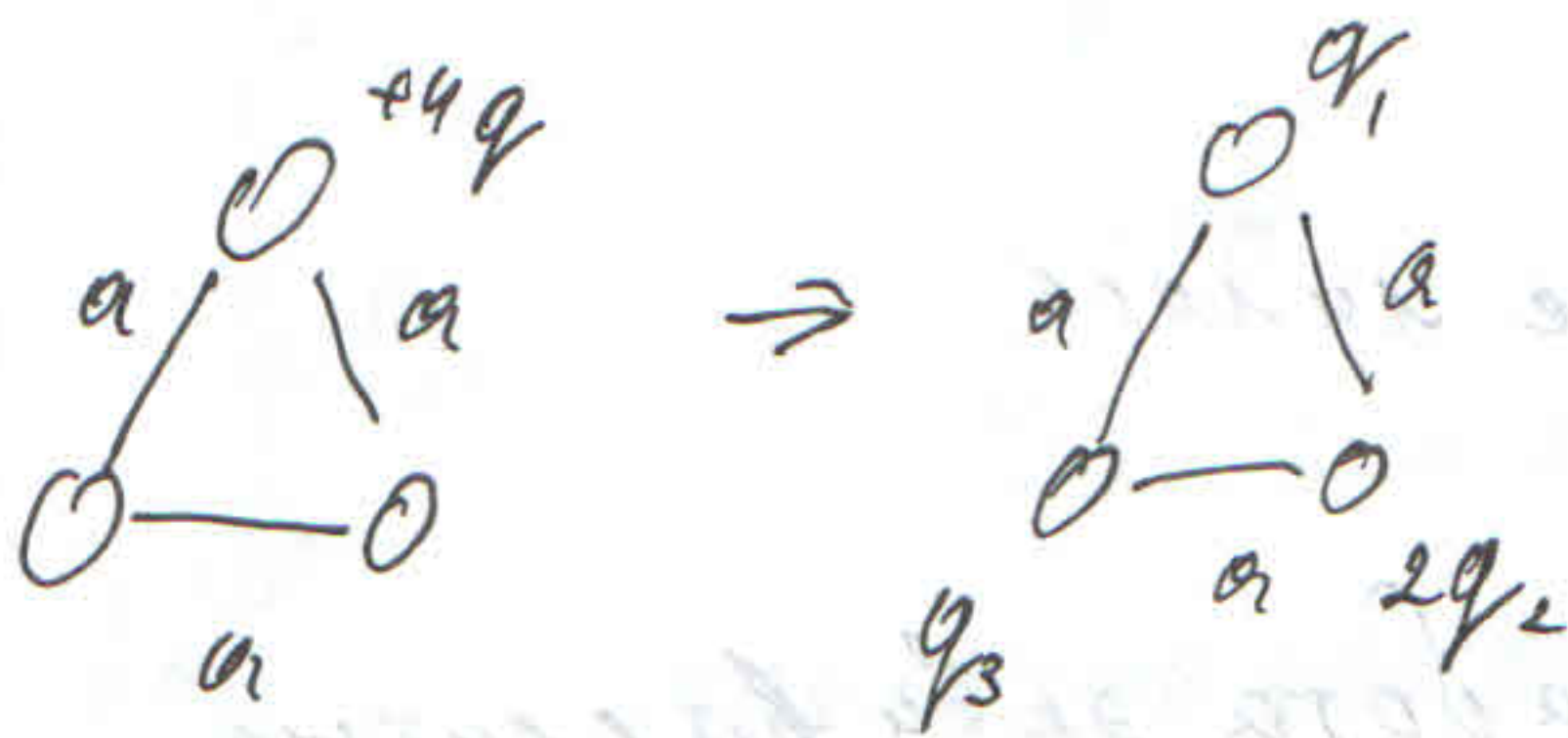
$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad \text{т.к. процесс 2-3 адиабатный, то } \Delta U = A$$

$$A = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{T_1}{T_2} - 1 \right) T_2 \quad \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{1-\eta}$$

Получаем  $A = \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{1}{1-\eta} - 1 \right) T_2$  откуда  $T_2 = \frac{2}{3} \frac{A}{R \left( \frac{1}{1-\eta} - 1 \right)}$

+ н 7 1,0

т.к. шары соединены потерей, то изначальный заряд делится на 2: получаем:

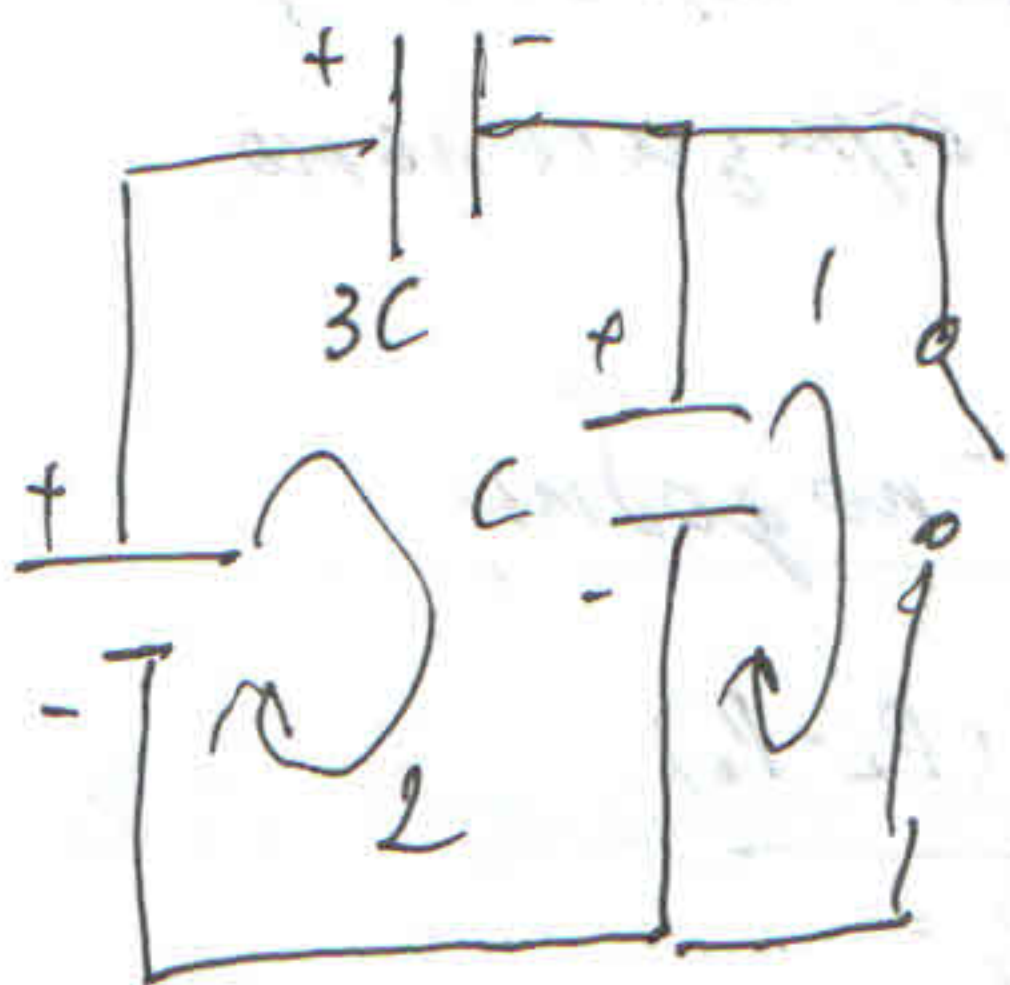


запишем общую энергию системы:  $E = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q_2 q_3}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q_3 q_1}{4\pi\epsilon_0 a}$  Получаем:

$$E = \frac{2q^2 + 2q^2 + q^2}{4\pi\epsilon_0 a} = \frac{5q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$$

н 8

0,25



до замыкания конденсаторы зарядятся и через них ток не будет идти. После замыкания ток пойдет лишь в контуре 1, а через контур 2 ток не пойдет из-за заряженного конденсатора.

вся энергия конденсатора перейдет в энергию тепла.  $W = \frac{CU^2}{2} = Q$   $U = E$ ? получаем

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

Неверно



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

119289

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

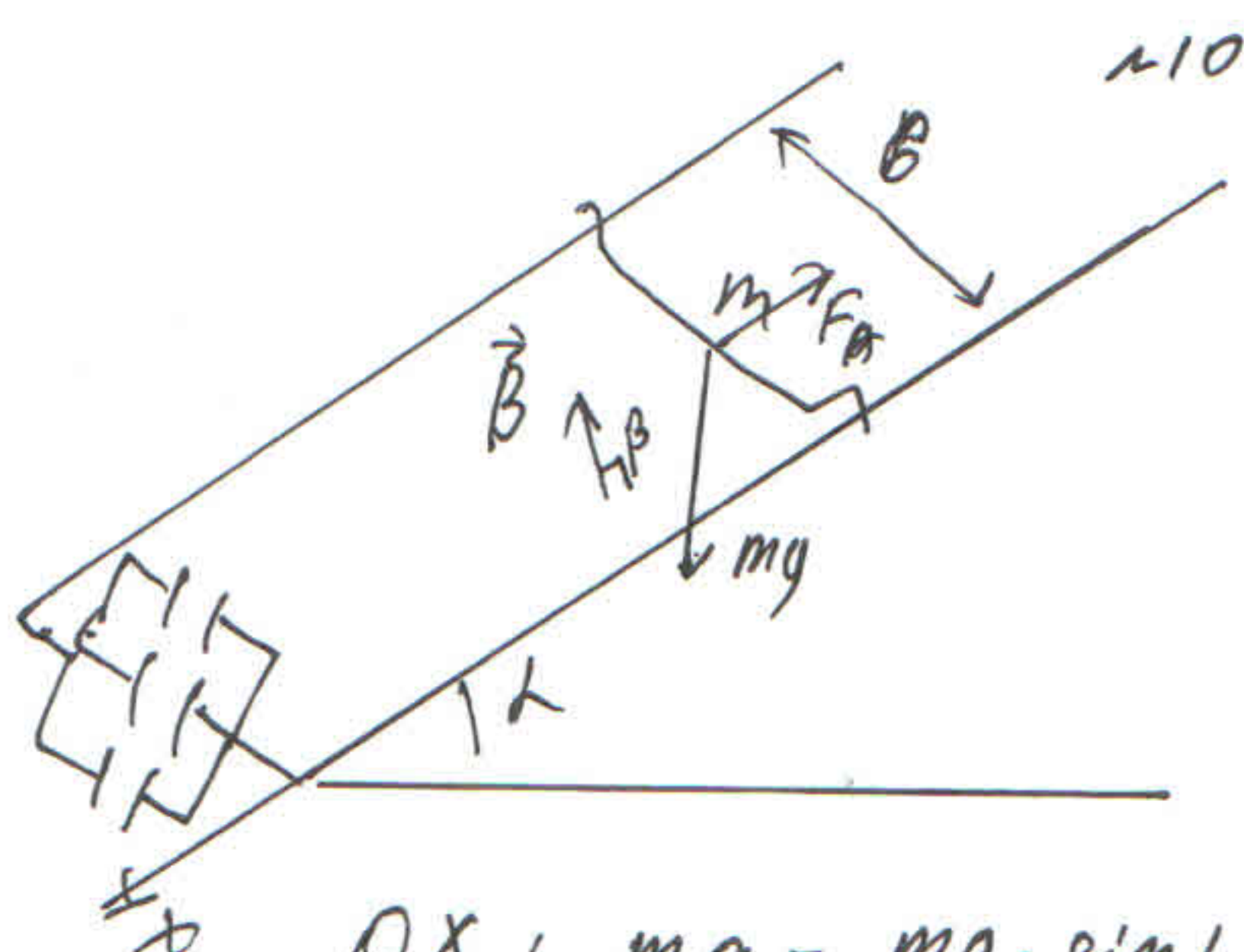
Вариант № 4

0,75

общая ёмкость конденсатора

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 3C$$

на перемычку действуют две силы: сила тяжести и сила Ампера



$$Ox: ma = mg \cdot \sin \alpha - F_A \text{ и } F_A = B b I \cdot \sin \beta \quad (1)$$

$I = \frac{q}{\Delta t}$   $q = C U$  и при движении перемычки возникает  $\mathcal{E}_i$

$$\mathcal{E}_i = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B b \Delta x}{\Delta t} \quad (2) \text{ подставляем } 2 \rightarrow 1$$

$$I = \frac{C B b \Delta x}{\Delta t} = C B b a \text{ получаем}$$

$$ma = mg \cdot \sin \alpha - C B^2 b^2 a \sin \beta \text{ выражаем } a$$

$$a = \frac{mg \cdot \sin \alpha}{m - C B^2 b^2 \sin \beta} \quad \text{т.к. } B \perp \text{ плоскости рамки, то}$$

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

$$\text{Ответ: } \frac{mg \cdot \sin \alpha}{m - C B^2 b^2}$$



$$q(t) = q_m \sin(\omega_0 t) \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \text{ОГЛАДА} \quad t = 0.6 \sqrt{LC} \quad \sin 0.6 \sqrt{LC}$$

$$I(t) = -q_m \omega_0 \cos(\omega_0 t)$$