(+1)

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119284

Шифр ____________________
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Воробьёва Ирина Борисовна

Город, № школы (образовательного учреждения) Москва, ГБОУ гимназия N 1505

Регистрационный номер ШМ0041

Вариант задания 1

Дата проведения “19” марта 2017 г.

Подпись участника

72 семьдесят два

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

119284

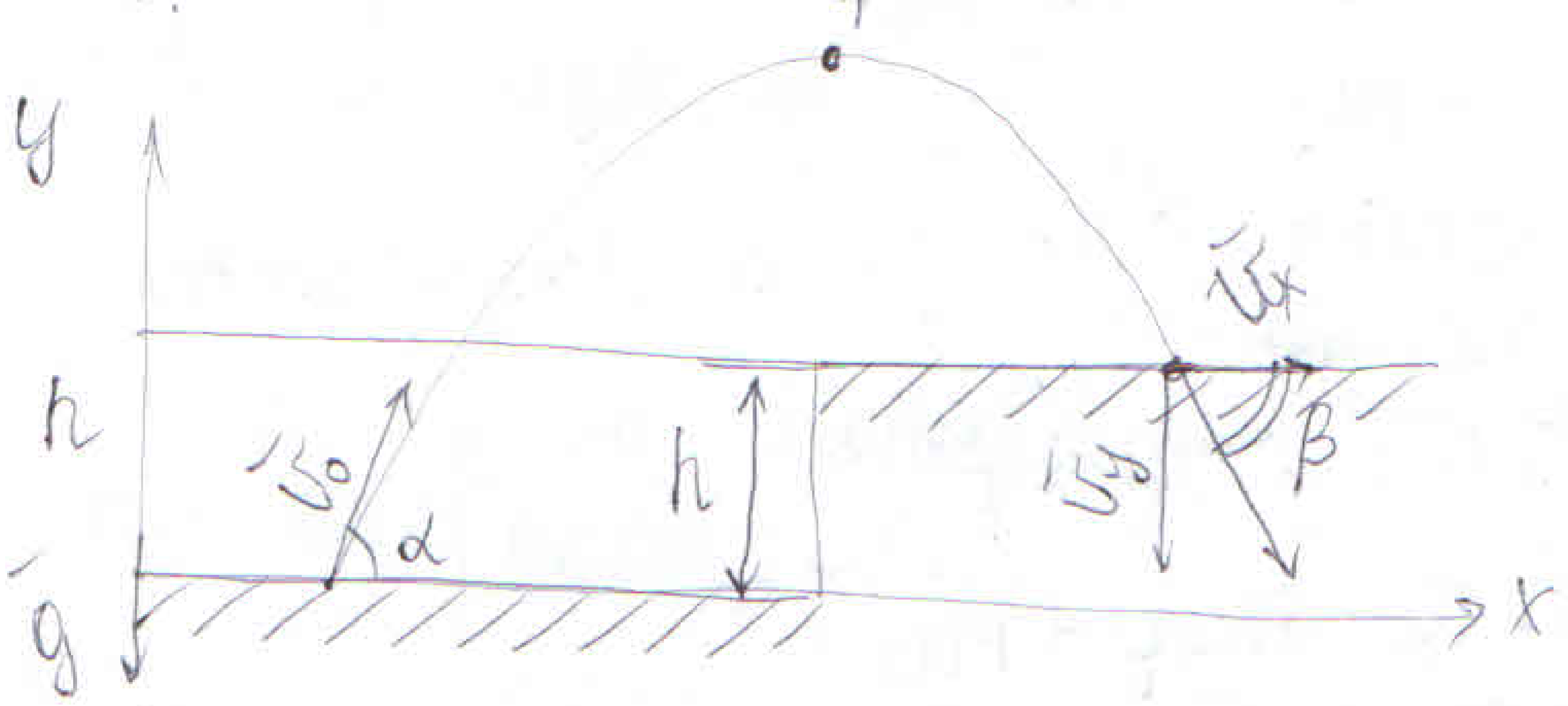
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
8	8	8	5	5	10	5	5	12	6	72

Шифр ______________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

1.



Дано: $\alpha = 60°$
$v_0 = 10$ м/с
$h = 2$ м
$g = 10$ м/с^2
β - ?

по ур-ю движения
$$\begin{cases} \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t \\ \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \vec{g}t^2/2 \end{cases}$$

в проекциях на Ox и Oy:
$$\begin{cases} v_x = v_0 \cos\alpha \\ v_y = v_0 \sin\alpha - gt \\ x = v_0 \cos\alpha t \\ y = v_0 \sin\alpha t - gt^2/2 \end{cases}$$

Р-м тело в момент 1:
$v_y = 0 \Rightarrow v_0 \sin\alpha = gt_1 \Rightarrow t_1 = \dfrac{v_0 \sin\alpha}{g}$

Р-м тело при $y = h$

$h = v_0 \sin\alpha t - gt^2/2$

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

$D = 4v_0^2 \sin^2\alpha - 8gh$

$t = \dfrac{2v_0 \sin\alpha \pm 2\sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha - 2gh}}{2g}$

тело оказывается на высоте h дважды, нас интересует более поздний случай (больше t)

$\Rightarrow t = \dfrac{v_0 \sin\alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha - 2gh}}{g}$

$t = \dfrac{10\frac{м}{с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + \sqrt{\frac{100 \cdot 3}{4} - 2 \cdot 2 \cdot 10}}{10} =$

$t = 1,46$ с

$= \dfrac{5\sqrt{3} + \sqrt{75 - 40}}{10} = \dfrac{5\sqrt{3} + \sqrt{35}}{10} \approx \dfrac{8,7 + 5,9}{10} \approx$

при $t = 1,46c$

$\begin{cases} v_x = v_0\cos\alpha \\ v_y = v_0\sin\alpha - gt \end{cases}$ + таким образом, $tg\beta = \frac{|v_y|}{|v_x|}$ +

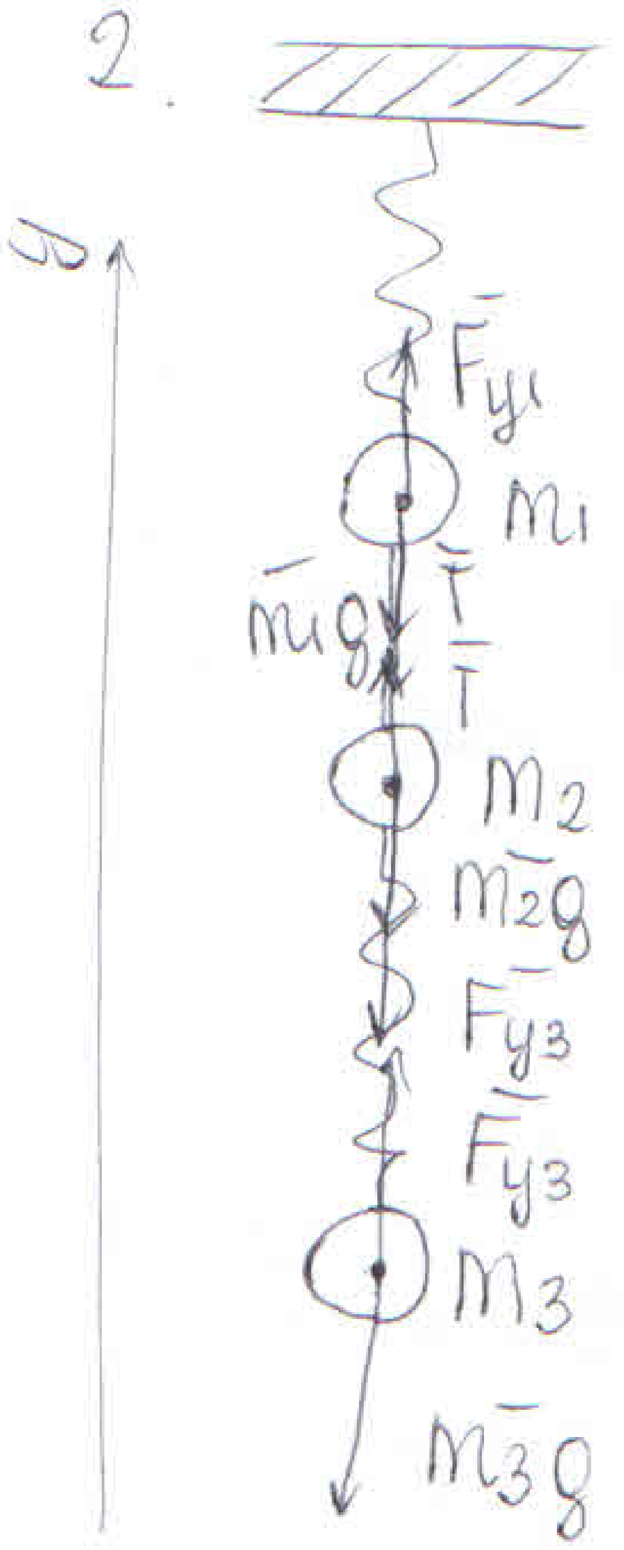
$v_x = 10\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3}$; $v_y = 10\cdot\frac{1}{2} - 14,6 = 5 - 14,6 = -9,6$

$\Rightarrow tg\beta = \frac{9,6}{5\sqrt{3}} = \frac{9,6}{8,6} \approx 1,12.$

$\beta = arctg\,1,12$ +

Ответ: $\beta = arctg\,1,12$.

2.



Дано:
$m_1 = 5кг$
$m_2 = 1кг$
$m_3 = 2кг$
$T - ?$
$a_1 - ?$

Решение:
по 2-му з-ну Ньютона
$m\vec{a} = \vec{F}_{рез}$

Р-м действие з-на Ньютона на тела 1, 2, 3:

3: $m_3\vec{a} = m_3\vec{g} + \vec{F}_{y3}$

2: $m_2\vec{a} = m_2\vec{g} + \vec{F}_{y3} + \vec{T}$

1: $m_1\vec{a} = m_1\vec{g} + \vec{F}_{y1} + \vec{T}$

Система покоится $\Rightarrow a = 0$, тогда в проеку
Oy:

$m_3 g = F_{y3}$;

$m_2 g + F_{y3} = T$; $\Rightarrow T = m_2 g + m_3 g = (m_2 + m_3)g = (1кг + 2кг)\cdot 10\frac{м}{с^2} = 30Н$

$m_1 g + T = F_{y1}$.

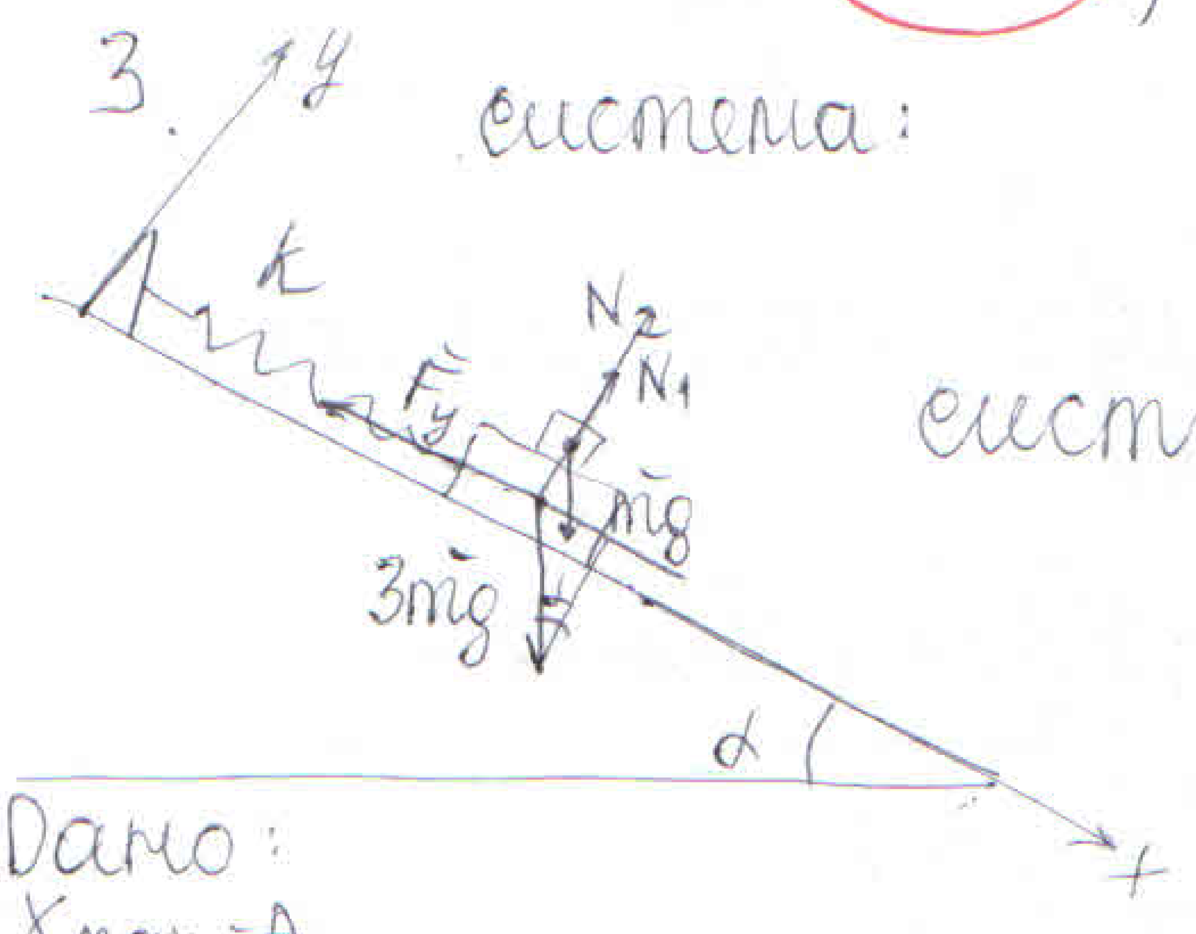
При перерезании нити на 1 тело перестает действовать $\vec{T}$, а $m_1\vec{g}$ и $\vec{F}_{y1}$ остаются прежними:
тогда по 2 з-ну Ньютона:

$m_1\vec{a}_1 = \vec{F}_{y1} + m_1\vec{g} \Rightarrow$ на Oy: $a_1 m = F_{y1} - m_1 g = T$

$a_1 = \frac{T}{m}$ $\quad a_1 = \frac{30Н}{5кг} = 6\frac{м}{с^2}$ $\quad a_1 > 0 \Rightarrow$ сонапр. с Oy $\Rightarrow$ вверх.

Ответ: $T = 30Н$; $a_1 = 6\frac{м}{с^2}$, направлено вертикально вверх

3. система: +



Решение:
по 2-му з-ну Ньютона: $m\vec{a} = \vec{F}_{рез}$

сист: $4m\vec{a} = 4m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_y$.

при колебаниях изм $\vec{a}$ и $\vec{F}_y$.

a_{max} при $F_{y.max} = kA$

В проекции на Ox и Oy:

$-4ma = -F_y + 4mg\sin\alpha$

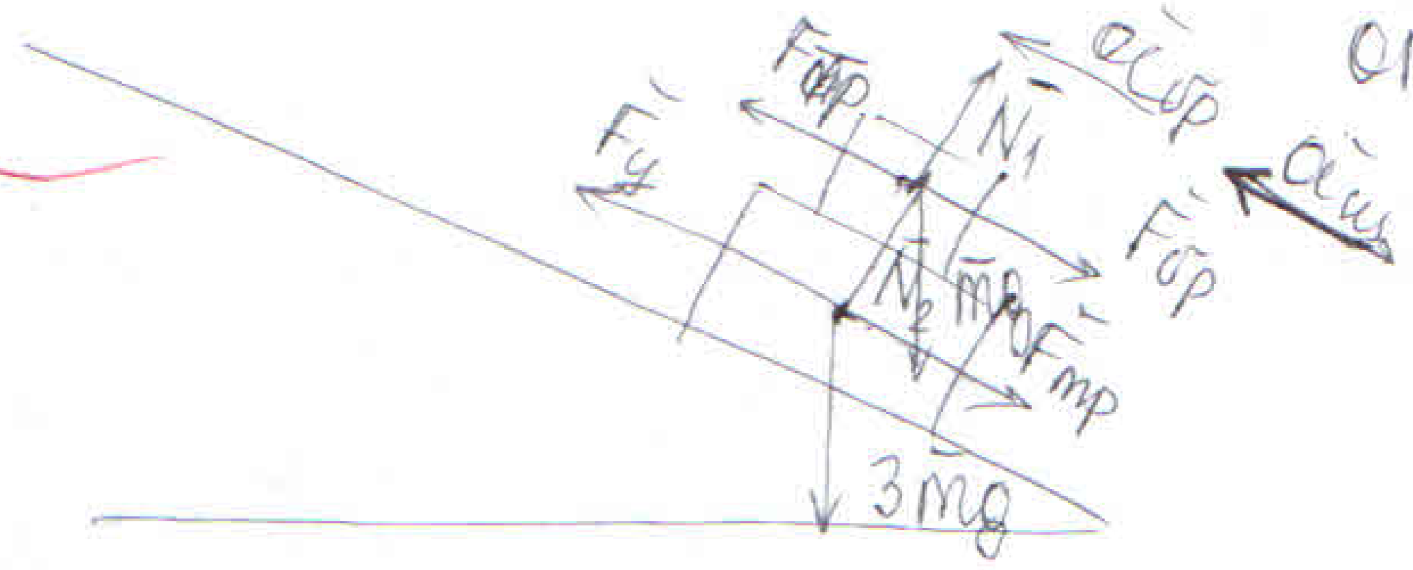
$0 = N - mg\cos x$

Дано:
$X_{max} = A$
k
α
m, 3m $\quad \mu_{min} - ?$

$4ma = F_y - 4mg\sin\alpha$

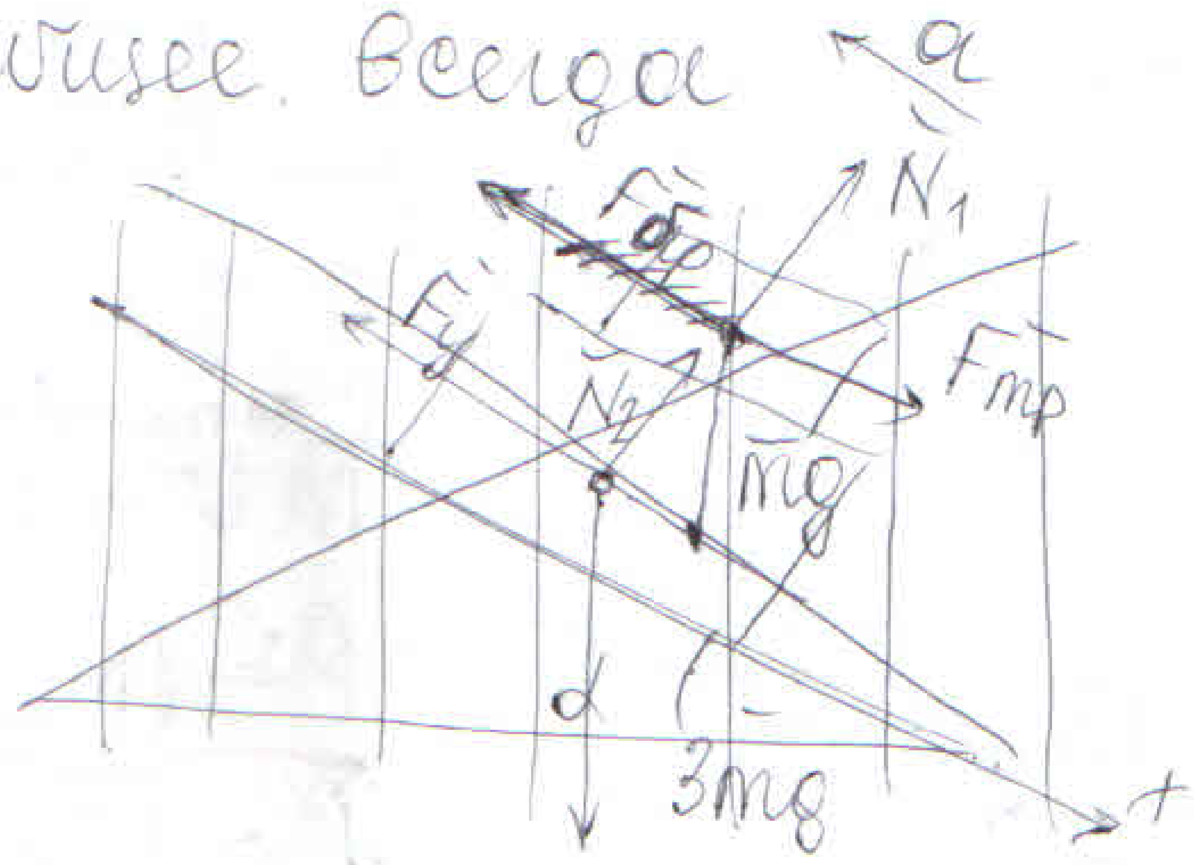
$4ma_{max} = kA - 4mg\sin\alpha$

$a_{max} = \dfrac{kA - 4mg\sin\alpha}{4m}$



отдельно брусок и шайба

Шайба должна двигаться без проскальзывания $\Rightarrow$ в любой момент времени скорости шайбы и бруска равны $\Rightarrow$ a общее. Всегда



по 2му з-ну Ньютона

$m\bar{a} = m\bar{g} + \bar{N}_1 + \bar{F}_{тр} + \bar{F}_{бр}$ (*)

при движ. $\bar{a}$ изм., а $m\bar{g}$ не изм. $\Rightarrow$ $\bar{F}_{тр}$ не изм.

при a_{max}, $F_{тр} = F_{тр\,min}$ (такая, при которой шайба всегда будет неподвижна относительно бруска)

по 2-му з-ну Ньютона на OX: $\begin{cases} mg\sin\alpha + F_{тр\,min} = ma_{max} \\ mg\cos\alpha = N \end{cases}$

$F_{тр.min} = \pm mg\sin\alpha \mp ma_{max} = mg\sin\alpha - \dfrac{kA}{4} + mg\sin\alpha = 2mg\sin\alpha - \dfrac{kA}{4}$

(*) относительно бруска тело не движется $\Rightarrow$ по 2 з-ну Ньютона на OX: $F_{бр} = mg\sin\alpha + F_{тр}$;

брусок действует на тело с такой силой, что тело отн. бруска покоится $\Rightarrow$ $a_{бр} = a_{ш} \Rightarrow F_{бр} = ma_{max}$

$F_{тр\,min} = \dfrac{8mg\sin\alpha - kA}{4}$ $\qquad F_{тр\,min} = \mu_{min} \cdot N_1 = \mu_{min}\, mg\cos\alpha$

$\mu_{min} = \dfrac{F_{тр\,min}}{mg\cos\alpha} = \dfrac{8mg\sin\alpha - kA}{mg\cos\alpha} = 8\,tg\,\alpha - \dfrac{kA}{mg\cos\alpha}$

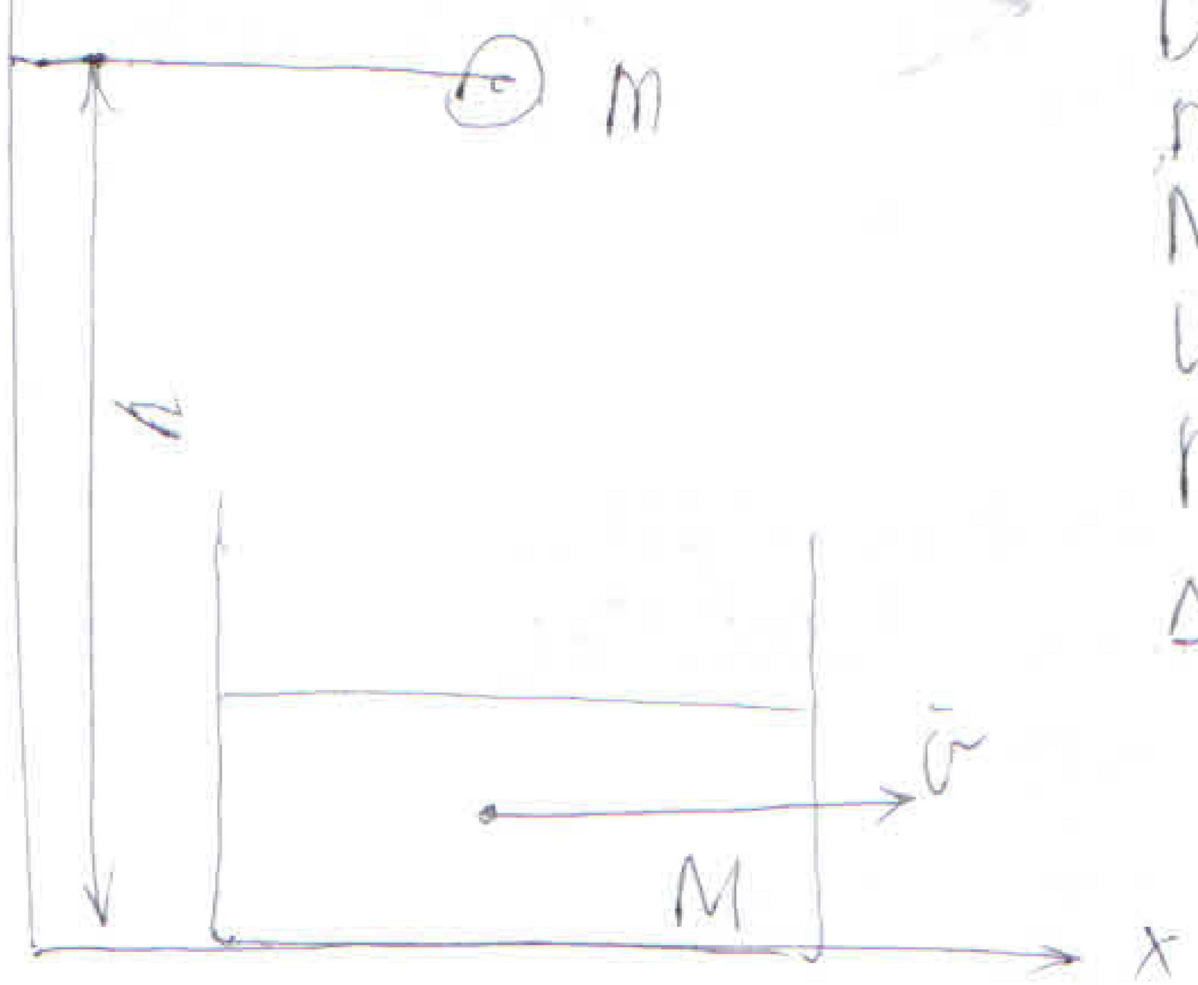
!

Ответ: $8\,tg\,\alpha - \dfrac{kA}{mg\cos\alpha}$.

0,75

знак +

№4.



Дано:
$m = 1$ кг
$M = 5$ кг
$v = 6$ м/с
$h = 5$ м
ΔE − ?

Решение:

по з-ну сохранения энергии:

$$mgh = \frac{mv'^2}{2} \Rightarrow v' = \sqrt{2gh}$$

При попадании шарика в ящик происходит абсолютно неупругое соуд.:

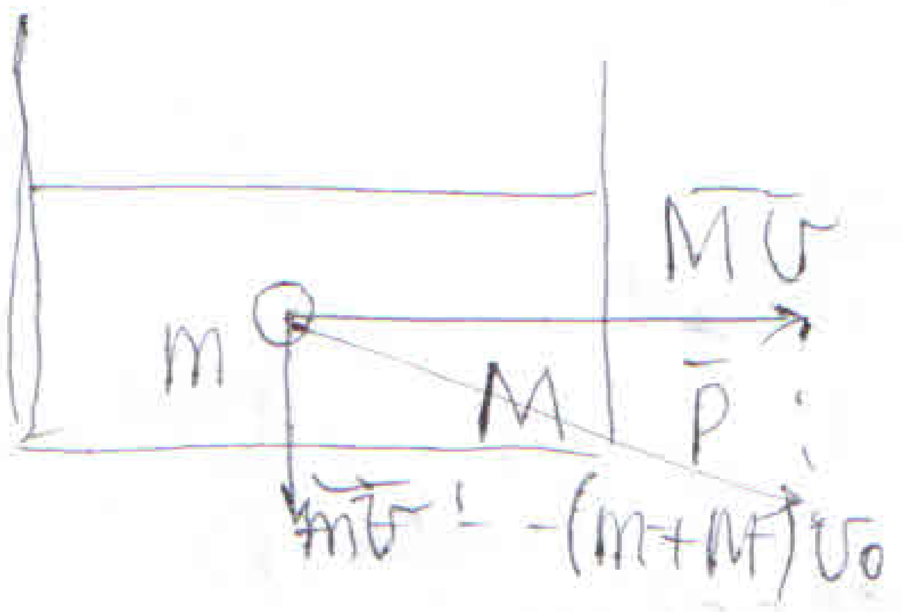
по з-ну сохр. импульса:

$$\bar{Mv} + \bar{mv'} = \bar{P} = (M+m)v_0$$

$$\bar{P} = \sqrt{(Mv)^2+(mv')^2} \quad ?$$

$$\cancel{\bar{P}} = v_0 = \frac{\sqrt{(Mv)^2+(mv')^2}}{M+m}$$

0,5



Энергия $E_к = \frac{(m+M)v_0^2}{2} = \frac{p^2}{2(m+M)} = \frac{\cancel{(m+M)}\cdot((Mv)^2+(mv')^2)}{2(m+M)^2} = \frac{(Mv)^2+(mv')^2}{2(m+M)} = \frac{M^2v^2+m^2\cdot 2gh}{2(m+M)}$

при ударе $\Delta t \to 0$ и $\vec{\Delta P_{сис}} \approx 0$! или в уравнении на горизонт. ось!

$$E_к = \frac{25 кг\cdot 36\, м^2/с^2 + 1 кг\cdot 2\cdot 10\,\frac{м}{с^2}\cdot 5 м}{2\cdot(1 кг + 5 кг)} =$$

$$= \frac{25\cdot 36 + 25\cdot 4}{2\cdot 6} = \frac{25(36+4)}{2\cdot 6} = \frac{25\cdot \cancel{40}^{\cancel{20}\ 10}}{\cancel{2}\cdot \cancel{6}_3} = \frac{250}{3} = 83\frac{1}{3}\ Дж$$

$E_{ш.} = mgh = 1 кг\cdot 10\,\frac{м}{с^2}\cdot 5 м = 50$ Дж

$E_я = \frac{mv^2}{2} = \frac{5 кг\cdot \cancel{36}^{18}\,\frac{м^2}{с^2}}{\cancel{2}} = \cancel{90 Дж}$

по з-ну сохр. энергии:

$$E_ш + E_я = E_к + \Delta E$$

$$\Delta E = E_ш + E_я - E_к$$

$$\Delta E = 50 Дж + 90 Дж - 83\frac{1}{3} Дж = 56\frac{2}{3} Дж$$

Ответ: ~~$56\frac{2}{3}$~~ Дж.

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

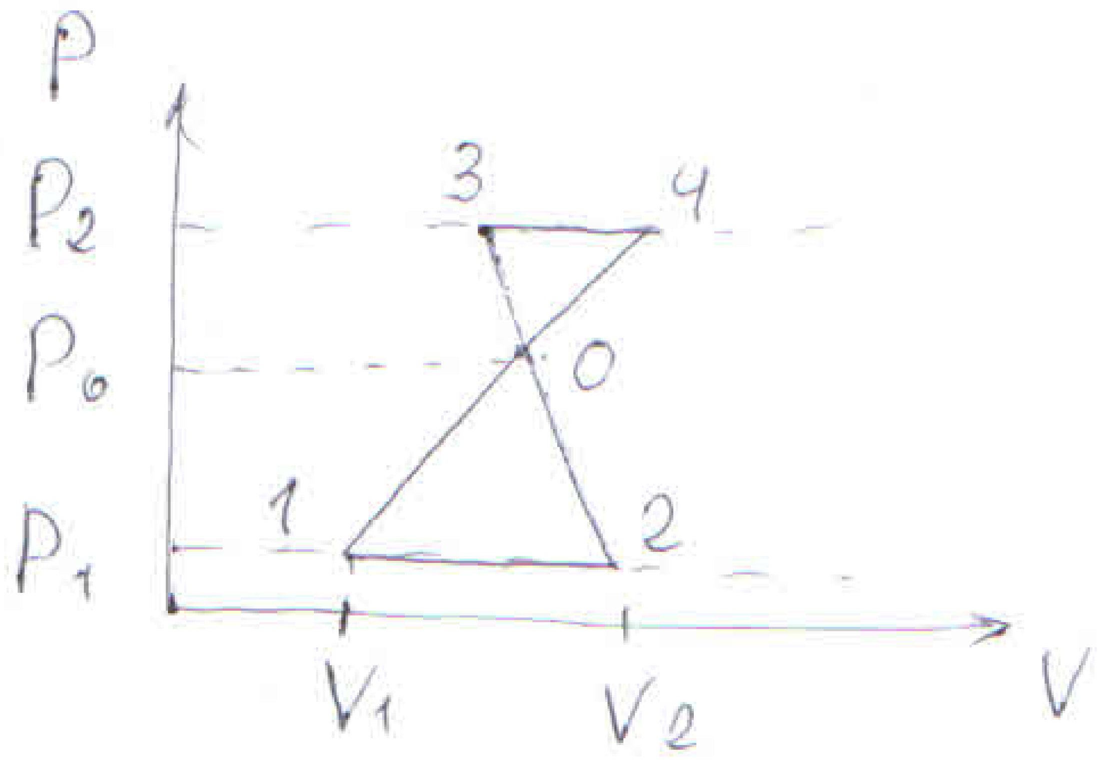
119284

Шифр ______________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

5.



Дано:

$P_1 = 10^5$ Па

$P_0 = 3\cdot 10^5$ Па

$P_2 = 4\cdot 10^5$ Па

$V_2 - V_1 = 10$ л

Решение:

Работа газа равна площади под графиком

P-м $\Delta 102 \sim \Delta 403$ (по 2∠)

$k = \dfrac{P_2 - P_0}{P_0 - P_1}$; $S_{403} = \dfrac{S_{102}}{\cancel{\ }} k^2$

$S_{102} = \dfrac{(P_0 - P_1)(V_2 - V_1)}{2} \Rightarrow S_{403} = \dfrac{(P_0 - P_1)(V_2 - V_1)(P}{2(P_2 - P_0)^2}$

$A = \dfrac{(P_0 - P_1)(V_2 - V_1)}{2}\left(1 + \dfrac{(P_0 - P_1)^2}{(P_2 - P_0)^2}\right)$; $1л = 10^{-3}м$

$A = \dfrac{(3\cdot 10^5 Па - 10^5 Па)(10\cdot 10^{-3})м^3}{2}\left(1 + \dfrac{(4\cdot 10^5 - 3\cdot 10^5)^2}{(3\cdot 10^5 - 10^5)^2}\right) =$

$= \dfrac{\cancel{2}\cdot 10^5 Па\cdot 10^{-2} м^3}{\cancel{2}}\left(1 + \dfrac{1}{4}\right) = \dfrac{5}{4}\cdot 10^3 = 1{,}25\cdot 10^3 = 1250$ Дж

Ответ: ~~1250~~ Дж 750 Дж Знаки работ !? 0,5

6. Дано:

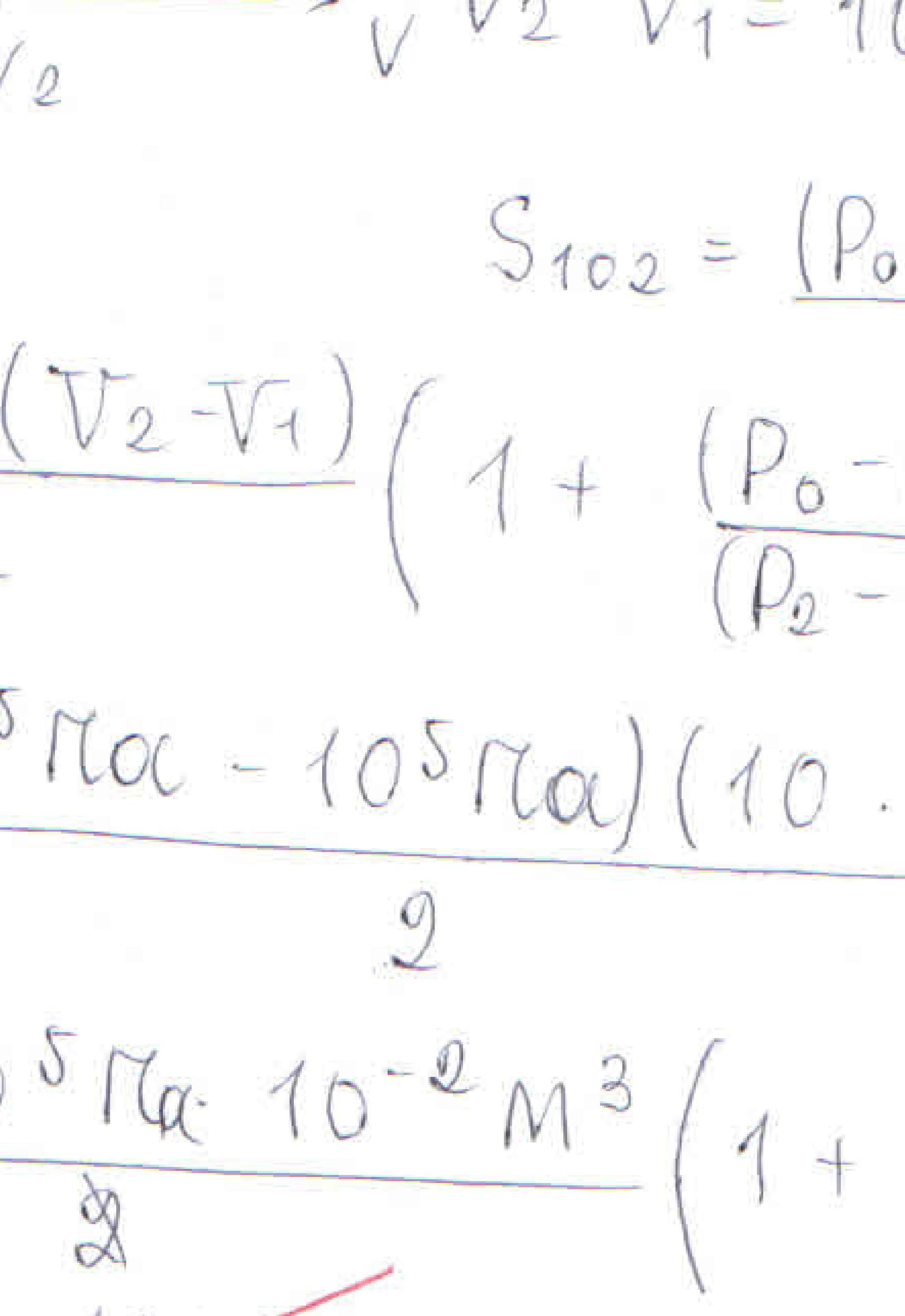
η

A

$T_1 - ?$

$\nu = 1$ моль

$i = 3$



в адиабатном процессе за счёт ~~все~~ разности внутр. энерг. соверш. раб. газа

$A = -\Delta U = -\dfrac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) =$

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

$\eta_{ц.к.} = \dfrac{T_1 - T_2}{T_1} = \dfrac{2A}{3\nu R T_1}$

$T_1 = \dfrac{T_1 - T_2}{\eta} = \dfrac{2A}{3\nu R\eta} = \dfrac{2A}{3R\eta\cdot 1}$ +

Ответ: $\dfrac{2A}{3R\eta}$

9. Дано:

$T = 2\pi \cdot 10^{-5}$ с

$q = 5$ нКл

$I = 0{,}8$ мА

$I_m - ?$

$q = q_m \cdot \sin \omega t$

$I = I_m \cdot \cos \omega t = q_m \omega \cos \omega t$

$\frac{q}{I} = \frac{q_m \sin \omega t}{q_m \cdot \omega \cdot \cos \omega t}$

$tg\, \omega t = \frac{\omega q}{I}$ $\qquad \omega = 2\pi \nu = \frac{2\pi}{T}$

$tg\, \omega t = \frac{2\pi q}{IT}$

$\omega t = arctg \frac{2\pi q}{IT}$

$2\pi \frac{t}{T} = arctg \frac{2\pi q}{IT}$

$t = \left(arctg \frac{2\pi q}{IT}\right) \frac{T}{2\pi}$

$I = I_m \cdot \cos\left(\frac{\cancel{2\pi}}{\cancel{T}} \cdot \frac{\cancel{T}}{\cancel{2\pi}} arctg\left(\frac{2\pi q}{IT}\right)\right)$

$I_m = \frac{I}{\cos\left(arctg \frac{2\pi q}{IT}\right)}$

$I_m = \frac{0{,}8 \cdot 10^{-3} A}{\cos\left(arctg \frac{\cancel{2\pi} \cdot 5 \cdot 10^{-9} \cancel{Кл}}{0{,}8 \cdot 10^{-3} \cancel{A} \cdot \cancel{2\pi} \cdot 10^{-5} \cancel{с}}\right)} = \frac{8 \cdot 10^{-4} A \cdot \sqrt{89}}{8} = 0{,}1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{89}\ A \approx 0{,}94$ мА

$arctg \frac{5 \cdot 10^{-9}}{8 \cdot 10^{-9}} = arctg \frac{5}{8} = \alpha$

$tg\, \alpha = \frac{5}{8}$ $\qquad \frac{1}{\cos^2 \alpha} = tg^2 \alpha + 1$

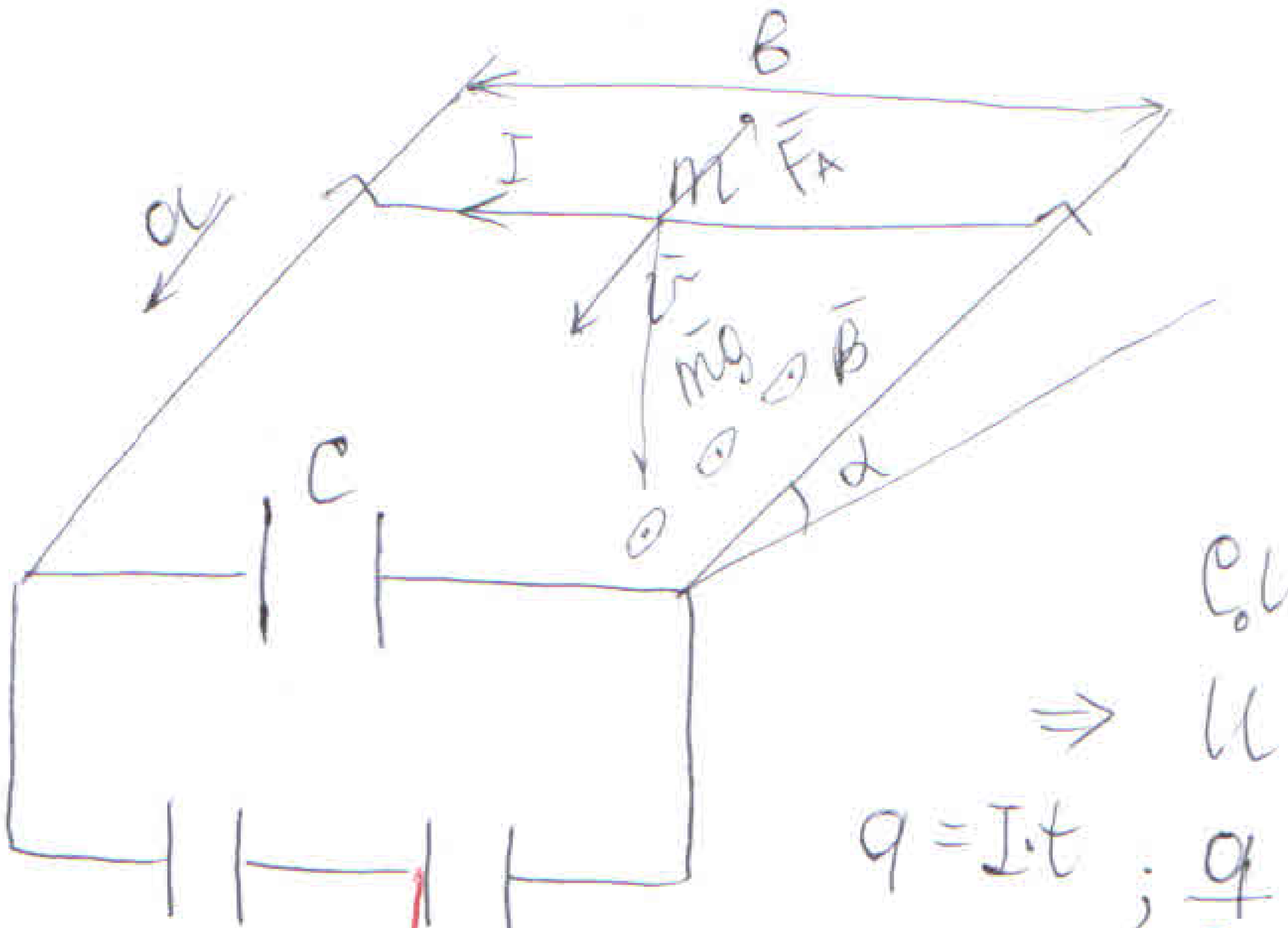
$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{25 + 64}{64} = \frac{89}{64}$

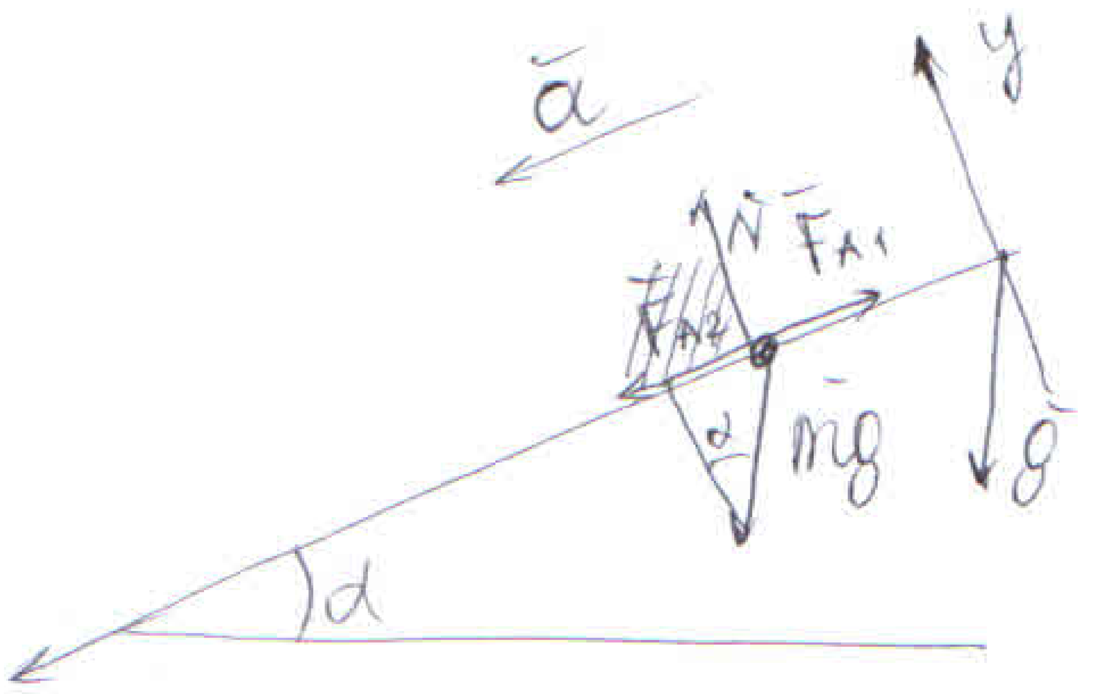
$\cos^2 \alpha = \frac{64}{89}$ $\qquad \cos \alpha = \frac{8}{\sqrt{89}}$ $\qquad \alpha = \arccos \frac{8}{\sqrt{89}}$

Ответ: 0,94 мА.

+

10. $\mathcal{E}_i$ замедляют изм. потока $\Rightarrow F_A$ вв...





$C_0 U = q_0$ напряжение в цепи одина...

$\Rightarrow U = \mathcal{E}_i = \left|-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = Bb\cdot v$ +

$q = I\cdot t$; $\frac{q}{C_0} = Bbv$

$\frac{It}{C_0} = B\cdot b(g\sin\alpha + a)t$

$v = \cancel{v_0}^{0} + (g\,\cancel{=a}\sin\alpha + a)t$ (*) $\quad I = B\cdot b\cdot C_0(g\sin\alpha + ...$

$I = \frac{C\,dq}{dt}$ C

по 2 з-ну Ньютона: $m\vec a = \vec F_{рез}$; $\vec F_A = \vec B\cdot J\cdot b$

на OX: $\begin{cases} ma = mg\sin\alpha - B\cdot J\cdot b \\ N = mg\cos\alpha \end{cases}$
на Oy:

* при $mg\sin\alpha > F_A$

$ma = mg\sin\alpha - Bb\cdot B\cdot b\cdot C_0 g\sin\alpha - B^2b^2C_0 a$ (0,5)

$a(m + B^2b^2C_0) = mg\sin\alpha - B^2b^2C_0 g\sin\alpha$

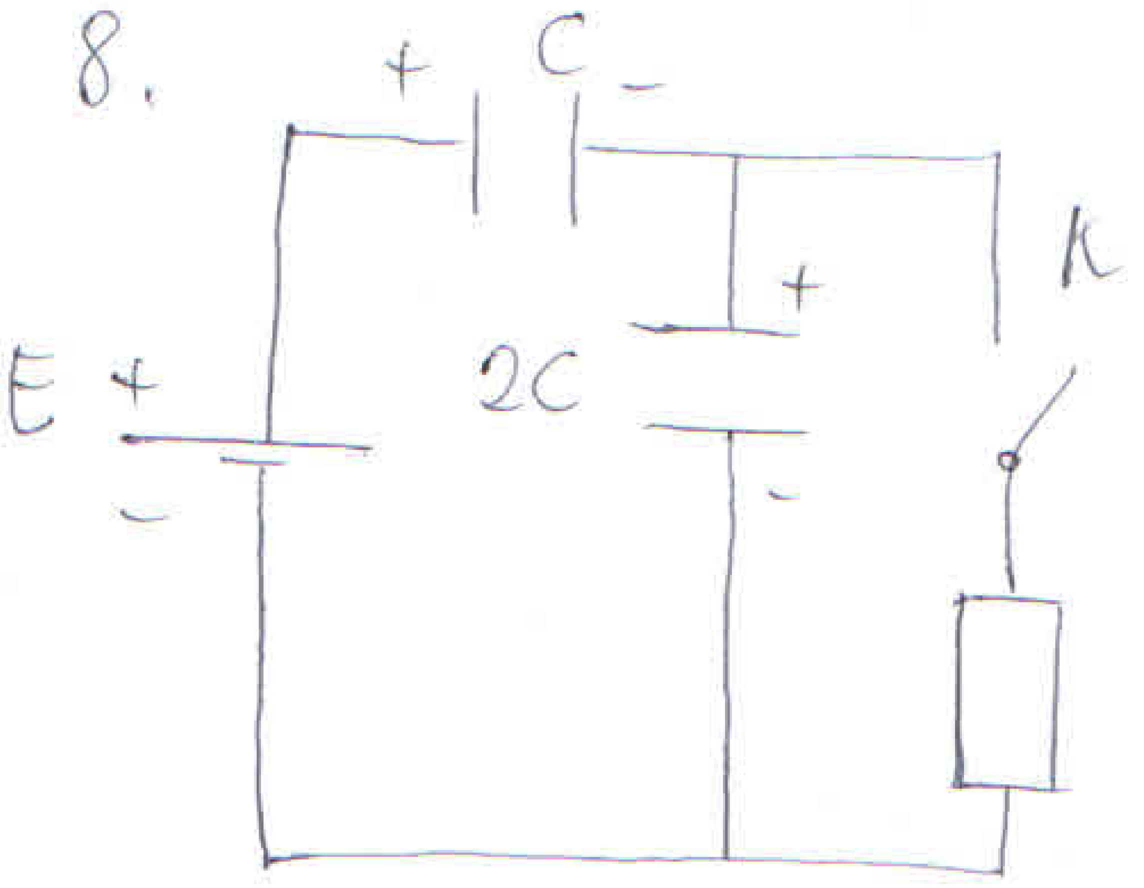
$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C} + \frac{1}{2C} = \frac{3}{2C} \Rightarrow C_0 = \cancel{\frac{2}{3}C}$ $\frac{3}{2}C$

$a(m + B^2b^2\cdot\frac{2}{3}C) = g\sin\alpha(m - B^2b^2\frac{2}{3}C)$

$a = \frac{g\sin\alpha(m - B^2b^2\frac{2}{3}C)}{(m + B^2b^2\frac{2}{3}C)} = \frac{g\sin\alpha(3m - 2B^2b^2C)}{(3m + 2B^2b^2C)}$

Ответ: $\frac{g\sin\alpha(3m - 2B^2b^2C)}{(3m + 2b^2B^2C)}$. !

8.



при разомкнутом К:

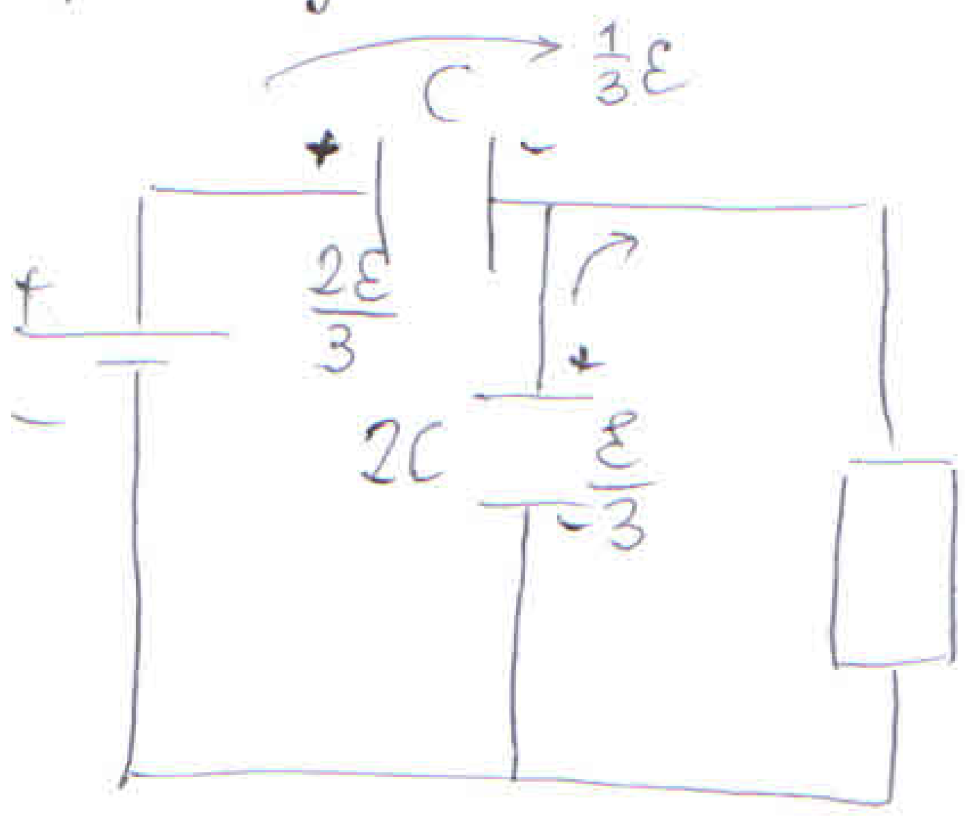
$C_0 = \frac{2}{3}C \Rightarrow q = CU = \frac{2}{3}C\cdot E$

$W_к = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} \Rightarrow W_{к1} = \frac{4C^2E^2}{9\cdot 2\cdot C} = \frac{2}{9}C^2E^2$

$W_{к2} = \frac{4C^2E^2}{9\cdot 2\cdot 2C} = \frac{1}{9}C^2E^2$

$W_{к0} = \frac{4C^2E^2\cdot 3}{9\cdot 2C} = \frac{2}{3}CE^2$

При замыкании К, конденсаторы начинают разряжаться



$U_1 = \frac{q}{C} = \frac{2\mathcal{E}C}{3C} = \frac{2\mathcal{E}}{3}$

$U_2 = \frac{q}{2C} = \frac{2\mathcal{E}C}{3\cdot 2C} = \frac{\mathcal{E}}{3}$

то есть $\frac{\mathcal{E}}{3}$ от ист
пойдёт на $R = \frac{\mathcal{E}}{3}q$
$q = \frac{2}{3}\mathcal{E}C$

$\Rightarrow Q = \frac{1}{3}\frac{\mathcal{E}q}{2} + W_{K2} = \frac{2\mathcal{E}\cdot 2\mathcal{E}C}{6\cdot 3} + \frac{1}{9}\mathcal{E}^2C =$ 0,5

$= \frac{3}{9}\mathcal{E}^2C = \frac{1}{3}\mathcal{E}^2C$

Ответ: $\frac{1}{3}\mathcal{E}^2C$. —

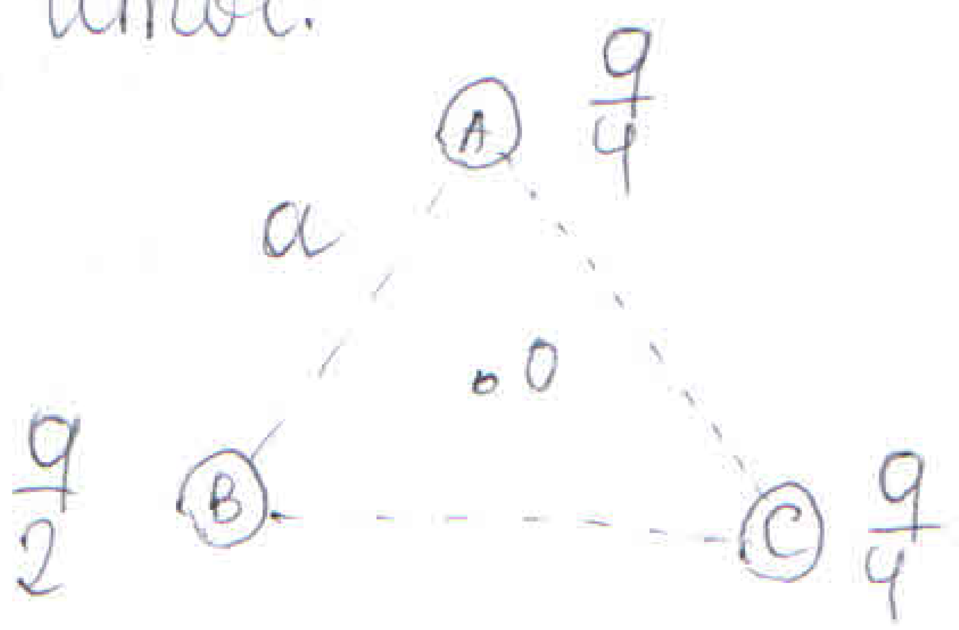
не учт работа источник

7.
1) o^{+q} 2) $o^{+\frac{q}{2}}$ 3) $o^{+\frac{q}{4}}$

o o $^{+\frac{q}{2}}o$ o $^{+\frac{q}{2}}o$ $o^{+\frac{q}{4}}$

(1 соед) (2 соед)

Итог:



Р-м систему в точке O:

$OA = OB = OC = \frac{a}{\sqrt{3}}$

$\varphi_B = \frac{q\cdot k\sqrt{3}}{2a} = \frac{\sqrt{3}}{2}\frac{kq}{a}$ $\varphi_A = k\frac{\sqrt{3}q}{4a}$ $\varphi_C = \frac{k\sqrt{3}q}{4a}$

$E_k = q\cdot(\varphi_1 - \varphi_2) \Rightarrow E_k = \frac{q}{2}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{kq}{a} + 2\cdot k\cdot\frac{q}{4}\cdot\frac{\sqrt{3}q}{4a}$

$= E_k = \frac{\sqrt{3}}{4}\frac{kq^2}{a} + \frac{\sqrt{3}q^2k}{8a} = \frac{kq^2}{a}\sqrt{3}\left(\frac{1}{4}+\frac{1}{8}\right)^2 =$

$= \frac{3\sqrt{3}}{8}\frac{kq^2}{a}$. ?

0,5

Ответ: $\frac{3\sqrt{3}}{8}\frac{kq^2}{a}$.

$E_{вз} = \frac{1}{2}\sum q_i\varphi_i$!

$\frac{5q^2}{64\pi a}$