Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 10

Вариант 10-02

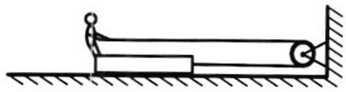
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без в

1. Гайку бросают с вышки со скоростью $V_0 = 10$ м/с под углом $\alpha = 30^0$ к горизонту. В полете гайка все время приближалась к горизонтальной поверхности Земли и упала на нее со скоростью $2V_0$.

+ 1) Найти вертикальную компоненту скорости гайки при падении на Землю.
+ 2) Найти время полета гайки.
+ 3) С какой высоты была брошена гайка?

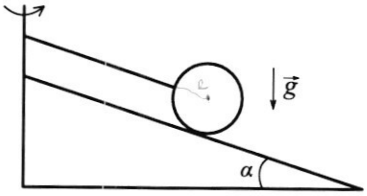
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с^2. Сопротивление воздуха не учитывать.

2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 2m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в оси блока можно пренебречь. Коэффициент трения между ящиком и полом μ.



1) С какой силой ящик с человеком давят на пол при движении ящика?
2) С какой минимальной постоянной силой F_0 надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?
3) За какое время человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу F ($F > F_0$) к канату?

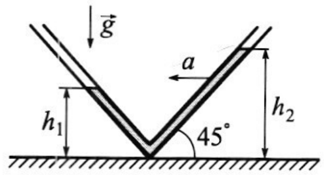
3. Однородный шар массой m и радиусом R находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной L, привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.



1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.
2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^0$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении с ускорением $a = 4$ м/с^2 уровень масла в одном из колен трубки устанавливается на высоте $h_1 = 10$ см.

1) На какой высоте h_2 установится уровень масла в другом колене?
2) С какой скоростью V будет двигаться жидкость в трубке относительно трубки после того как трубка внезапно станет двигаться равномерно (ускорение «исчезнет») и когда уровни масла будут находиться на одинаковой высоте?



Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Действие сил трения пренебрежимо мало.

5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 27 ^{0}C и давлении $P = 3{,}55 \cdot 10^3$ Па. В медленном изотермическом процессе уменьшения объема пар начинает конденсироваться, превращаясь в воду.

1) Найти отношение плотности пара к плотности воды в условиях опыта.
2) Найти отношение объема пара к объему воды к моменту, когда объем пара уменьшится в $\gamma = 5{,}6$ раза.

Плотность и молярная масса воды $\rho = 1$ г/см^3, $\mu = 18$ г/моль.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1.

Дано:

$V_0 = 10$ м/с

$\alpha = 30^0$

$V = 2V_0$

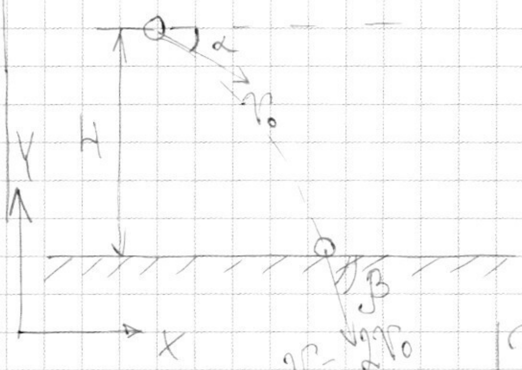
$V_y = ?$

$\tau_{пол} = ?$

$H = ?$

Решение:

т.к. гайка все время приближалась к земле, то скорость направлена ниже уровня горизонта



т.к. $g_x = 0$, то $V_x = const$, тогда:

$V_{0x} = V_x$

$V_0 \cdot \cos\alpha = 2V_0 \cdot \cos\beta$

$\cos\beta = \frac{1}{2}\cos\alpha.$

$|V_y| = |V \cdot \sin\beta| = |2V_0 \cdot \sin\beta|$

$\sin^2\beta + \cos^2\beta = 1 \implies \sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \sqrt{1 - \frac{1}{4}\cdot\cos^2\alpha} = \sqrt{\frac{4-\cos^2\alpha}{4}} =$

$= \sqrt{\frac{4-\frac{3}{4}}{4}} = \sqrt{\frac{\frac{16}{4}-\frac{3}{4}}{4}} = \sqrt{\frac{13}{16}} = \frac{\sqrt{13}}{4} \implies |V_y| = 2V_0 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4} = \frac{V_0\sqrt{13}}{2} = 5\cdot\sqrt{13}$ м/с.

$V_y(t) = V_{0y} + g_y t$, для $t = \tau_{пол}$:

$V_y = V_{0y} + g_y\tau_{пол}$

$-2V_0 \cdot \sin\beta = V_0 \cdot \sin\alpha - g\tau_{пол}$

~~$g\tau_{пол} = V_0 \cdot \sin\alpha - 2V_0 \cdot \sin\beta$~~

~~$\tau_{пол} = \frac{V_0(\sin\alpha - 2\sin\beta)}{g} =$~~

$g\tau_{пол} = 2V_0 \cdot \sin\beta - V_0 \cdot \sin\alpha$

$\tau_{пол} = \frac{V_0(2\sin\beta - \sin\alpha)}{g} = \frac{10\left(2\cdot\frac{\sqrt{13}}{4} - \frac{1}{2}\right)}{10}$ с $= \left(\frac{\sqrt{13}}{2} - \frac{1}{2}\right)$ с $= \frac{\sqrt{13}-1}{2}$ с

$H = |S_y| = V_0 \cdot \sin\alpha\tau_{пол} + \frac{g\tau_{пол}^2}{2}$

№1 (продолжение):

$$H = v_0 \sin\alpha \cdot \frac{v_0(2\sin\beta - \sin\alpha)}{g} + \frac{g}{2}\cdot\frac{v_0^2(2\sin\beta - \sin\alpha)^2}{g^2} =$$

$$= \frac{v_0^2 \sin\alpha(2\sin\beta - \sin\alpha)}{g} + \frac{v_0^2(2\sin\beta - \sin\alpha)^2}{2g} = \frac{2v_0^2(2\sin\alpha\sin\beta - \sin^2\alpha)}{2g} +$$

$$+ \frac{v_0^2(4\sin^2\beta - 4\sin\beta\sin\alpha + \sin^2\alpha)}{2g} = \frac{4v_0^2\sin\alpha\sin\beta - 2v_0^2\sin^2\alpha + 4v_0^2\sin^2\beta - 4v_0^2\sin\alpha\sin\beta + v_0^2\sin^2\alpha}{2g} =$$

$$= \frac{4v_0^2\sin^2\beta - v_0^2\sin^2\alpha}{2g} = \frac{4v_0^2(1-\cos^2\beta) - v_0^2\sin^2\alpha}{2g} =$$

$$= \frac{4v_0^2\left(1 - \frac{\cos^2\alpha}{4}\right) - v_0^2\sin^2\alpha}{2g} = \frac{4v_0^2 - v_0^2\cos^2\alpha - v_0^2\sin^2\alpha}{2g} =$$

$$= \frac{v_0^2(4 - (\cos^2\alpha + \sin^2\alpha))}{2g} = \frac{3v_0^2}{2g} = \frac{3\cdot 100}{20}\text{ м} = 15\text{ м}$$

Ответ: $v_y = 2v_0\cdot\sqrt{1 - \frac{\cos^2\alpha}{4}} = 5\sqrt{13}$ м/с

$\tau_{пол} = \frac{v_0\left(2\sqrt{1-\frac{\cos^2\alpha}{4}} - \sin\alpha\right)}{g} = \frac{\sqrt{13} - 1}{2}$ с

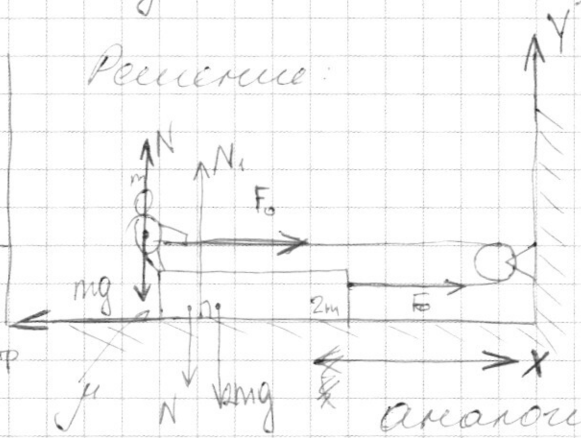
$H = \frac{3v_0^2}{2g} = 15$ м

№2

Дано:
S
m, $M = 2m$
μ
F

$P_1 = ?$
$F_0 = ?$
$\tau = ?$

Решение:



1) 2з.Н. для человека на OY:

$N - mg = 0$

$N = mg$

по III з-ну Ньютона: человек давит на ящик с такой же силой N, аналогично $P_1 = N_1$. Тогда

по II з-ну Ньютона для ящика на OY:

$N_1 - N - 2mg = 0$

$N_1 = N + 2mg$

$\boxed{P_1 = N_1 = mg + 2mg = 3mg.}$

2) Пусть человек тянет за канат с силой F_0 (влево), тогда

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 (продолж.)

со стороны каната на человека действует такая же сила F_0 вправо. На ящик также действует F_0 вправо, т.к. блок неподвижный.

по 2З.Н. для системы „человек - ящик" на OX:

$F_0 + F_0 - F_{тр} = 0$, $a = 0$, т.к. F_0 - минимальная необходимая сила.

$F_{тр} = \mu N_1 \Rightarrow 2F_0 - \mu N_1 = 0$

$2F_0 = \mu N_1$

$F_0 = \frac{\mu N_1}{2}$, $N_1 = 3mg \Rightarrow \boxed{F_0 = \frac{3\mu mg}{2}}$

3) Если прикладывать постоянную силу $F > F_0$, то система будет двигаться с некоторым ускорением a, в таком случае по 2З.Н. для системы „человек - ящик":

$2F - \mu N_1 = 3ma$

$2F - 3\mu mg = 3ma \Rightarrow a = \frac{2F}{3m} - \mu g = \frac{2F - 3\mu mg}{3m}$

т.к. $V_0 = 0$ м/с, то $S = \frac{a\tau^2}{2} \Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{2S}{a}}$

$$\boxed{\tau = \sqrt{\frac{2S}{\frac{2F}{3m} - \mu g}} = \sqrt{\frac{2S}{\frac{2F - 3\mu mg}{3m}}} = \sqrt{\frac{6mS}{2F - 3\mu mg}}}$$

Ответ: $P_1 = 3mg$

$F_0 = \frac{3\mu mg}{2}$

$\tau = \sqrt{\frac{6mS}{2F - 3\mu mg}}$

№5.

Дано:
цилиндр. сосуд
с. н.п.
$T_0 = 400 K$
$p = 3,55 \cdot 10^3 Па$
$T = const$, $V \downarrow$
пар конденсируется
$\rho = 1000$ кг/м³
$\mu = 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
$\gamma = 5,6 = \frac{V_0}{V_1}$

$\frac{\rho_{н.п.}}{\rho} = ?$

$\frac{V_1}{V_в} = ?$

Решение:

1) т. к. $T = const$ и пар уже насыщен, то во время всего процесса давление пара $p = const$, также и плотность пара $\rho_{н.п.} = const$.

ур-ние Менделеева - Клапейрона:
(для начального состояния)

$pV_0 = \nu_0 RT_0$ — m_0 - начальная масса пара

$\nu_0 = \frac{m_0}{\mu}$

$pV_0 = \frac{m_0 RT_0}{\mu}$ — V_0 - начальный объем.

$p = \underbrace{\frac{m_0}{V_0}}_{=\rho_{н.п.}} \cdot \frac{RT_0}{\mu}$

$p = \rho_{н.п.} \cdot \frac{RT_0}{\mu} \Rightarrow \rho_{н.п.} = \frac{\mu p}{RT_0}$

$\frac{\rho_{н.п.}}{\rho} = \frac{\mu p}{RT_0 \cdot \rho} = \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 3,55 \cdot 10^3}{8,3 \cdot 400 \cdot 10^3} =$

$= \frac{63,9}{3320} \cdot 10^{-3} \approx 0,02 \cdot 10^{-3}$

2) запишем ур-ние Менделеева-Клапейрона для начального и конечного состояний в системе:

$$\begin{cases} pV_0 = \frac{m_0 RT_0}{\mu} \\ pV_1 = \frac{m_1 RT_0}{\mu} \end{cases} \quad \% \quad \frac{V_0}{V_1} = \frac{m_0}{m_1} = \gamma \qquad m_0 = \gamma m_1$$

Заметим, что $m_в$ (масса сконденс. воды) $m_в = m_0 - m_1$, тогда т.к. $\rho = \frac{m}{V}$ $\quad V_в = \frac{m_в}{\rho} = \frac{m_0 - m_1}{\rho} = \frac{\gamma m_1 - m_1}{\rho} = \frac{m_1(\gamma - 1)}{\rho}$

$V_1 = \frac{m_1}{\rho_{н.п.}} = \frac{m_1 \cdot RT_0}{\mu p}$, тогда:

$\frac{V_1}{V_в} = \frac{m_1 RT_0}{\mu p} \cdot \frac{\rho}{m_1(\gamma - 1)} = \frac{RT_0 \cdot \rho}{\mu p (\gamma - 1)} = \frac{8,3 \cdot 400 \cdot 10^3}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 \cdot 3,55 \cdot (5,6 - 1)} =$

$= \frac{3320 \cdot 10^3}{63,9 \cdot 4,6} = \frac{3320}{293,94} \cdot 10^3 \approx 11 \cdot 10^3$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5 (продолж.)

Ответ: $\frac{\rho_{н.п}}{\rho} = \frac{\mu p}{RT_0 \cdot \rho} \approx 0{,}02 \cdot 10^{-3}$

$\frac{V_1}{V_6} = \frac{\rho R T_0}{\mu p(\gamma - 1)} \approx 11 \cdot 10^3$

№3.

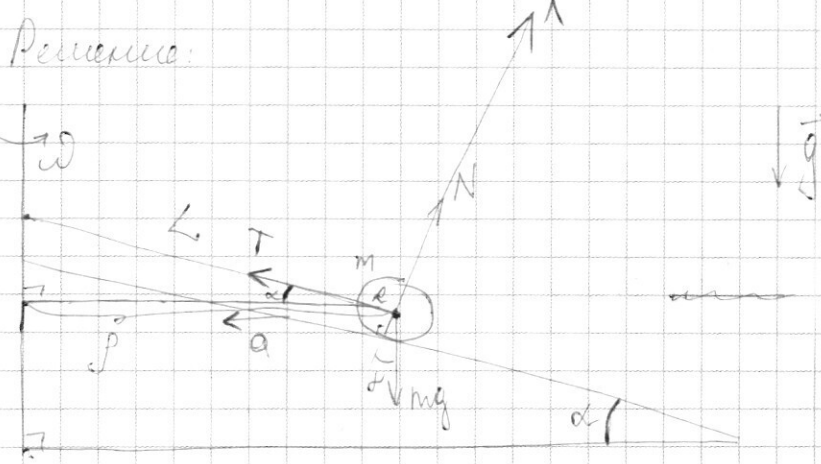
Дано:

α, L, R, ω

$N = ?$

$N_\omega = ?$

Решение:



1) система покоится

2 з.н. для шара на OX' ($OX' \perp \vec{T}$):

$N - mg \cdot \cos\alpha = 0$

$\boxed{N = mg \cdot \cos\alpha}$ (по III з.н. $N = P$)

2) система вращается с угл. скоростью ω

т.к. вращение равномерно ($\omega = const$), то

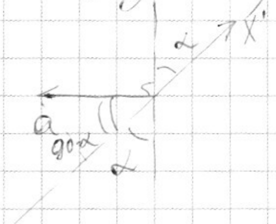
$a = a_{ц.с.} = \frac{v^2}{\rho}$, где ρ - радиус кривизны траектории. Из рисунка заметим, что

$\rho = (L + R) \cdot \cos\alpha$

$v = \omega \rho \Rightarrow a = \frac{\omega^2 \rho^2}{\rho} = \omega^2 \rho$

тогда 2 з.н. для шара на OX':

N3 (продолж.)



$N_\omega - mg\cdot\cos\alpha = -ma\cdot\cos(90-\alpha)$, где

N_ω - искомая сила давления шара (по III з.Н. $N_\omega = P_\omega$)

$N_\omega - mg\cdot\cos\alpha = -ma\cdot\sin\alpha$

$N_\omega = mg\cos\alpha - ma\sin\alpha$

$N_\omega = m(g\cos\alpha - a\sin\alpha)$, подставим $a=\omega^2\rho$:

$N_\omega = m(g\cos\alpha - \omega^2\rho\sin\alpha)$, $\rho = (L+R)\cdot\cos\alpha$

$N_\omega = m(g\cos\alpha - \omega^2\sin\alpha(L+R)\cdot\cos\alpha) = m\cdot\cos\alpha\,(g - \omega^2(L+R)\cdot\sin\alpha)$

Ответ: $N = mg\cdot\cos\alpha$

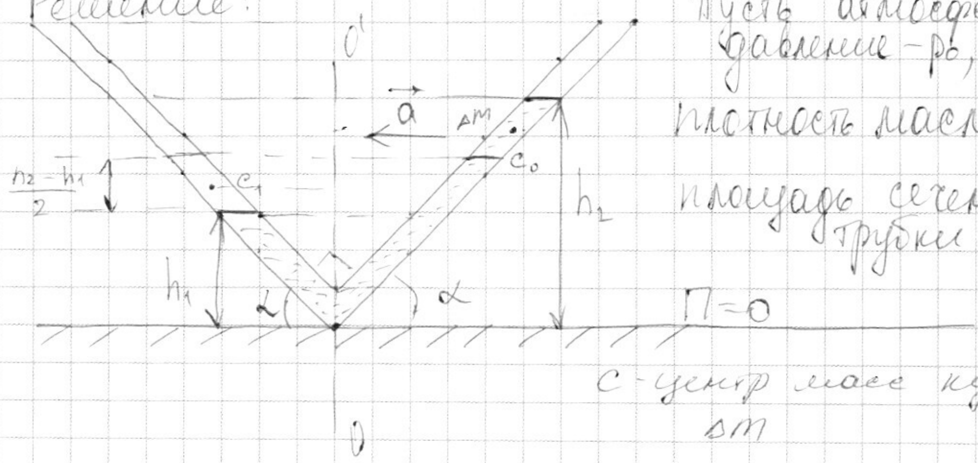
$N_\omega = m\cos\alpha\,(g - \omega^2(L+R)\sin\alpha)$

N4.

Дано:
$\alpha = 45°$
$a = 4\ м/с^2$
$h_1 = 0{,}1\ м$

$h_2 = ?$
$v = ?$

Решение:

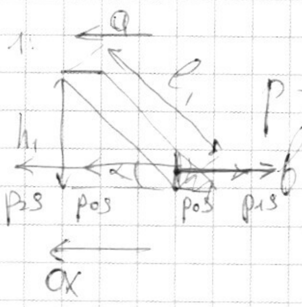


Пусть атмосферное давление - p_0, плотность масла - ρ, площадь сечения трубки - S.

П=0

С - центр масс кусочка Δm

1) „Разрежем" трубку по оси OO' и рассмотрим каждое колено в отдельности:



Р-м какие силы действуют на 1 колено (левое) в сечении:

$p_2S + p_0S - p_0S - p_1S = m_1a$

$p_2S - p_1S = m_1a$, где m_1 - масса масла в этом колене.

$m_1 = \rho\cdot S\cdot l_1$, $l_1 = \frac{h_1}{\sin\alpha} \Rightarrow m_1 = \frac{\rho h_1 S}{\sin\alpha}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 (продолжение)

$p_2 S - p_1 S = \frac{\rho h_1 S}{\sin\alpha} \cdot a$

p_2 – гидростат. давление воды в правом колене

$p_2 = \rho g h_2$, аналогично $p_1 = \rho g h_1$

$\rho g h_2 S - \rho g h_1 S = \frac{\rho h_1 S}{\sin\alpha} \cdot a \quad | : \rho S$

$g h_2 - g h_1 = \frac{h_1 \cdot a}{\sin\alpha} \quad | \cdot \sin\alpha$

$g \cdot \sin\alpha h_2 - g\sin\alpha h_1 = h_1 a$

$g \cdot \sin\alpha h_2 = h_1(a + g\sin\alpha)$

$h_2 = \frac{h_1(a+g\sin\alpha)}{g \cdot \sin\alpha} = \frac{10 \cdot (4 + 10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2})}{10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{10 \cdot (4 + 5\sqrt{2})}{5\sqrt{2}} = \frac{10(4+7)}{7} =$ (примем $\sqrt{2} \approx 1,4$)

$= \frac{110}{7}$ см $\approx 15,7$ см ≈ 16 см

2) После того как ускорение исчезнет масло установится на уровне $\left(h_1 + \frac{h_2 - h_1}{2}\right)$ в обоих коленах. ~~Пусть это произойдет за время τ, тогда по горизонтали масло пройдет~~ ~~в это время τ ускорение будет падать от a до 0~~ Тогда, получается, что небольшой участок массой Δm „перебежал" из правого колена – в левое, тогда по з-ну сохранения энергии:

$П_0 - П_1 = \Delta E_k$

$П_0 - П_1 = E_{k1} - E_{k0}$, где $П_0, П_1$ – начальная и конечная потенц. энергии

№4 (продолж.)

$$П_0 = \Delta m g \left(\cancel{\frac{h_2-h_1}{4}}\right)\left(h_2 - \frac{h_2-h_1}{4}\right) = \Delta m g\left(\frac{3h_2+h_1}{4}\right)$$

$$П_1 = \Delta m g\left(h_1 + \frac{h_2-h_1}{4}\right) = \Delta m g\left(\frac{3h_1+h_2}{4}\right)$$

$$E_{k0} = 0$$

$$E_{k1} = \frac{\Delta m v^2}{2}$$

$$\Delta m g\left(\frac{3h_1+h_2}{4}\right) - \Delta m g\left(\frac{3h_2+h_1}{4}\right) = \frac{\Delta m v^2}{2}$$

$$\frac{(3h_1+h_2)g}{4} - \frac{(3h_2+h_1)g}{4} = \frac{v^2}{2} \quad \Big| \cdot 2$$

$$v^2 = \frac{(3h_1+h_2)g}{2} - \frac{(3h_2+h_1)g}{2}$$

$$v^2 = \frac{g}{2}(3h_1+h_2-3h_2+h_1) = \frac{g}{2}(4h_1-2h_2) = g(2h_1-h_2)$$

$$v = \sqrt{g(2h_1-h_2)} \approx \sqrt{10(2\cdot 10-16)}\ м/с = \sqrt{40}\ м/с \approx 2\sqrt{10}\ м/с$$

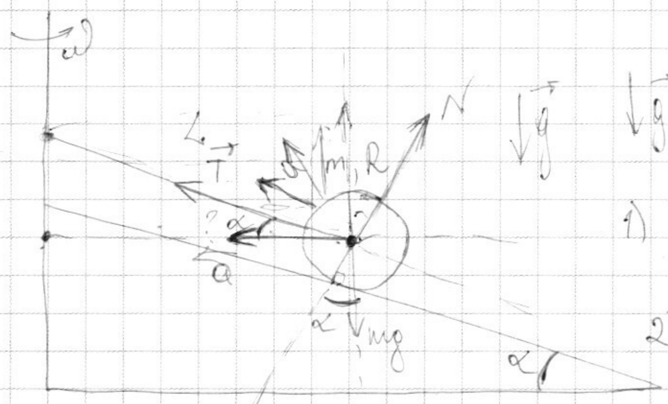
Ответ: $h_2 = \dfrac{h_1(a+g\cdot\sin\alpha)}{g\cdot\sin\alpha} \approx 16\ см \approx 15{,}7\ см$

$$v = \sqrt{g(2h_1-h_2)} = \sqrt{gh_1\left(2 - \frac{(a+g\cdot\sin\alpha)}{g\cdot\sin\alpha}\right)} \approx 2\sqrt{10}\ м/с$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N3.

однородный шар

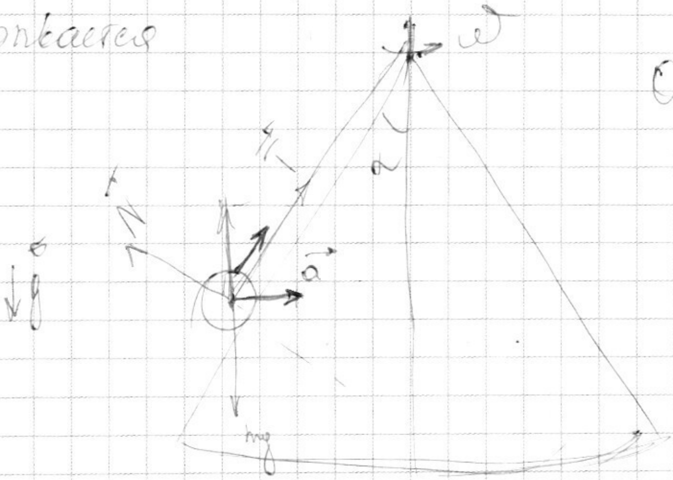


$N - mg\cdot\cos\alpha = 0$

1) $N = mg\cdot\cos\alpha$

2) Система приходит во вращение; шар не отрывается

OX: $N\sin\alpha$



$N_\omega = m(a\cdot\sin\alpha + g\cdot\cos\alpha)$ ρ - радиус кривизны траектории

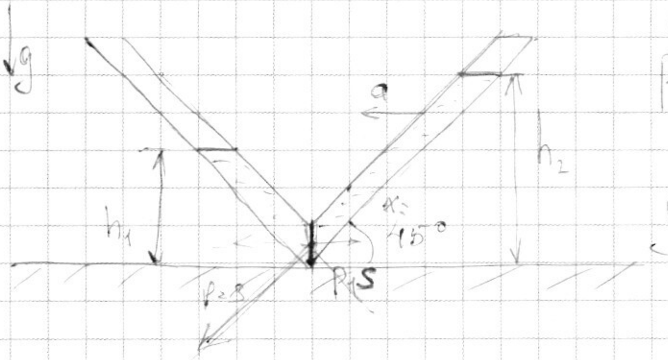
$a = a_{ц.с.} = \frac{v^2}{R} = \omega^2\rho = \omega^2(L+R)$

$\boxed{N_\omega = m(\omega^2(L+R)\cdot\sin\alpha + g\cdot\cos\alpha)}$?

ω - const - движ. по окр. равномерн. $\Rightarrow$ $a = a_{ц.с.}$

№4.

$4 - \frac{3}{4} = 3\frac{1}{4} = \frac{13}{4}$ $\frac{13}{16}$



$p_2 S - p_1 S = ma$

$p_2 S - p_1 S = \rho \ell S a$

$p_2 - p_1 = \rho \ell a$

$\rho g h_2 - \rho g h_1 = \rho \ell a$

$g h_2 - g h_1 = \ell a$

$\cos\beta = \frac{\cos\alpha}{2}$

$\cos\alpha = 2\cos\beta$

№5.

Дано: н.п. $\mu = 18$ г/моль, $\rho_в = 1$ г/см^3

$T_0 = 400K$

$p = 3{,}55 \cdot 10^3$ Па

$T = const$; $V\downarrow$

пар конденс → в воду

$\gamma = 6$

$\frac{\rho_н}{\rho_в} - ?$

недл. процесс $\nu = \frac{m}{\mu}$

$T_0 = const$

$p = p_{н.п.} = const$

$pV = \nu R T_0$

$pV = \frac{m}{\mu} R T_0$

$p = \frac{m}{V} \frac{RT_0}{\mu}$

$p = \rho \frac{RT_0}{\mu}$

$\boxed{\rho = \frac{\mu p}{RT_0}}$

$pV_0 = \frac{mRT_0}{\mu}$

$\rho = \frac{m}{V}$; $V = \frac{m}{\rho}$

$\frac{V_0}{V_1} = \gamma$

$V_0 = \gamma V_1$

$\begin{cases} pV_0 = \frac{m_0 R T_0}{\mu} \\ pV_1 = \frac{m_1 R T_0}{\mu} \end{cases}$

$\frac{V_0}{V_1} = \frac{m_0}{m_1}$ $\gamma = \frac{m_0}{m_1} \Rightarrow m_1 = \frac{m_0}{\gamma}$

$m_в = m_0 - m_1 = m_0 - \frac{m_0}{\gamma} = m_0\left(1 - \frac{1}{\gamma}\right)$

$\frac{m_1}{m_в} = \frac{m_0}{\gamma} \frac{1}{m_0\left(1-\frac{1}{\gamma}\right)} = \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{1}{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{\gamma}{\gamma-1} = \frac{1}{\gamma-1}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{cases} p_0 S - p_1 S = m_2 a \\ p_2 S - p_0 S = m_1 a \end{cases} \qquad \begin{cases} p_0 S = m_2 a + p_1 S \\ p_0 S = p_2 S - m_1 a \end{cases}$$

$$\begin{array}{r|l} 110 & 3 \\ -\,9 & \overline{38} \\ \overline{20} & \end{array}$$

$m_2 a + p_1 S = p_2 S - m_1 a$

$m_2 a + m_1 a = p_2 S - p_1 S$

$a(m_2 + m_1) = S(p_2 - p_1)$

$a\left(\frac{\rho h_2 S}{\sin\alpha} + \frac{\rho h_1 S}{\sin\alpha}\right) = S(\rho g h_2 - \rho g h_1)$

$5 \cdot 1{,}4 = 7$

$\frac{\rho a S}{\sin\alpha}(h_2 + h_1) = \rho g S (h_2 - h_1)$

$a(h_2 + h_1) = g \cdot \sin\alpha (h_2 - h_1)$

$a h_2 + a h_1 = g \cdot \sin\alpha h_2 - g \cdot \sin\alpha h_1$

$h_1(a + g\cdot\sin\alpha) = h_2(g\cdot\sin\alpha - a)$

$$\boxed{h_2 = \frac{h_1(a + g\cdot\sin\alpha)}{(g\cdot\sin\alpha - a)} = \frac{10(4 + 5\sqrt{2})}{(5\sqrt{2} - 4)} = \frac{110}{3} =}$$

уст. уровень $- \frac{h_2 - h_1}{2\sin\alpha} \cdot \cancel{\sin\alpha}$

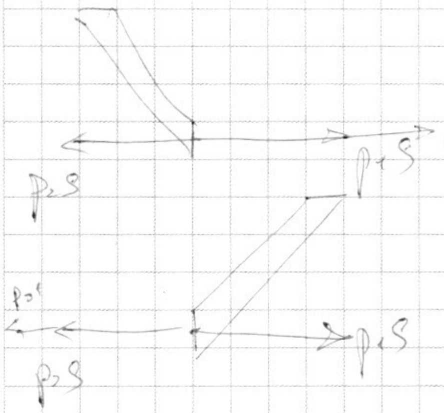
$$\frac{h_2 - h_1}{2\sin\alpha} = \frac{a\tau^2}{2}$$

$$\frac{h_2 - h_1}{\sin\alpha} = a\tau^2 \Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{h_2 - h_1}{a\sin\alpha}}$$

$$v = a\tau = a\sqrt{\frac{h_2 - h_1}{a\sin\alpha}}$$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)



$$\begin{cases} p_2S - p_1S - p_0S = m_1a \\ p_2S + p_0S - p_1S = m_2a \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_0S = p_2S - p_1S + m_1a \\ p_0S = m_2a + p_1S - p_2S \end{cases}$$

$$p_2S - p_1S + m_1a = m_2a + p_1S - p_2S$$

$$2p_2S = 2p_1S + m_2a - m_1a$$

$$2p_2S = 2p_1S + m_2a - m_1a$$

$$2\rho gh_2S = 2\rho gh_1S + \frac{\rho h_2S}{\sin\alpha}a - \frac{\rho h_1S}{\sin\alpha}a \quad \Big| : \rho S$$

$$2gh_2 = 2gh_1 + \frac{h_2\cdot a}{\sin\alpha} - \frac{h_1a}{\sin\alpha} \quad \Big| \cdot\sin\alpha$$

$$2gh_2\sin\alpha = 2gh_1\sin\alpha + h_2a - h_1a$$

$$h_2(2g\sin\alpha - a) = h_1(2g\sin\alpha - a)$$

$$p_2S - p_1S = m_1a$$

$$\rho gh_2S - \rho gh_1S = \frac{\rho h_1S}{\sin\alpha}\cdot a$$

$$gh_2 = \frac{ah_1}{\sin\alpha} + gh_1$$

$$h_2 = \frac{h_1\left(\frac{a}{\sin\alpha} + g\right)}{g}$$

$$h_2 = h_1\left(\frac{a}{g\sin\alpha} + 1\right) =$$

$$= 10\cdot\left(\frac{4}{10\cdot\frac{\sqrt2}{2}} + 1\right) = 10\left(\frac{4}{5\sqrt2} + 1\right) =$$

$$= 10\cdot\left(\frac{4}{7} + \frac{7}{7}\right) = \frac{10\cdot 11}{7} = \frac{110}{7}$$

$110 / 7 = 15{,}7$; -7, 40, -35, 50, -49

$$\frac{48-10}{4} = \frac{38}{4}$$

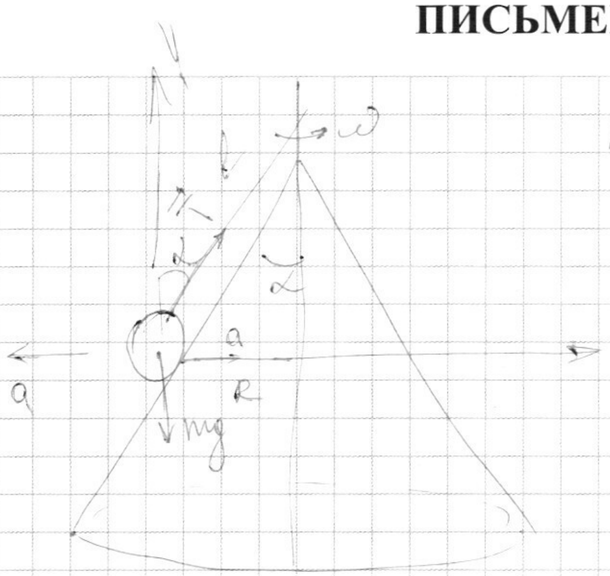
$$\frac{30+16}{4} = \frac{46}{4}$$

$$h_1 + \frac{3(h_2-h_1)}{4} = h_1 + \frac{3h_2 - 3h_1}{4} = \frac{4h_1 + 3h_2 - 3h_1}{4} = \frac{3h_2 + h_1}{4}$$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



N=0

$OX: \; T \cdot \sin\alpha = ma$

$T \cdot \cos\alpha = mg$

$T = \frac{mg}{\cos\alpha}$

$mg \cdot tg\alpha = ma$

$a = g \cdot tg\alpha$

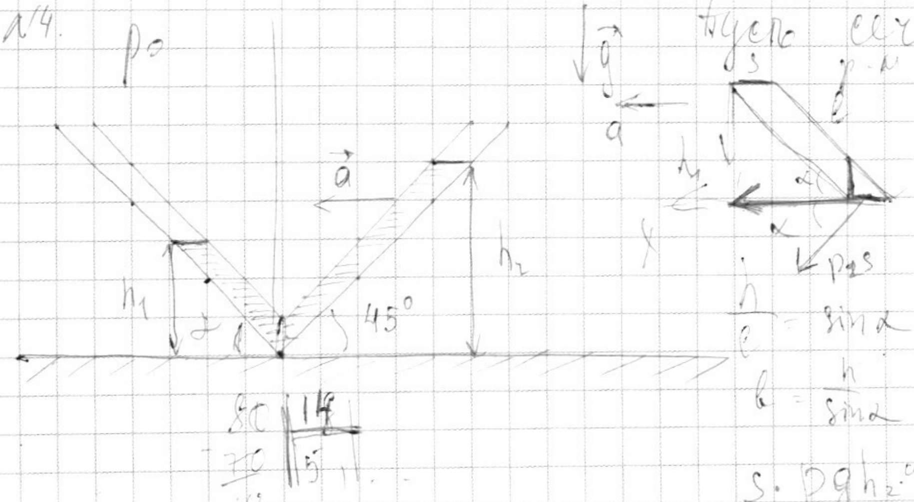
$a = \omega^2 R = \omega^2 l \cdot \sin\alpha$

$\omega^2 l \cdot \sin\alpha = g \cdot tg\alpha$

$\omega^2 = \frac{g \cdot tg\alpha}{l \cdot \sin\alpha} = \frac{g}{l \cdot \cos\alpha}$

$\omega = \sqrt{\frac{g}{l \cdot \cos\alpha}}$

N4.



Атм. давл. p_0

Пусть сечение трубки S

р-м левое колено

$m = \frac{h_1}{\sin\alpha} \cdot S \cdot \rho = \frac{\rho h_1 S}{\sin\alpha}$

$\frac{h}{l} = \sin\alpha$

$l = \frac{h}{\sin\alpha}$

$p_2 = \rho g h_2$

$S \cdot \rho g h_2 \cdot \cos\alpha = \frac{\rho h_1 S}{\sin\alpha} \cdot a$

$V = ?$

$\rho g h_2 \cdot \cos\alpha = \frac{\rho h_1 S}{\sin\alpha} \cdot a$

$h_2 = \frac{\rho h_1 S a}{\rho g \cdot \cos\alpha \cdot S \cdot \sin\alpha} = \frac{h_1 \cdot a}{g \cdot \cos\alpha} = \frac{10 \cdot 4}{10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{8}{\sqrt{2}} = \frac{8}{1,4} \approx$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

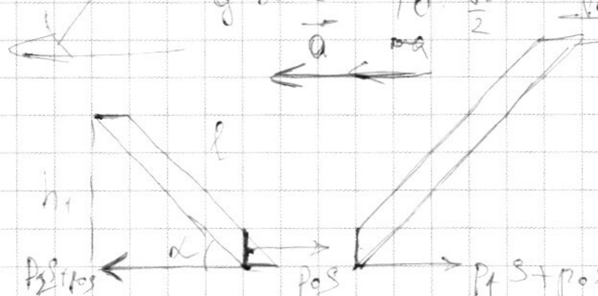
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$h_2 = \frac{\rho h_1 S a}{\sin\alpha \cdot \rho g \cdot \cos\alpha \cdot S} = \frac{h_1 a}{g \sin\alpha \cdot \cos\alpha} = \frac{10 \cdot 4}{10 \cdot \frac{2}{4}} = 8$???

$h_2 = \frac{h_1 a}{g \cdot \sin\alpha} = \frac{10 \cdot 4}{10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{8}{\sqrt{2}}$

$m_1 = \frac{h}{\sin\alpha} \cdot \rho \cdot S = \frac{\rho h_1 S}{\sin\alpha}$

$m_2 = \frac{\rho h_2 S}{\sin\alpha}$



$p_1S + p_0S = -ma$

$$\begin{cases} p_1S + p_0S = ma \\ p_2S + p_0S = -ma \end{cases}$$

$p_1S - p_2S = \cancel{2ma}\ a(m_1+m_2)$

$\cancel{p_1 = p_2}$

$S(p_1 - p_2) = a(m_1 + m_2)$

$S(p_1 - p_2) = a\left(\frac{\rho h_1 S}{\sin\alpha} + \frac{\rho h_2 S}{\sin\alpha}\right)$

$S(p_1 - p_2) = \frac{\rho a S}{\sin\alpha}(h_1 + h_2)$

$S(\rho g h_1 - \rho g h_2) =$

$$\begin{cases} p_1 S + p_0 S = m a_1 \\ -(p_2 S + p_0 S) = -m a_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_1 S + p_0 S = m_1 a \\ -p_2 S - p_0 S = -m_2 a \end{cases}$$

$p_1S - p_2S = m_1 a - m_2 a$

$S(p_1 - p_2) = a(m_1 - m_2)$

$S(\rho g h_1 - \rho g h_2) = a\left(\frac{\rho h_1 S}{\sin\alpha} - \frac{\rho h_2 S}{\sin\alpha}\right)$

$\boxed{\rho g S(h_1 - h_2) = \frac{\rho a S}{\sin\alpha}(h_1 - h_2)}$

$$\begin{cases} p_1 S = m_1 a \\ p_2 S = m_2 a \end{cases} \qquad \frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

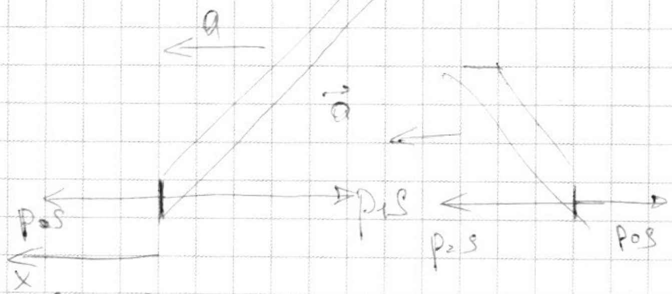
$\cancel{\rho g h_1}$

$p_1 S = m_1 a$

$\rho g h_2 S = \frac{\rho h_1 S}{\sin\alpha} a$

$g h_2 = \frac{h_1}{\sin\alpha} a$

$h_2 = \frac{a h_1}{g \sin\alpha} = \frac{4 \cdot 10}{10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}$



$p_0S - p_1S = m_2 a$ $\qquad$ $p_2S - p_0S = m_1 a$

$\cancel{S(p_0 - p_1) =}$

$p_2S - p_1S = m_1 a - m_2 a$

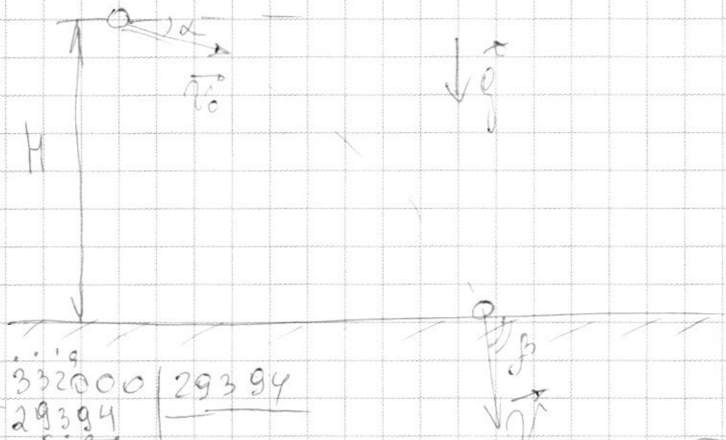
$S(p_2 - p_1) = a(m_1 - m_2)$

$S(\rho g h_2 - \rho g h_1) = a($

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$v = 2v_0$

$v_0 \cdot \cos\alpha = \cancel{2v} v\cos\beta$

$v_0 \cdot \cos\alpha = 2v_0 \cos\beta$

$\cos\alpha = 2\cos\beta$

$\cos\beta = \frac{1}{2}\cos\alpha$

$v_y = v \cdot \sin\beta$

$332000 \mid 29394$
-29394
38060
-29394
86660
$11,$

$\sin\beta = \sqrt{1 - \frac{\cos^2\alpha}{4}} = \sqrt{\frac{4-\cos^2\alpha}{4}} = \frac{\sqrt{4-\cos^2\alpha}}{2}$

$1 - \boxed{v_y = 2v_0 \cdot \frac{\sqrt{4-\cos^2\alpha}}{2}} = v_0 \cdot \sqrt{4-\cos^2\alpha} = 10 \cdot \sqrt{4 - \frac{3}{4}} =$

$= 10 \cdot \sqrt{\frac{16}{4} - \frac{3}{4}} = 10 \cdot \frac{\sqrt{13}}{2} = 5\sqrt{13}$

$v_y = v_{0y} - g\tau$

$v_0 \sqrt{4-\cos^2\alpha} = v_0 \cdot \sin\alpha - g\tau$

$\boxed{\tau = \frac{v_0(\sin\alpha - \sqrt{4-\cos^2\alpha})}{g}}$

$H = v_{0y}\tau - \frac{g\tau^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin\alpha(\sin\alpha - \sqrt{4-\cos^2\alpha})}{g} - g\frac{v_0^2(\sin\alpha - \sqrt{4-\cos^2\alpha})^2}{g}$

$= \frac{v_0^2(\sin^2\alpha \qquad)}{g}$

$63,9 \times 46$: 3834, 2556

$29,94$

$373 + 27 = 400$

355×18: 2840, 355, $63,90$

$63,9 /$

$8,3 \times 400 = 3320,0$

$639 \mid 83$, 581, $7,$, 580

$83 \times 7 = 581$

$639 \mid 3320$, 6390, -3320, 30700, $0,019$

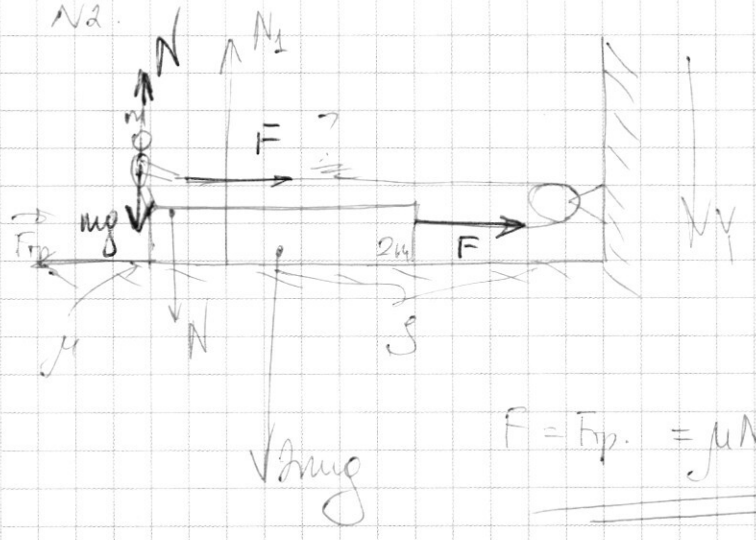
$\approx \frac{7,7}{400}$

$\approx 0,021 \cdot 10^{-3}$

3320

$3320 \times 9 = 29880$

№2.



$$2mg + N - N_1 = 0$$

$$N_1 = 2mg + N$$

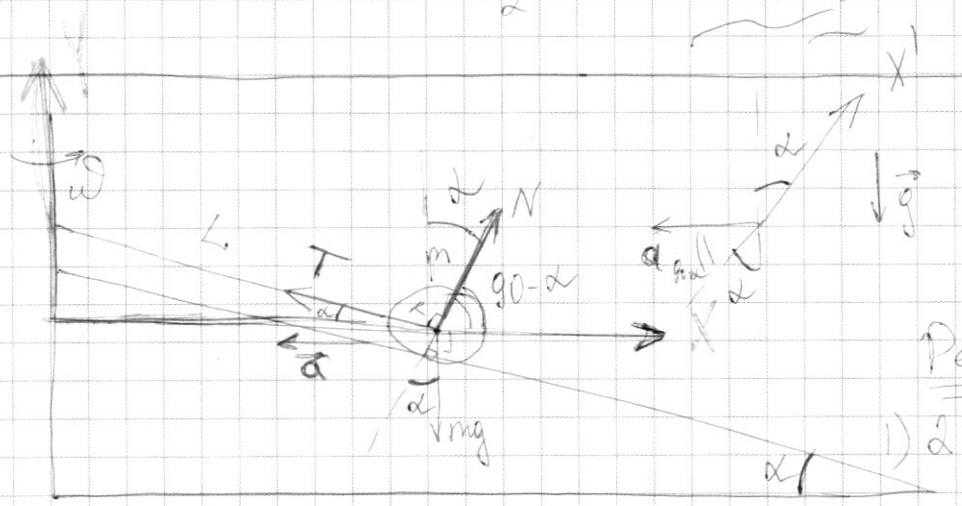
$$N = mg$$

$$\boxed{N_1 = 3mg}$$

$$F = F_{тр.} = \mu N_1 = \frac{3\mu mg}{2} \ ?$$

3) Возн. ускор. a

$$s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$



Дано: m, R, L, α, ω

$N = ?$

$N_\omega = ?$

Решение:

1) 2 з.Н. на OX':

~~$N\cdot\cos(90-\alpha) - T\cdot\cos\alpha = 0$~~ $N - mg\cdot\cos\alpha = 0$

$$\boxed{N = mg\cdot\cos\alpha}$$

2) при вращении:

на OX: $\qquad OY$: $N_\omega\cos\alpha - mg + T\cdot\sin\alpha = 0$

$T\cdot\cos\alpha - N_\omega\cos(90-\alpha) = -ma \qquad N_\omega\cos\alpha + T\cdot\sin\alpha = mg$

$ma = N_\omega\cos(90-\alpha) - T\cdot\cos\alpha \qquad ma\sin\alpha = mg\cdot\cos\alpha - N_\omega$

$ma = N_\omega\sin\alpha - T\cdot\cos\alpha \qquad N_\omega = m(a\sin\alpha + g\cdot\cos\alpha)$

X': $\quad N_\omega - mg\cdot\cos\alpha = -ma\cdot\cos(90-\alpha)$

$N_\omega - mg\cdot\cos\alpha = -ma\cdot\sin\alpha$