

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-02

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

1. Гайку бросают с вышки со скоростью $V_0 = 10$ м/с под углом $\alpha = 30^\circ$ 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?

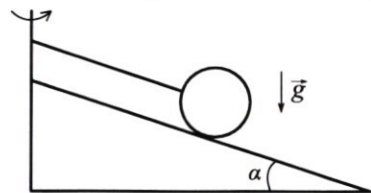
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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 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.

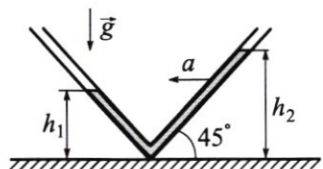


- 1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.
- 2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении с ускорением $a = 4$ м/с² 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/с². Действие сил трения пренебрежимо мало.



5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 27°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/см³, $\mu = 18$ г/моль.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3 (продолжение)

$$mg \cos \alpha - N = m a_y \sin \alpha$$

$$N = m(g \cos \alpha - a_y \sin \alpha)$$

~~$$N = (3) 6 N$$~~

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

$$N = m \cos \alpha (g - \omega^2(R+L) \sin \alpha) = F_{y \text{ br.}}$$

Ответ: 1) $F_{y \text{ пок}} = mg \cos \alpha$

2) $F_{y \text{ br}} = m \cos \alpha (g - \omega^2(R+L) \sin \alpha)$

№ 2.

Дано:

$S; m; M = 2m$

Решение

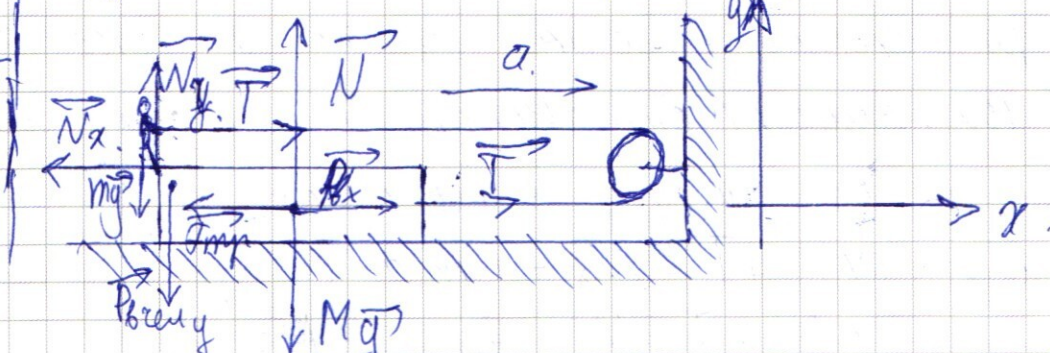
Сделаем поясн рис-к.

M

1) $N \neq ?$

2) $F_0 = 0$

3) $t = ?$



Человек упирается в ящик ногами, т.е. давит на него в гор-из пр-ии силой F_{0x} в свою очередь по 3-му з-ну ящик д-т на чел с той же силой по модулю, но напр-и в прот-но сторону (N_x)

Била с кот-и език с човеком дават на пол.
равна Σ сш так-та човека и езика.

(человек д-т на эскалатор в ~~гор.~~ вертикальн.
с силой $m\vec{g} = P_{\text{всего}}$)

Тогда: так зная, что ящик не отр-ся от земли, т.е его a по верт оси (ax) = 0

Запишем Из-н Ньютона стн-но од:

$$R_{\text{on}} = 0$$

$$0,9 + 1,1 - 1,1 - 0,6 \text{ чел} = 0$$

$$U = Mg + P_{\text{oxy}} y = Mg + mg \quad \left| \begin{array}{l} M = 2m \end{array} \right. \Rightarrow U = 3mg. \quad (3)$$

2) узнаем $\min$ силу ~~давления~~ F_0 для $\text{сл-ка} = F_0$.
пусть при этом ~~наз~~ ~~изуч~~ систему

g - т. малое ускорение в гор-й пл-ти, напр. к стене
по ПЗУ и И.

По II з н у ж:

$$\vec{R} = m\vec{a}$$

рассмотрим отдельно силы $\vec{F}$ - с на человека

и на язык (они достигают к стенке с од-м ускор-ем)

басс-м пр-ли у-х ~~силь~~ на ох! (по ося ох ~~уже~~ ^{сильн. знает.} ~~я~~ ^{нет} ~~нет~~ ^{басс-м} ~~нет~~ ^{смысла})
Чел-к! ох! $+T - N_x = +m a$ (1)

Teil-k: $0x: +T - N_x = +m a \quad (1)$

ящик: $0x' + T + N_x - F_{трск} = Ma^{=2m}$ (2)

$$uz(1) \rightarrow N_x = T \cdot ma \rightarrow b(2)$$

$$F_{\text{mpck}} = \mu N \Rightarrow F_{\text{mpck}} = 3\mu mg \quad / \Rightarrow 2ma = 2T - ma - 3\mu mg$$

или же, что равносильно $2T - 3mg = 3mg$

а также и реакцию $\Rightarrow 2T - 3mg = 0$ см стр 5

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 (прод-е)

$$2T = 3mg$$

$T = F_0$ - сила, с ко-й чел тянет канат!

$$2F_0 = 3mg$$

↓

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

3) мы ~~на~~ нажим след-се вз-е!

$$2F - 3mg = 3ma$$

Если чел-к тянет с силой $F \Rightarrow F = T$

$$2F - 3mg = 3ma$$

$$a = \frac{2F - 3mg}{3m} \quad (4)$$

Если человек и ящик соприкоснулись на S , то:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad \text{читая, что } v_0 = 0:$$

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

(4) в

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{6mS}{2F - 3mg}}$$

Ответ: 1) $N = 3mg$; 2) $F_0 = \frac{3}{2} mg$; 3) $t = \sqrt{\frac{6mS}{2F - 3mg}}$

№ 1.

Дано:

$$V_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$\angle = 30^\circ$$

$$V_k = 2V_0$$

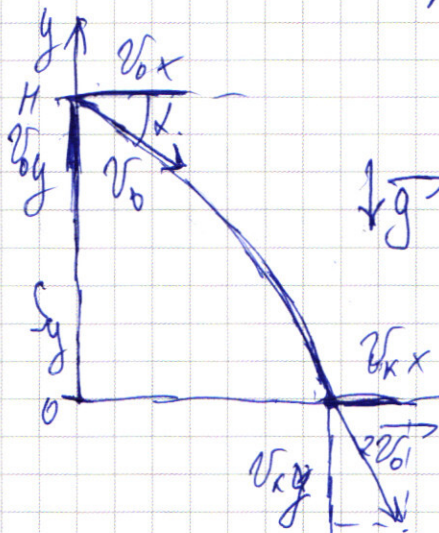
1) $V_{yk} = ?$

2) $t_{пол} = ?$

3) $H = ?$

Решение

Сделаем поясн. рис-к.



Так как в полете гайка всегда движется по напр-ю к земле $\Rightarrow$ изнач-но V_0 напр-но по напр-ю к земле, т.е. x вниз (см рис)

Таким-м движение гайки.

$$V_x = V_{0x} + a_x t \quad a_x = 0 \Rightarrow V_x = V_{0x} = V_0 \cos \alpha \quad (\text{видим по рис-ку})$$

$$V_y = V_{0y} + a_y t \quad a_y = -g \Rightarrow V_y = -V_0 \sin \alpha - g t$$

в любой момент времени $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$ (пр-им и вектор V_{0y} - т.е. m/s)

Значит: в момент падения $V_k = 2V_0 \quad V_{xk} = V_{0x} = V_0 \cos \alpha$

V_{yk} обозначим за Z

будем искать Z

$$V_k = \sqrt{V_{xk}^2 + V_{yk}^2} \quad 2V_0 = \sqrt{V_0^2 \cos^2 \alpha + Z^2}$$

$$4V_0^2 = V_0^2 \cos^2 \alpha + Z^2 \Rightarrow Z = \sqrt{4V_0^2 - V_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= \sqrt{400 - \frac{3}{4} \cdot 100} = \sqrt{325} = 5\sqrt{13} \quad \sqrt{13} \approx 3,6 \Rightarrow$$

$\Rightarrow Z \approx 5 \cdot 3,6 = 18 \frac{м}{с} = V_{yk} = \text{конечная } V \text{ по вертикали (конеч. приземление)}$

2) $V_{yk} = -V_{0y} = -18 \text{ м/с}$ V_{yk} направлена против скорости V_{0y} (видно по рис-ку) см стр 7

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Мы знаем, что

$$v_y = v_{0y} - gt = -v_0 \sin \alpha - gt$$

тогда: для момента падения:

$$v_{yR} = -v_0 \sin \alpha - gt$$

$$-18 = -v_0 \sin \alpha - gt$$

$$t = \frac{-v_{yR} + v_0 \sin \alpha}{-g}$$

$$v_{yR} [t] = -\frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{v_{yR}}{g} = 0$$

$$t = \frac{-10 \cdot 0,5 + 18}{10} = \frac{-5 + 18}{10} = \frac{13}{10} = 1,3 \text{ с.}$$

3) Запомним, что в процессе полёта до земли: $S_y = -H$.

$$S_y = \frac{v_{yR} + v_{0y}}{2} t = -H \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = -\frac{v_{yR} + v_{0y}}{2} t = -\frac{-18 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2} \cdot 1,3 =$$

$$= \text{т.} \frac{23}{2} \cdot 1,3 = 11,5 \cdot 1,3 = 14,95 \text{ м} \approx 15 \text{ м.}$$

Ответ: 1) $v_{0x} = 18 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $t = 1,3 \text{ с.}$

3) $H = 15 \text{ м.}$

см стр 8

№5.

Дано: $\gamma = 5,6$ СИ

$$P = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$t = 27^\circ \text{C} \Rightarrow T = 300 \text{ К}$$

$$\rho = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$M_{\text{пар}} = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 10 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$1) \frac{P_n}{P_0} = ? = \beta$$

$$2) \frac{V_n}{V_0} = ? = \alpha$$

Решение

Сделаем поясн. рис-к:



$T = \text{const}$ (пр.т. изот.-я процесс).

~~Значит~~ Изначально в сосуде был

только водяной пар.

Запишем ур-е М-К для его состояния:

$$(PV = \nu RT) \Leftrightarrow (PV = \frac{m}{M} RT)$$

Для нашего случая $PV_0 = \frac{m_0}{M} RT$

где V_0 - нач.-й V сосуда

m_0 - начальная m пара.

$$P V_0 \mu = m_0 RT$$

$$\frac{m_0}{V_0} = \frac{P \mu}{RT} = P_n \left(\frac{m_0}{V_0} = P_n \right)$$

$$P_n = \frac{P \mu}{RT} \Rightarrow \beta = \frac{P_n}{P_0} = \frac{P \mu}{RT P_0}$$

$$[\beta] = \frac{\text{Па} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{с}^2} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} =$$

$$= \frac{\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}}{\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}^3}} = 1$$

$$\beta = \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 300 \cdot 1000} =$$

$$= \frac{63,9 \cdot 10^{-3}}{2493} = 0,0256 \cdot 10^{-5} \approx 2,6 \cdot 10^{-7}$$

2) рассмотрим решение на стр. 9. см стр. 9

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5 (продолжение)
При медленном изот-м процессе уп-я V пар ~~накапливается~~ + расширяется, превращаясь в воду. Это значит, что как только пар начал расширяться, начал конденсироваться вода. Значит, изначально пар был насыщен и $P_n = P_{нас}$ при данной T; $P = P_{нас}$

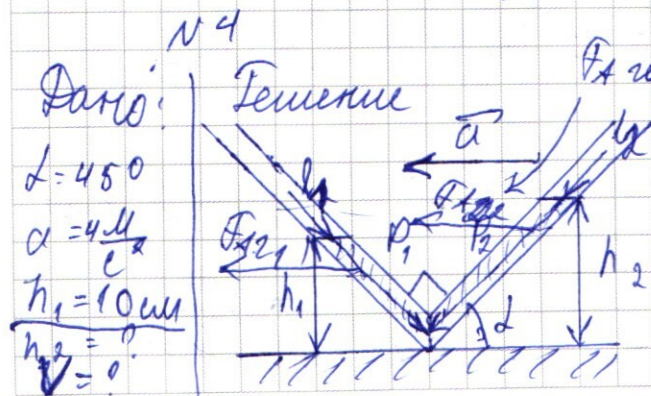
Значит, в любой момент времени $m_0 + m_n = m_0$. $P_n = const$ и $P_0 = const$ (т.к. $T = const$ и $P_n = P_{нас}$)
 $\gamma = \frac{V_0}{V_1} = \frac{\frac{m_0}{P_n}}{\frac{m_1}{P_n}} = \frac{m_0}{m_1} \Rightarrow m_0 = \gamma m_1 = \gamma m_n$
нек-й V пара в момент времени,

Значит, $m_0 = m_n + m_0 \Leftrightarrow \gamma m_n = m_n + m_0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow m_0 = m_n(\gamma - 1)$

$$\beta = \frac{V_n}{V_0} = \frac{m_n P_n}{m_0 P_0} = \frac{m_n}{m_0} \beta = \frac{m_n}{m_n(\gamma - 1)} \beta = \frac{\beta}{\gamma - 1}$$

$$\beta = \frac{2,6 \cdot 10^{-7}}{5,6 - 1} = \frac{2,6 \cdot 10^{-7}}{4,6} \approx 0,57 \cdot 10^{-7}$$

Ответ: 1) $\beta = \frac{P_n}{P_0} = 2,6 \cdot 10^{-7}$ 2) $\beta = \frac{V_n}{V_0} = 0,57 \cdot 10^{-7}$



Сделаем поясн-й рис-к.
пусть S - вн. сеч-е трубки,
тогда:
см стр 10.

Представим масло в двух колоннах как два разных тела, движ-ся с уск-м a .

Тогда: p_0 - внешнее давление = P_0

на тела действует сила Архимеда (вследствие движения с ускорением) (по гор-ту P_0 только она $\Rightarrow$ она созд-т уск-е)

$$P_0 S - (P_2 - P_0)S = m_1 a = \rho_1 g l_1 S \quad \text{где } P_1 \text{ и } P_2 - \text{давления соотв-х}$$

$$(2) (P_0 - P_1)S = m_2 a = \rho_2 g l_2 S \quad \text{масс друг на друга}$$

представим m_1 и m_2 тела как цилиндры:

где l_1 и l_2 - длины соотв-х столбов масла

ρ_m - пл-ть масла; S - вн-е сечение трубки.

Очевидно: $\Rightarrow$ что $l_1 = \frac{h_1}{\sin 180^\circ - \alpha - 90^\circ} \Rightarrow l_1 = \frac{h_1}{\sin 45^\circ}$

Аналогично: $l_2 = \frac{h_2}{\sin 45^\circ}$ $180^\circ - \alpha - 90^\circ = 180^\circ - 135^\circ = 45^\circ$

тогда $m_1 = l_1 S \rho_m = \frac{h_1 S \rho_m}{\sin 45^\circ}$; $m_2 = l_2 S \rho_m = \frac{h_2 S \rho_m}{\sin 45^\circ}$

$P_2 = P_0 + \rho_m g h_2 \Rightarrow P_2 = P_0 + \rho_m g h_2 \rightarrow b(2)$

$P_1 = P_0 + \rho_m g h_1 \rightarrow b(1)$

~~$(P_0 + \rho_m g h_1 - P_0)S = \frac{h_1 S \rho_m}{\sin 45^\circ} a$~~
 ~~$(P_0 + \rho_m g h_2 - P_0)S = \frac{h_2 S \rho_m}{\sin 45^\circ} a$~~
 $\Rightarrow P_0 = \rho_m g h_1 + \frac{\rho_m h_1 a}{\sin 45^\circ}$
 $\Rightarrow P_0 = \rho_m g h_2 + \frac{\rho_m h_2 a}{\sin 45^\circ}$

$\Rightarrow \rho_m g h_1 + \frac{\rho_m h_1 a}{\sin 45^\circ} = \rho_m g h_2 + \frac{\rho_m h_2 a}{\sin 45^\circ}$

$\rho_m g h_1 + \frac{\rho_m h_1 a}{\sin 45^\circ} = \rho_m g h_2 + \frac{\rho_m h_2 a}{\sin 45^\circ}$

$h_2 (g + \frac{a}{\sin 45^\circ}) = h_1 (g - \frac{a}{\sin 45^\circ}) \Rightarrow$ см стр 11

$\Rightarrow h_2 = \frac{h_1 (g - \frac{a}{\sin 45^\circ})}{g + \frac{a}{\sin 45^\circ}}$ см стр 11

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 4 (прод-е)

$$(1): (\rho_0 g h_2 - p_0) S = \frac{\rho_0 g h_1 a S}{\sin 45^\circ}$$

$$(2): (p_0 - \rho_0 g h_1) S = \frac{\rho_0 h_2 a S}{\sin 45^\circ}$$

$$из (1) \quad p_0 = \rho_0 g h_2 - \frac{\rho_0 h_1 a}{\sin 45^\circ}$$

$$из (2) \quad p_0 = \rho_0 g h_1 + \frac{\rho_0 h_2 a}{\sin 45^\circ} \quad | \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho_0 g h_1 + \frac{\rho_0 h_2 a}{\sin 45^\circ} = \rho_0 g h_2 - \frac{\rho_0 h_1 a}{\sin 45^\circ}$$

$$g h_1 + h_1 \frac{a}{\sin 45^\circ} = g h_2 - \frac{h_2 a}{\sin 45^\circ}$$

$$h_1 \left(g + \frac{a}{\sin 45^\circ} \right) = h_2 \left(g - \frac{a}{\sin 45^\circ} \right)$$

$$h_2 = \frac{h_1 \left(g + \frac{a}{\sin 45^\circ} \right)}{g - \frac{a}{\sin 45^\circ}}$$

$$\frac{a}{\sin 45^\circ} = \frac{4 \cdot 2}{\sqrt{2}} = \frac{8}{1,4} \approx 5,71 \frac{м}{с^2}$$

$$h_2 = \frac{10 \text{ см} \left(10 + 5,71 \frac{м}{с^2} \right)}{10 - 5,71 \frac{м}{с^2}} = 10 \text{ см} \cdot \frac{(10 + 5,71) \frac{м}{с^2}}{(1 - 5,71) \frac{м}{с^2}} \approx$$

$$\approx 10 \text{ см} \cdot \frac{15,71}{4,29} \approx 36 \text{ см} = 0,36 \text{ м}$$

$$h_1 = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

2) Запишем ЗСЭ для системы:

$$Q = A + \Delta W$$

$Q = 0$ - нагревателя нет, $A = 0$ (ст-е сил не действ) $\frac{м}{с^2}$ стр 12.

N4 (прод-е)

$$\Delta W = 0 \Rightarrow W_k = W_n \quad (1)$$

$$W_n = m_1 g h_1 + m_2 g h_2 \quad (2)$$

$$W_k = m_1 g H + m_2 g H + \frac{(m_1 + m_2)}{2} V^2 \leftarrow \text{иск } V \quad (3)$$

H - высота, на кот уровни ~~уравнены~~ ^{равны} ~~яются~~ в связи с симметрией трубки, равенством сечений, $H = h_1 + h_2$

(2) и (3) в (1):

$$g(m_1 h_1 + m_2 h_2) = \cancel{m_1 g \frac{h_1 + h_2}{2}} (m_1 + m_2) + \frac{m_1 + m_2}{2} V^2$$

$h_2 = 3,6 h_1$

$$g h_1 (m_1 + 3,6 m_2) = g \frac{h_1 + h_2}{2} (m_1 + m_2) + \frac{m_1 + m_2}{2} V^2$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{l_1 S \rho_{\text{ж}}}{l_2 S \rho_{\text{ж}}} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{h_1 \sin 45}{h_2 \sin 45} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{h_2}{h_1} = 3,6 \Rightarrow m_2 = 3,6 m_1$$

~~Подставим~~ подст m_2 в верх-е.

$$g h_1 (\cancel{m_1} + 12,96 \cancel{m_1}) = g \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot 4,6 \cancel{m_1} + \frac{4,6 \cancel{m_1}}{2} V^2$$

$$13,96 g h_1 = g(h_1 + h_2) \cdot 2,3 + 2,3 V^2$$

$$13,96 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,1 \text{ м} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,46 \text{ м} \cdot 2,3 + 2,3 V^2$$

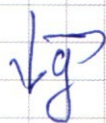
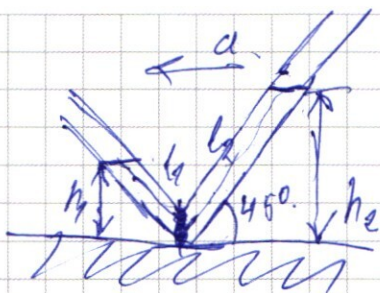
$$13,96 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 10,58 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} = 2,3 V^2$$

$$V = \sqrt{\frac{13,96 - 10,58}{2,3} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = \sqrt{\frac{3,38}{2,3}} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx \sqrt{1,5} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\approx 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) $h_2 = 36 \text{ см} = 0,36 \text{ м}$ 2) $V = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$F_{ам} = P V a$$

$$l_1 = \frac{h_1}{\sin 45}$$

$$P V = \int R T$$

$$R = \frac{P V}{T} =$$

представить массу
капель как

$$l_2 = \frac{h_2}{\sin 45} = \frac{h_2 \cdot \mu^3 \cdot k}{\text{мол}}$$

фра отг-н, куска: масса

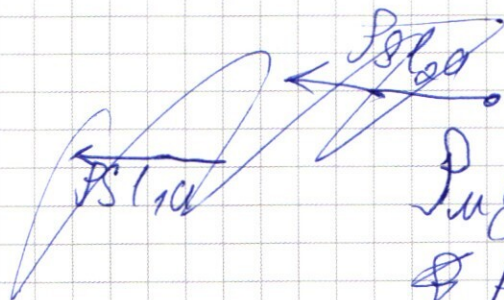
$$V_1 = S l_1, \quad m_1 = \rho S l_1$$

$$V_2 = S l_2, \quad m_2 = \rho S l_2$$

$$m_1 = \rho S l_1$$

$$m_2 = \rho S l_2$$

через п-м
гравит-и.



$$P_1 g h_2 - P_0 = \rho S l_1 a$$

$$P_0 - P_1 g h_1 = \rho S l_2 a$$

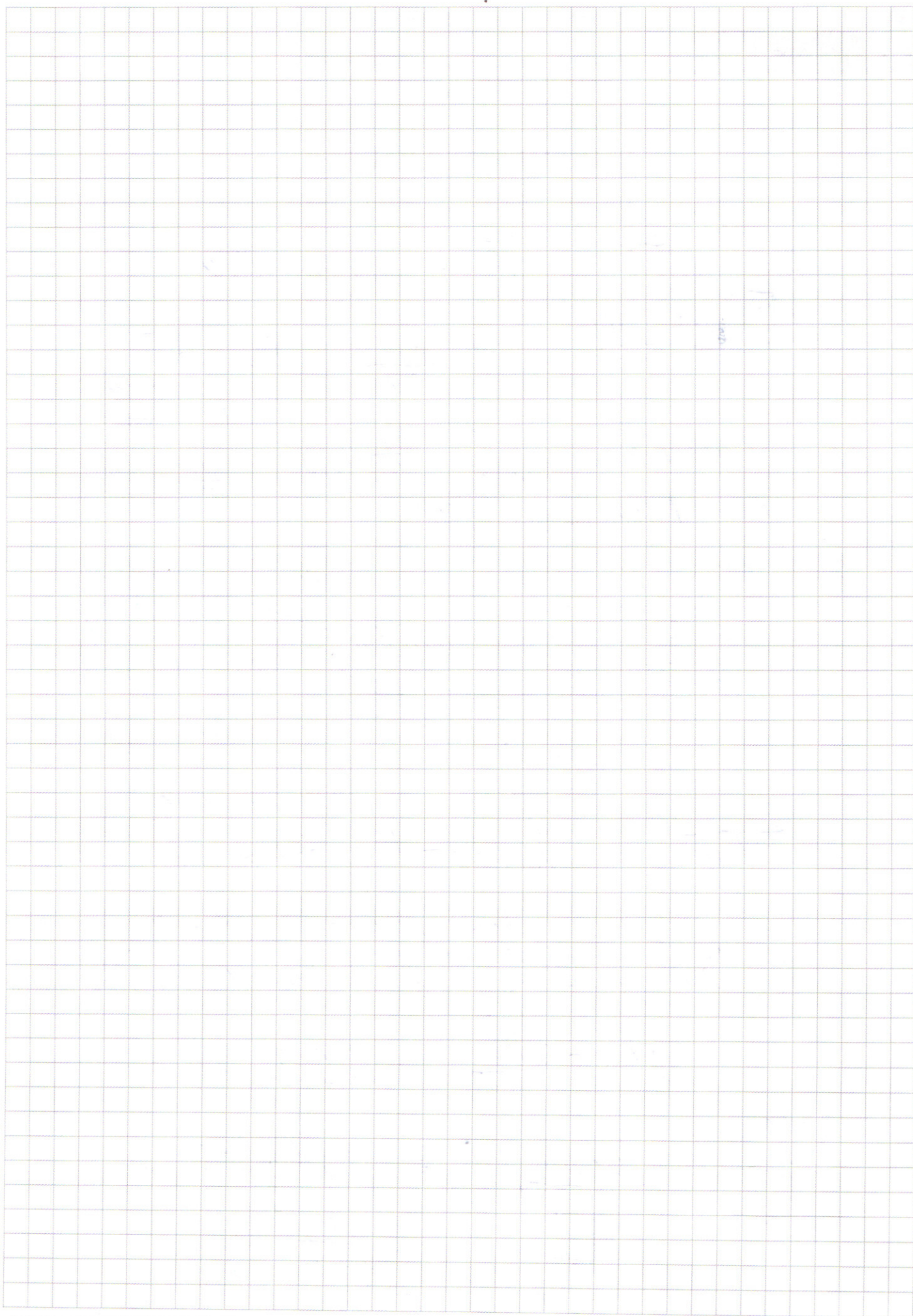
$$P_0 = P_1 g h_2 - \rho S l_1 a = \rho S l_2 a + P_1 g h_1$$

$$g h_2 - \frac{S h_1 a}{\sin 2} = \frac{S h_2 a}{\sin 2} + g h_1$$

$$\begin{array}{r} 3,55 \\ + 18 \\ \hline 2840 \\ 355 \\ \hline 63,90 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 80,14 \\ 40 \overline{) 5,71} \\ - 100 \\ \hline 98 \\ - 20 \\ \hline 14,60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15,743 \\ - 12,9136 \\ \hline 2,8294 \\ - 2,56 \\ \hline 2,4 \end{array}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

Дано:

R, L, α, m

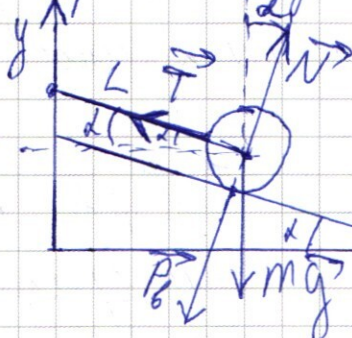
~~Вектор~~

$F_{\text{гор}} = ?$

$F_{\text{гор}} = ?$

Решение:

Сделаем поясн-й рисунок для первого случая.



Заметим, что силой взаимодействия шара и клина является N - сила реакции опоры.

Шар действует на клин (опору) с $F = R$

R явл-ся $F_{\text{гор}}$ в первом случае:

$$F_{\text{гор}} = R$$

$$R = N$$

$F_{\text{гор}} = N$ - будем искать N

Тело пок-ся $\Rightarrow$ вып-ся I з-н Н: $\vec{R} = 0$

Заметим: $\angle$ между нитью и гор-м = L т.к

нить $\parallel$ пов-ти клина, а угол α при осн-ии клина = α .
угол между $\vec{N}$ и верт-ю = α т.к $N \perp$ пов-ти

клина, а верт-ль (ось oy) $\perp$ ox (гор-м) (углы сторо-
ны кот-х попарно $\perp$ друг другу равны!)

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

Проведем гор-гор-ю ось ox
и верт-ль oy

$$ox: -T \cos \alpha + N \sin \alpha = 0 \quad (1)$$

$$oy: +N \cos \alpha + T \sin \alpha - mg = 0 \quad (2)$$

$$\text{из (1)} \Rightarrow T = \frac{N \sin \alpha}{\cos \alpha} \rightarrow (2)$$

и разложим
векторы mg на шар на эти
оси:

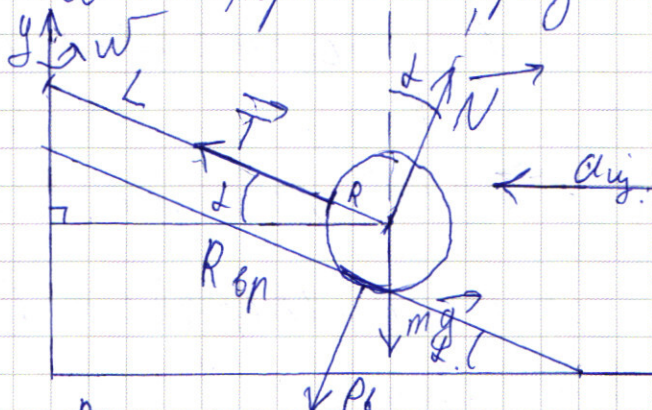
$$N \cos \alpha + \frac{N \sin^2 \alpha}{\cos \alpha} - mg = 0$$

$$\frac{N(\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha)}{\cos \alpha} = mg$$

↑ по осн-му триг-му т-бу.

$$N = mg \cos \alpha = F_{\text{рек.}}$$

Теперь рассмотрим ~~вращающуюся~~ систему при её вращении с угл-й скоростью ω отн-мо оси, прох-й через в-ну клина (наш ~~базис~~ ^{наш} ~~базис~~ ^{цикл} ~~базис~~ ^{это ось Oy})



Теперь ~~да~~ шар, т.к. он вращается, имеет $a_y = \omega^2 \cdot R_{\text{бр.}}$

где $R_{\text{бр.}}$ — ~~п-е~~ от центра шара до оси в-р-я. Заметим, что $R_{\text{бр.}} = (L+R) \cos \alpha$.

т.к. $R_{\text{бр.}} + Oy \Rightarrow R_{\text{бр.}}$ —-х-х Oy и $(L+R)$ —-т пр/м к х.

значит $a_y = \omega^2 (R+L) \cos \alpha$. (3) Заметим II з-н Н

для этого ш-я: $\vec{R} = m\vec{a}$

$$m\vec{g} + \vec{T} + \vec{N} = m\vec{a}_y$$

Аналогично с I законом заметим, что шар действует на клин только силой своего веса (трения нет)

значит $F_{\text{г в-р}} = R_y = N$ (III з-н Н)

Заметим векторы сил на оси:

$$Ox: -T \cos \alpha + N \sin \alpha = -m a_y \quad (1) \quad T \cos \alpha - N \sin \alpha = m a_y$$

$$Oy: T \sin \alpha + N \cos \alpha = mg \quad (2) \quad T = \frac{mg - N \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad (1)$$

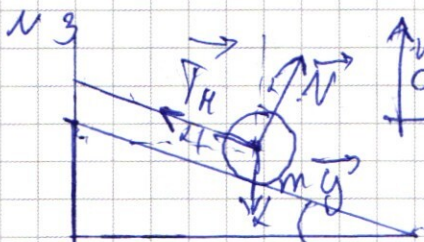
$$\frac{N \sin \alpha (mg - N \cos \alpha) \cos \alpha}{\sin \alpha} - N \sin \alpha = m a_y$$

$$mg \cos \alpha - N(\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) = m a_y \sin \alpha$$

↑ по осн-му триг-му т-бу

см стр 3

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$T_H = \frac{N \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$\text{оx: } T_H \cos \alpha = N \sin \alpha$$

$$\text{оy: } N \cos \alpha = mg$$

$$T_H \cos \alpha = \frac{mg \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$N \sin \alpha = \frac{mg \sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha} \quad T_H = \frac{mg \sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$\text{оy: } T_H \sin \alpha + N \cos \alpha = mg$$

$$N \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} + N \cos \alpha = mg$$

$$N (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = mg \cos \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha$$

2) центростремительная

$$R_{\text{кр}} = (R + L) \cos \alpha \quad a_{\text{ц}} = \omega^2 R_{\text{кр}} = \omega^2 (R + L) \cos \alpha$$

$$\begin{cases} N \sin \alpha - T \cos \alpha = m \omega^2 (R + L) \cos \alpha \\ N \cos \alpha + T \sin \alpha = mg \end{cases} \quad T = \frac{mg - N \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

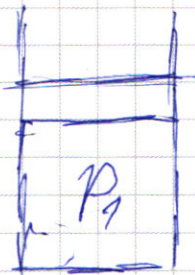
$$N \sin \alpha - \frac{(mg - N \cos \alpha) \cos \alpha}{\sin \alpha} = m \omega^2 (R + L) \cos \alpha$$

$$\frac{N (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - mg \cos \alpha}{\sin \alpha} = m \omega^2 (R + L) \cos \alpha$$

$$N = m \omega^2 (R+L) \cos \alpha \sin \alpha - mg \cos \alpha =$$

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

N5



$T = 300 \text{ K}$
 $P_1 = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}$

$$P_1 V_1 = \nu R T = \frac{m}{M} R T$$

$$P_1 V_1 = \frac{m}{M} R T$$

$$\frac{P_1 M}{R T} = \frac{m}{V_1} = \rho_1$$

$$\rho_1 = \frac{P_1 M}{R T} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,314 \cdot 300 \text{ K}}$$

$$= \frac{355 \cdot 18 \cdot 10^{-2}}{831 \cdot 3} = \frac{6390}{2493} \cdot 10^{-2}$$

$$\begin{array}{r} + 8,31 \\ 3 \\ \hline 2493 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 3,55 \\ 18 \\ \hline 2840 \\ 355 \\ \hline 6390 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6390 | 2493 \\ 4986 \quad 2,563 \\ - 14040 \\ \hline 12465 \\ 15750 \\ 14958 \\ \hline 7920 \end{array}$$

$$2,563 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_6} = \frac{2,563}{100000} =$$

$$= 0,002563$$

вероятно, $P_1 = P_{\text{атм}} \Rightarrow P = P_{\text{атм}} \Rightarrow P = \text{const.}$

$$\begin{array}{r} 2,563400 \\ 230005 \\ \hline 2600 \end{array}$$

$$m_1 = \frac{m}{\gamma} + P_6 m_{\text{кр}}$$

$$m_1 = \frac{m}{\gamma}$$

$$m_{\text{кр}} = m_1 - m_1 = m_1 - \frac{m}{\gamma}$$

$$= \frac{m_1 (\gamma - 1)}{\gamma}$$

$$V_1 = \frac{m}{\rho_1}$$

$$V_6 = \frac{m_1 (\gamma - 1) P_6}{\gamma}$$

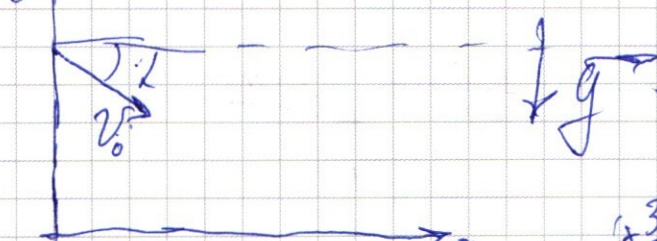
$$\begin{array}{r} 300 \\ - 246 \\ \hline 240 \\ - 230 \\ \hline 10 \end{array}$$

$$2,563$$

$$\begin{array}{r} 260146 \\ 23000565 \\ \hline 300 \\ 260146 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\alpha = 30^\circ$



$$v_x = v_0 \cos \alpha = \frac{10\sqrt{3}}{2}$$

$$v_y = -v_0 \sin \alpha - gt$$

$$(-v_0 \sin \alpha - gt)^2 + v_0^2 \cos^2 \alpha = 4v_0^2$$

$$v_0^2 \sin^2 \alpha + 2v_0^2 \sin \alpha gt + g^2 t^2 + v_0^2 \cos^2 \alpha - 4v_0^2 = 0$$

$$g^2 t^2 + 2v_0 \sin \alpha gt - v_0^2 \sin^2 \alpha - v_0^2 \cos^2 \alpha + 4v_0^2 = 0$$

$$100t^2 + 100 + 300 = 0$$

$$t^2 + t - 3 = 0$$

$$g^2 t^2 + 2v_0 \sin \alpha gt + v_0^2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha - 4) = 0$$

$$100t^2 + 100t + 100(1 - 4) = 0$$

$$t^2 + t - 3 = 0$$

$$D = 1 + 9 = 10$$

$$t_{1,2} = \frac{-1 \pm \sqrt{10}}{2}$$

Объясню, что $t > 0 \Rightarrow t = \frac{-1 + \sqrt{10}}{2}$

$$v_y = -5 - \frac{10(1 + \sqrt{10})}{2}$$

$$= -5 \frac{1 + 1 + \sqrt{10}}{2} = -5(2 + \sqrt{10})$$

$$\begin{array}{r} \times 23 \\ 46 \\ \hline 138 \\ 92 \\ \hline 1058 \\ 11,5 \\ \hline 1,5 \\ \hline 345 \\ 195 \\ \hline 14,95 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 3,4 \\ 3,4 \\ \hline 259 \\ 111 \\ \hline 13,69 \end{array}$$

$$1) x^2 + \frac{100 \cdot 3}{2} = 485 \quad 400$$

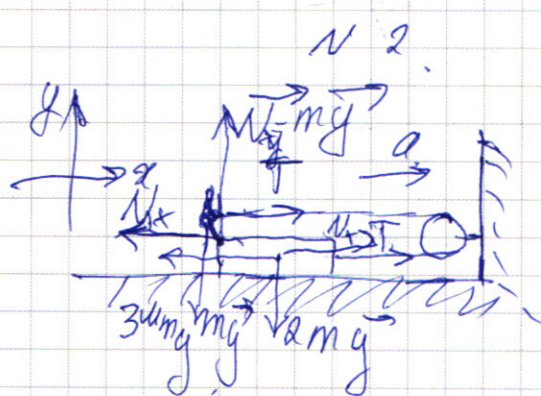
$$x^2 + 150 = 400$$

$$x = 50 \quad x = \sqrt{325} = 5\sqrt{13}$$

$$\begin{array}{r} 325 \overline{) 15} \\ 30 \overline{) 65} \\ 25 \overline{) 15} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 19,5 \\ 19,5 \\ \hline 345 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 3) H &= \frac{v_{0y}^2 + v_{1y}^2}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_{1y}^2 - v_{0y}^2}{2g} = \frac{\frac{25}{\sqrt{14}} - \frac{25}{\sqrt{14}}}{2g} = \frac{25}{350} \\
 &= \frac{25(2 + \sqrt{10})^2 - 25}{20} = \frac{25(14 + 4\sqrt{10} + 10) - 25}{20} = \\
 &= \frac{350 + 100\sqrt{10} - 25}{20} = \frac{325 + 100\sqrt{10}}{20} = \\
 &= \frac{325 + 314}{20} = \frac{639}{20} \approx \frac{640}{20} \approx 32 \text{ м}
 \end{aligned}$$



1) $3m$

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

3)

$T = F$

$$2T - mg - 3\mu mg = 2ma$$

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

$$s = \frac{v_0^2}{2a}$$

$$s = \frac{v_0^2 + \frac{a^2}{2}}{2a}$$

$$s = \frac{a + \frac{a^2}{2}}{2a} \Rightarrow$$

$$= \sqrt{\frac{65m}{2F - 3\mu mg}}$$

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

$$[t] = \sqrt{\frac{\mu \cdot \kappa l}{m}} = \sqrt{\frac{\mu \cdot \kappa l}{\kappa l \cdot \mu \cdot c^2}} = c$$