Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119457

Шифр ______________
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Беспалев Александр Алексеевич

Город, № школы (образовательного учреждения) Клин, МОУ Лицей №10 имени Д.И. Менделеева, 11 „Б" класс.

Регистрационный номер ШМ0366

Вариант задания 4

Дата проведения "19" марта 2017 г.

Подпись участника

77 (семьдесят семь)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

119457

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
6	8	10	10	5	10	10	0	6	12	77

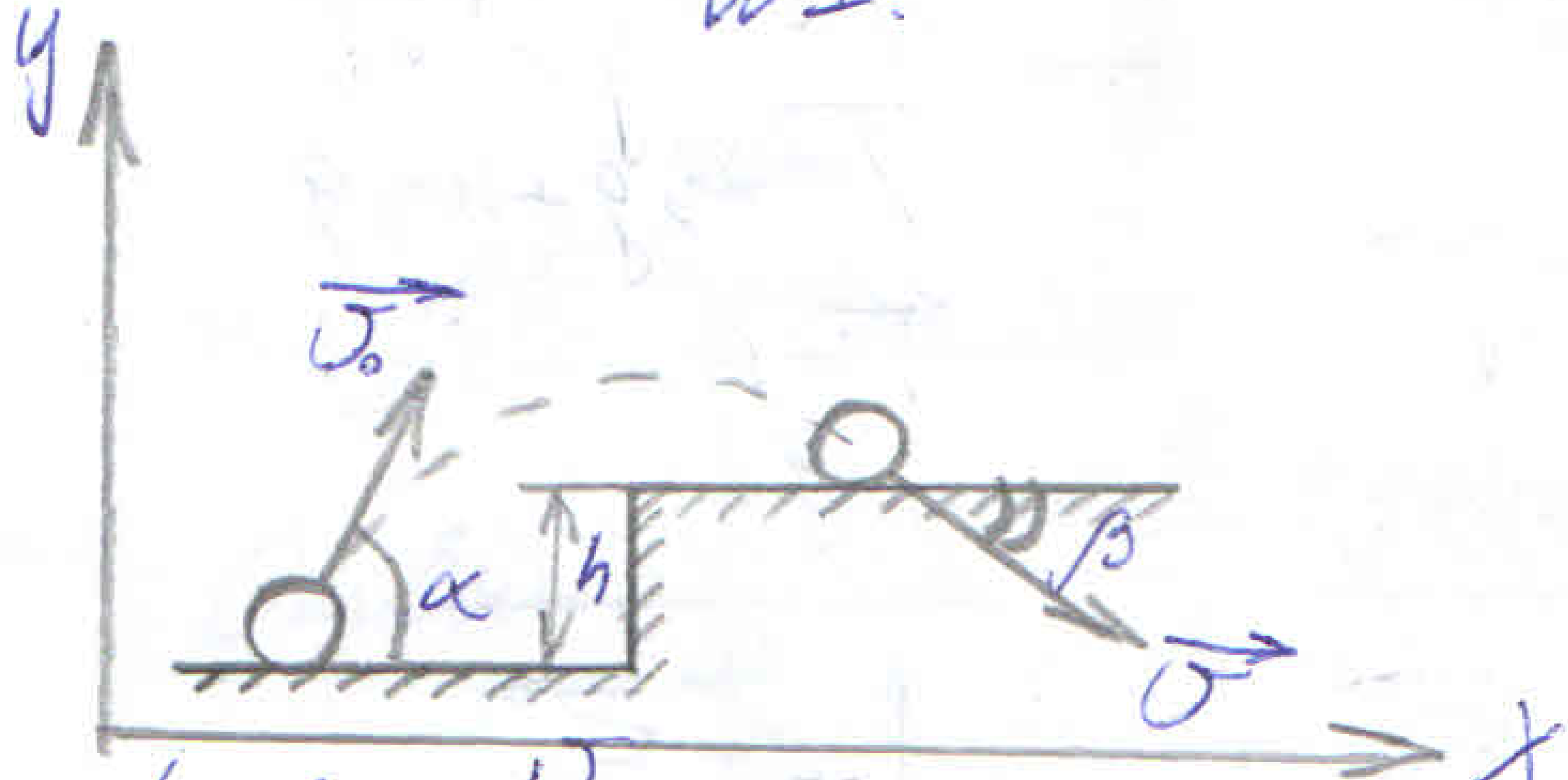
Шифр ______

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 4

№1.

Дано:
$\alpha = 45^\circ$
$v_0 = 20 м/с$
$h = 8 м$
$g = 10 м/с^2$
$\beta - ?$



$tg\beta = \frac{v_y}{v_x}$, где v_y - проекция конечной скорости на y, v_x - проекция конечной скорости на x.

$v_x = v_{0x} = v_0 \cos\alpha$

$v_y = v_0 \sin\alpha - gt$

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

$\frac{gt^2}{2} - v_0 \sin\alpha\, t + h = 0$

$D = v_0^2 \sin^2\alpha - 2gh$

$t_1 = \frac{v_0\sin\alpha + \sqrt{v_0^2\sin^2\alpha - 2gh}}{g}$, $t_2 = \frac{v_0\sin\alpha - \sqrt{v_0^2\sin^2\alpha - 2gh}}{g}$

$v_{y1} = v_0\sin\alpha - v_0\sin\alpha + \sqrt{v_0^2\sin^2\alpha - 2gh} = +\sqrt{v_0^2\sin^2\alpha - 2gh}$

$v_{y2} = -\sqrt{v_0^2\sin^2\alpha - 2gh}$

т.к. $|v_{y1}| = |v_{y2}|$, то значение $|tg\beta|$ будет одинаковым, т.к. β - острый угол, то $tg\beta > 0$

$tg\beta = \frac{\sqrt{v_0^2\sin^2\alpha - 2gh}}{v_0\cos\alpha}$; $tg\beta = \frac{\sqrt{(20 м/с)^2 \cdot \frac{1}{2} - 2 \cdot 10 м/с^2 \cdot 8 м}}{20 м/с \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{\sqrt{5}}{5}$

$\beta = arctg\frac{\sqrt{5}}{5}$ Ответ: $\beta = arctg\frac{\sqrt{5}}{5}$

±

—

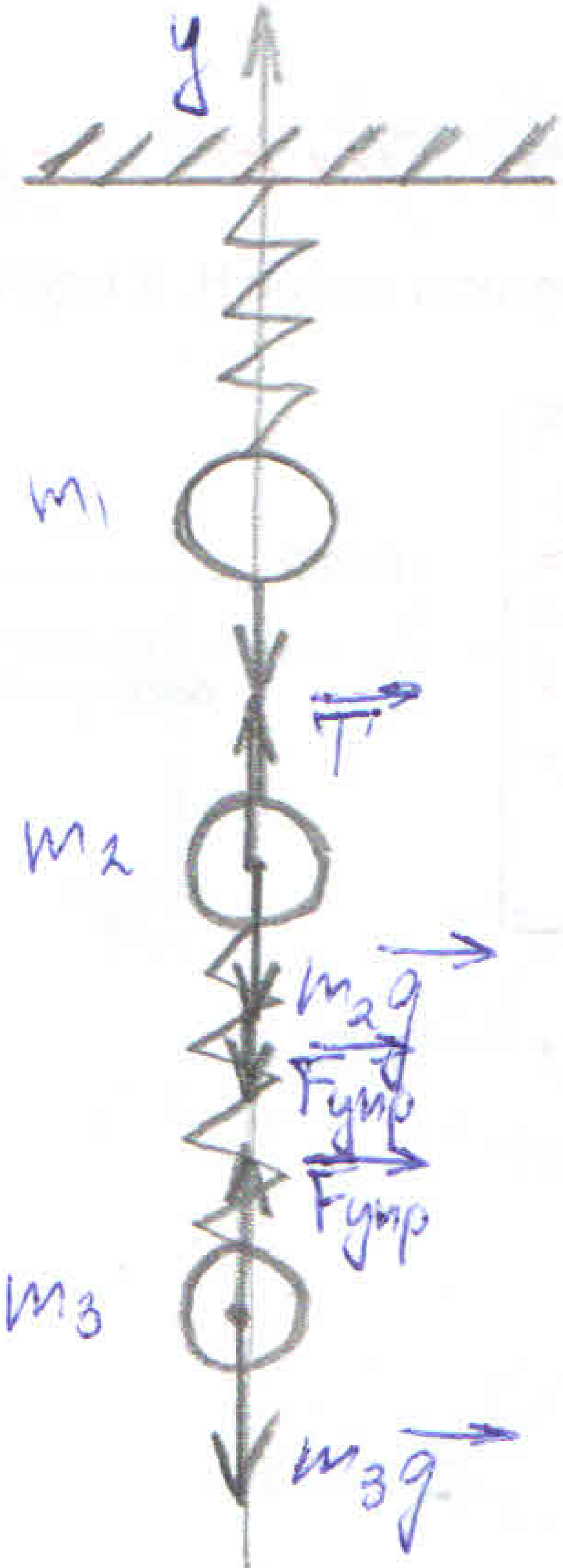
—

№2.

Дано:
$m_1 = 1кг$
$m_2 = 4кг$
$m_3 = 3кг$

$T - ?$
$a - ?$

1)



$\vec{0} = \vec{T} + m_2\vec{g} + \vec{F}_{упр}$

$y: \; 0 = T - m_2 g - F_{упр}$

$T = m_2 g + F_{упр}$

$0 = \vec{F}_{упр} + m_3\vec{g}$

$y: \; 0 = F_{упр} - m_3 g$

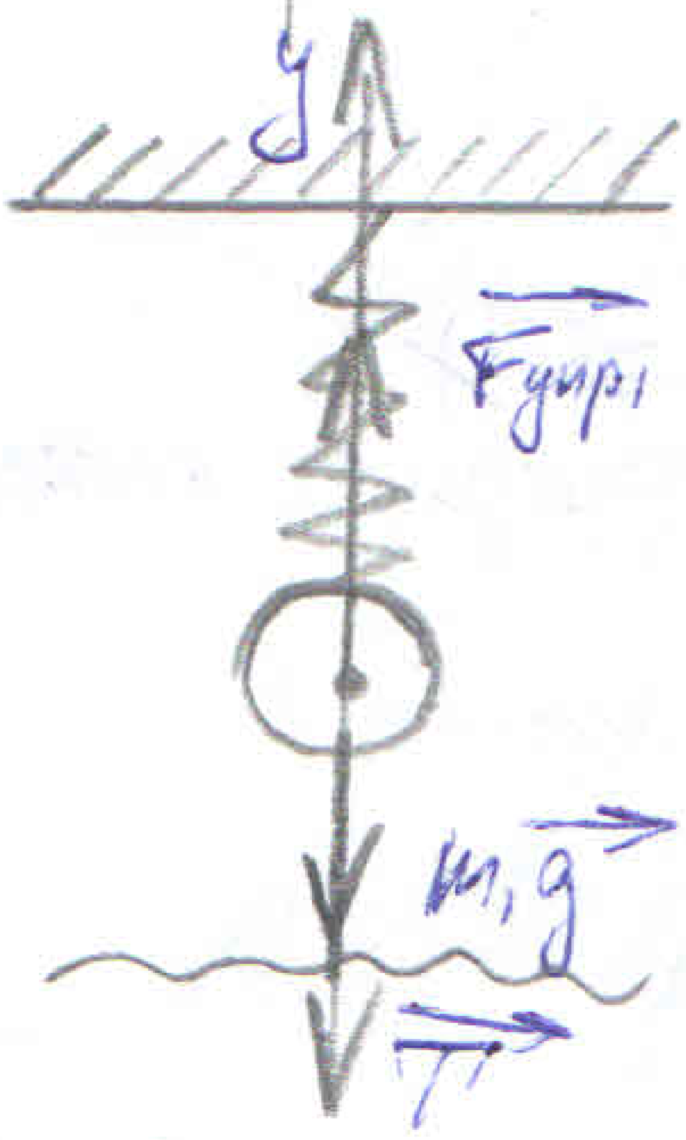
$F_{упр} = m_3 g$

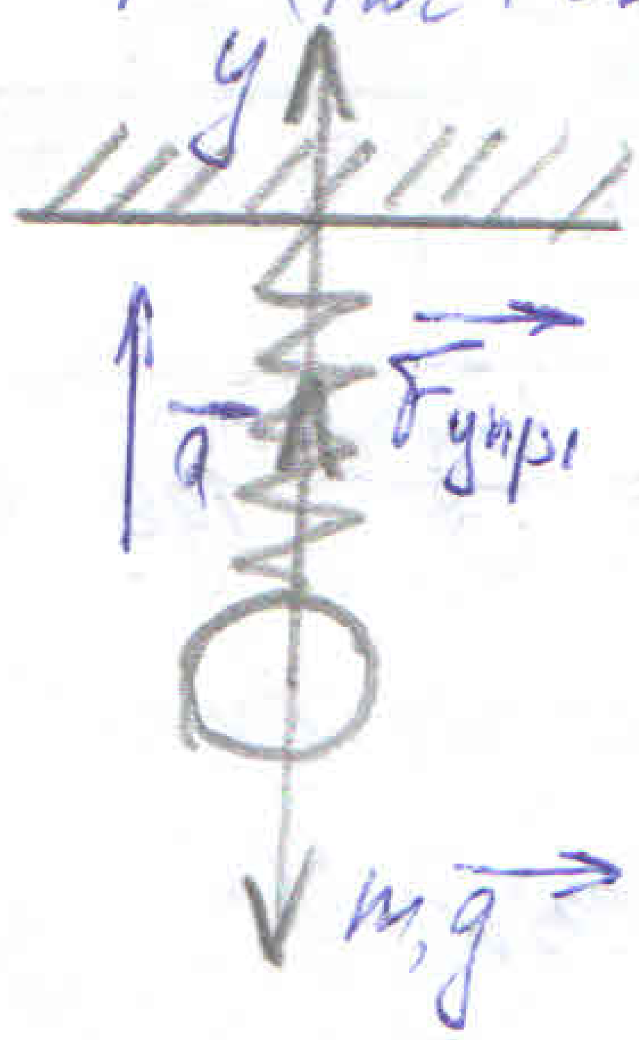
$T = m_2 g + F_{упр}$

$T = m_2 g + m_3 g$

$T = (4кг + 3кг) \cdot 10 м/с^2 = 70 Н$

2)





$0 = \vec{T} + m_1\vec{g} + \vec{F}_{упр_1}$

$y: \; 0 = F_{упр_1} - m_1 g - T$

$F_{упр_1} = m_1 g + T$

$\vec{R} = m_1\vec{g} + \vec{F}_{упр_1}$

$y: \; m_1 a = F_{упр_1} - m_1 g$

$m_1 a = m_1 g + T - m_1 g$

$m_1 a = T$

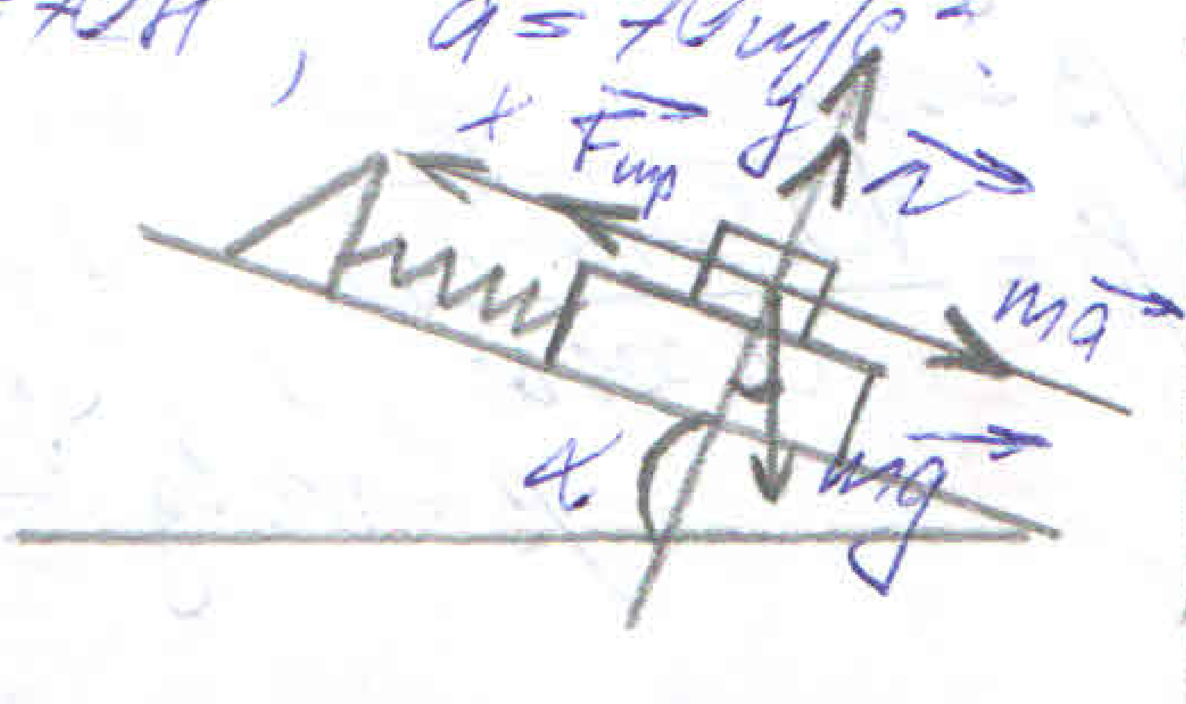
$a = \frac{T}{m_1}$

$a = \frac{70Н}{1кг} = 70 м/с^2$

(+)

Ответ: $T = 70Н$, $a = 70 м/с^2$.

№3.



Дано: k
m
α
A

$\mu - ?$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{5m}{k}}$

$\omega = \frac{2\pi}{T}$; $\omega = \sqrt{\frac{k}{5m}}$

$$a = A\omega^2 \,; \quad a = A\frac{k}{5m}$$

$$\vec{R} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{тр} + m\vec{a}$$

$$X: \quad 0 = F_{тр} - ma - mg\sin\alpha$$

$$y: \quad 0 = N - mg\cos\alpha$$

$$N = mg\cos\alpha$$

$$F_{тр} = \mu mg\cos\alpha$$

$$0 = \mu mg\cos\alpha - ma - mg\sin\alpha$$

$$\mu mg\cos\alpha = ma + mg\sin\alpha$$

$$\mu = \frac{a + g\sin\alpha}{g\cos\alpha}$$

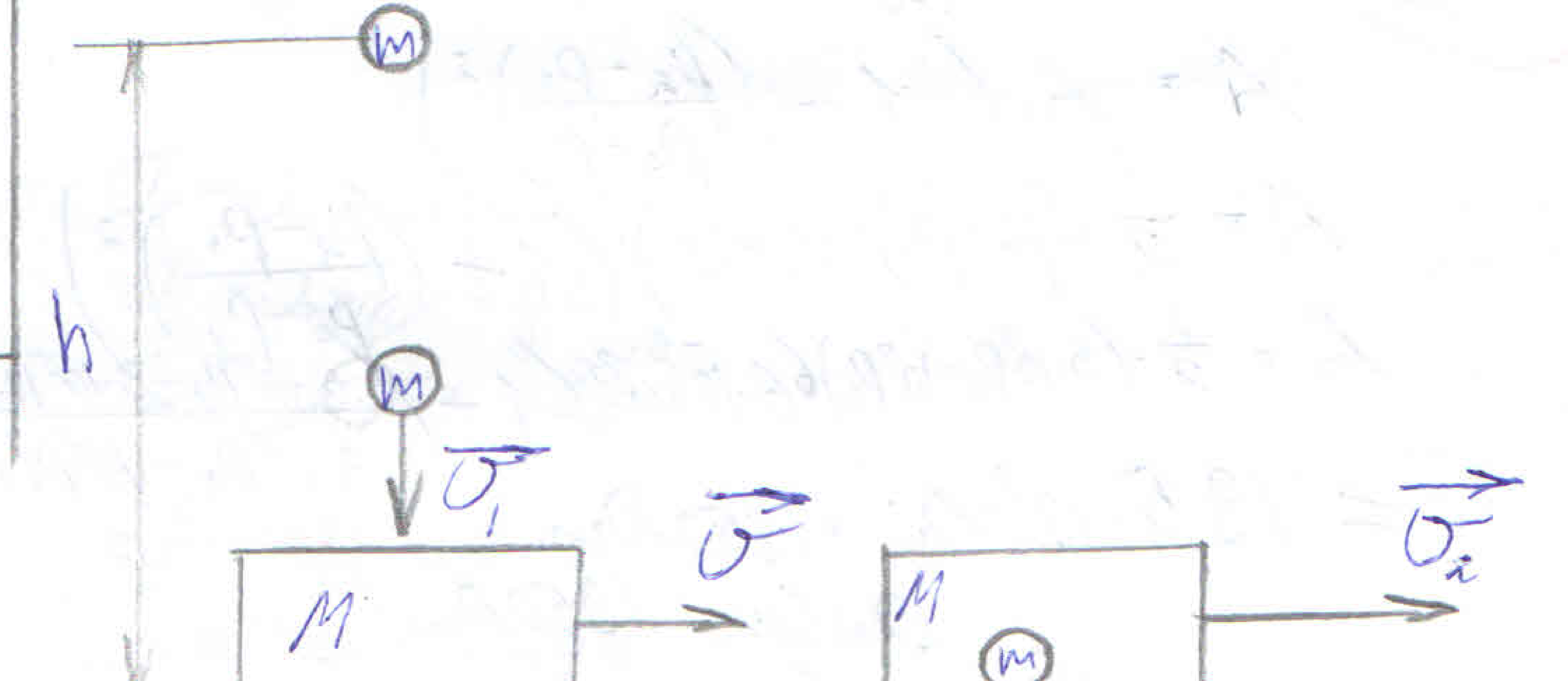
$$\mu = \frac{A\frac{k}{5m} + g\sin\alpha}{g\cos\alpha}$$

Ответ: $\mu = \dfrac{A\frac{k}{5m} + g\sin\alpha}{g\cos\alpha}$ +

№4.

Дано:
$m = 3$ кг
$M = 9$ кг
$h = 10$ м
$\upsilon = 4$ м/с

ΔQ - ?



ЗСЭ $\quad mgh = \dfrac{m\upsilon_1^2}{2}$

ЗСИ $\quad m\vec{\upsilon}_1 + M\vec{\upsilon} = (m+M)\vec{\upsilon}_2$

$$X: \quad M\upsilon = (M+m)\upsilon_2$$

$$\upsilon_2 = \frac{M\upsilon}{M+m}$$

$$mgh + \frac{M\upsilon^2}{2} = \frac{(M+m)\upsilon_2^2}{2} + \Delta Q$$

$$\Delta Q = mgh + \frac{M\upsilon^2}{2} - \frac{(M+m)\upsilon_2^2}{2}$$

$$\Delta Q = mgh + \frac{M\upsilon^2}{2} - \frac{M^2\upsilon^2}{\ldots}$$

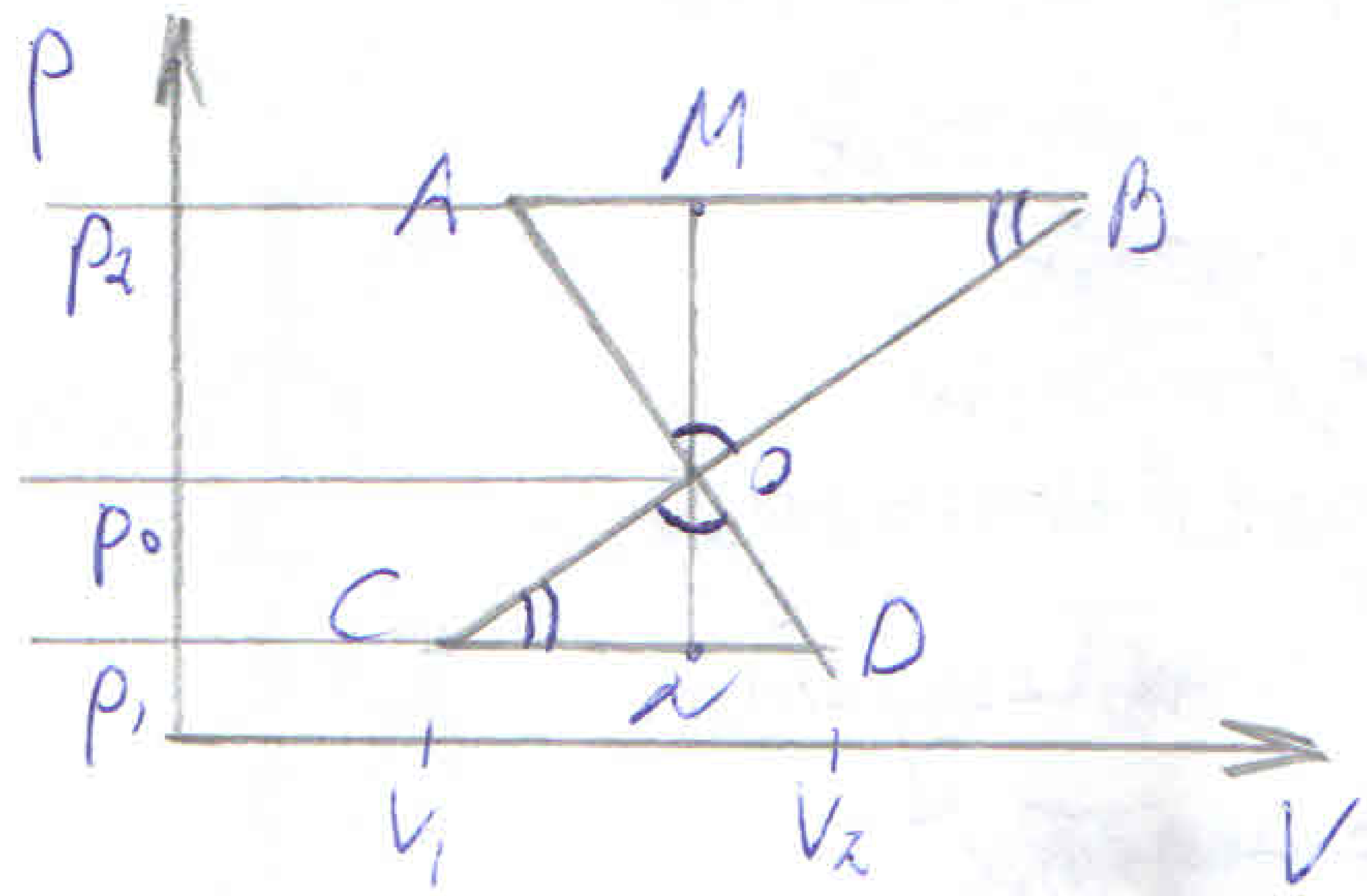
$$\Delta Q = 3кг \cdot 10м/с^2 \cdot 10м + \frac{9кг(4м/с)^2}{2} - \frac{(9кг)^2(4м/с)^2}{2\cdot(9кг+3кг)} = 318 Дж$$

Ответ: 318 Дж. +

№5.

Дано:
$p_1 = 10^5 Па$
$p_0 = 3\cdot10^5 Па$
$p_2 = 6\cdot10^5 Па$
$V_2 - V_1 = 6 л$

$A - ?$



$\Delta AOB \sim \Delta COD$ по двум углам: $\angle AOB = \angle COD$ (верт.)
$\angle ABC = \angle BCD$ (накрестлеж.)

Отсюда $\frac{S_{AOB}}{S_{COD}} = (k)^2$

$k = \frac{MO}{ON} = \frac{p_2 - p_0}{p_0 - p_1}$

A = −750 Дж

$S_{COD} = \frac{1}{2}\cdot ON \cdot CD$; $\frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{p_2-p_0}{p_0-p_1}\right)^2$

$S_{COD} = A_1$, $A_1 = \frac{1}{2}\cdot(p_0 - p_1)(V_2 - V_1)$

$S_{AOB} = A_2$, $A_2 = A_1\left(\frac{p_2-p_0}{p_0-p_1}\right)^2$

±

$A = A_1 + A_2$

$$A = A_1\left(1 + \left(\frac{p_2-p_0}{p_0-p_1}\right)^2\right)$$

$$A = \frac{1}{2}\cdot(p_0-p_1)(V_2-V_1)\left(1+\left(\frac{p_2-p_0}{p_0-p_1}\right)^2\right)$$

$$A = \frac{1}{2}\cdot(3\cdot10^5Па - 10^5Па)6\cdot10^{-3}м^3\left(1+\left(\frac{6\cdot10^5Па - 3\cdot10^5Па}{3\cdot10^5Па - 10^5Па}\right)^2\right) =$$

$= 19{,}5\cdot10^2 Дж = 1950 Дж$

Ответ: 1950 Дж. −

№6.

Дано: $i=3$
$\nu = 1 моль$
η
A

$T_x - ?$

$\eta = \frac{T_н - T_х}{T_н}$; $\eta = \frac{\Delta T}{T_н}$; $T_н = \frac{\Delta T}{\eta}$

$A = -\Delta U$ $\qquad T_н = -\frac{2A}{3\nu R\eta}$

$A = -\frac{3}{2}\nu R\Delta T$

$\Delta T = -\frac{2}{3}\frac{A}{\nu R}$

$\eta T_н = T_н - T_х$

$T_х = T_н - \eta T_н = T_н(1-\eta)$ +

$T_х = -\frac{2A}{3\nu R\eta}(1-\eta) = -\frac{2A}{3\nu R}\left(\frac{1}{\eta} - 1\right)$ Ответ: $|T_х| = \frac{2A}{3\nu R}\left(\frac{1}{\eta}\right.$

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

119457

Шифр ____________________

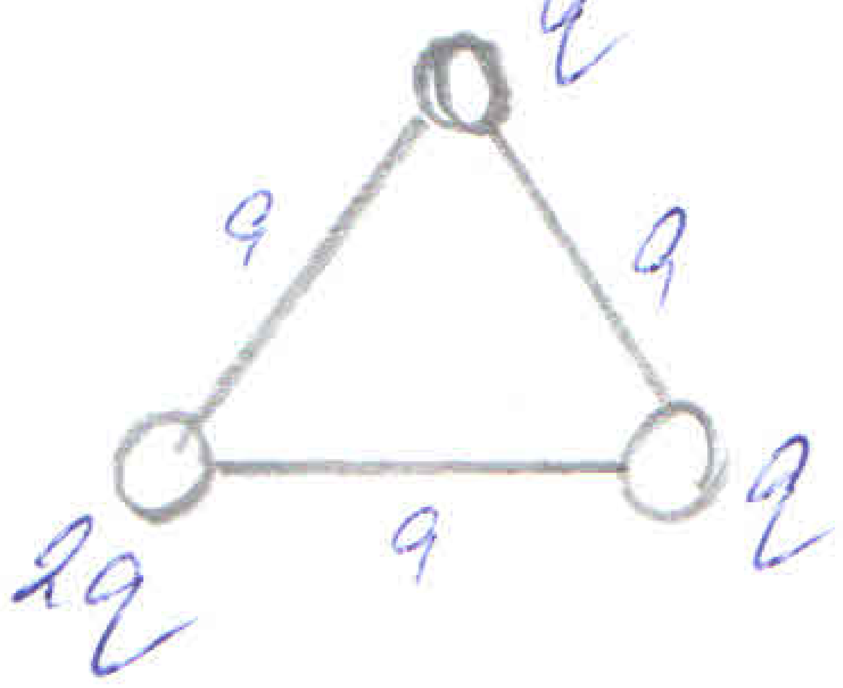
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 4

№7.

Дано:
q
a

$W - ?$



$$W = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{2q^2}{a} + \frac{q^2}{a} + \frac{2q^2}{a}\right) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{5q^2}{a}.$$

Ответ: $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{5q^2}{a}$. +

№9.

Дано:
$C = 20$ мкФ
$L = 4{,}5$ мГн
$q = 6$ нКл

$I - ?$

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

+

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

$$I = q\sqrt{\frac{1}{LC}}$$

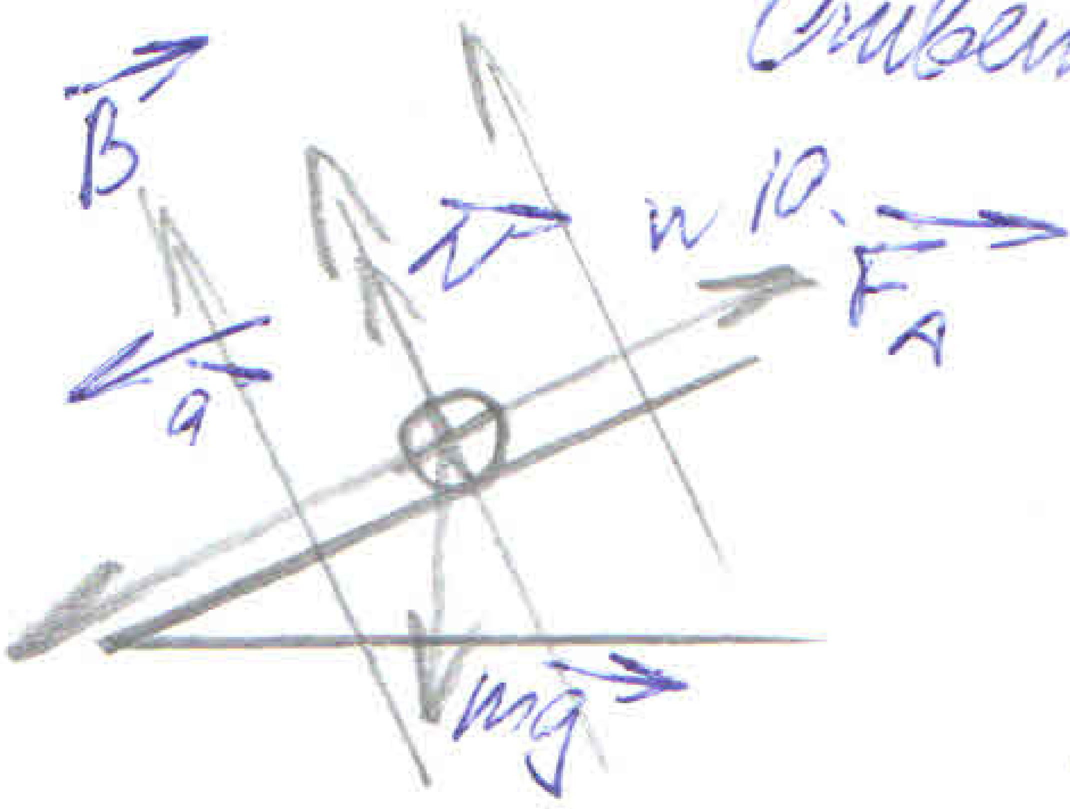
$$I = 6\cdot10^{-9}\text{Кл}\cdot\sqrt{\frac{1}{4{,}5\cdot10^{-3}\text{Гн}\cdot20\cdot10^{-6}\text{Ф}}} = 2\cdot10^{-4}\text{A}$$

Ответ: $I = 2\cdot10^{-4}$ A. −

№10.

Дано:
C
ρ
m
B
α

$a - ?$



$$\vec{R} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F_A}$$

x: $ma = mg\sin\alpha - F_A$

y: $0 = N - mg\cos\alpha$

$N = mg\cos\alpha$

$ma = mg\sin\alpha - BIl$

$I = \frac{q}{t}$; $C = \frac{q}{\mathcal{E}}$; $\mathcal{E} = \Delta\upsilon Bl$

$q = C\Delta\upsilon Bl$

$$ma = mg\sin\alpha - B\frac{3C\Delta \upsilon Bb}{t}b$$

$$ma = mg\sin\alpha - 3CB^2b^2a$$

$$ma + 3CB^2b^2a = mg\sin\alpha$$

$$a = \frac{mg\sin\alpha}{m + 3CB^2b^2}$$

Ответ: $a = \dfrac{mg\sin\alpha}{m + 3CB^2b^2}$

+