

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-02

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

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?

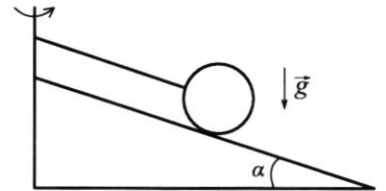
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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.

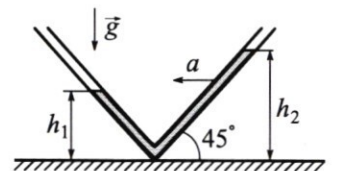


- 1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.
- 2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

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

51

Дано:

$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$v_k = 2v_0$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$v_{ky}, t_n, h - ?$$

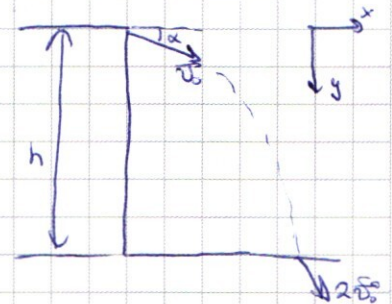
Решение.

$$\begin{cases} v_y = v_0 \sin \alpha + gt \\ v_x = v_0 \cos \alpha \end{cases}$$

$$v_{x0}^2 + v_{y0}^2 = v_0^2$$

$$v_{xk}^2 + v_{yk}^2 = 4v_0^2$$

$$v_x = \text{const}$$



$$v_{yk} = \sqrt{3v_0^2 + v_{y0}^2} = v_0 \sqrt{3 + \sin^2 \alpha}$$

$$v_{yk} = 10 \text{ м/с} \sqrt{3 + \sin^2 30^\circ} = 10 \text{ м/с} \cdot \sqrt{\frac{13}{4}} \approx 18,05 \text{ м/с}$$

$$v_{yk} = v_0 \sin \alpha + gt_n \Leftrightarrow gt_n = v_0 (\sqrt{3 + \sin^2 \alpha} - \sin \alpha) \Leftrightarrow t_n = \frac{v_0}{g} (\sqrt{3 + \sin^2 \alpha} - \sin \alpha)$$

$$t_n = \frac{10 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} (\sqrt{3 + \frac{1}{4}} - \frac{1}{2}) \approx 1,305 \text{ с}$$

$$h = v_0 \sin \alpha t_n + \frac{gt_n^2}{2} = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{v_0 (\sqrt{3 + \sin^2 \alpha} - \sin \alpha)}{g} + \frac{g v_0^2 (\sqrt{3 + \sin^2 \alpha} - \sin \alpha)^2}{2g^2} =$$

$$= \frac{v_0^2}{g} (\sin \alpha (\sqrt{3 + \sin^2 \alpha} - \sin \alpha) + \frac{(\sqrt{3 + \sin^2 \alpha} - \sin \alpha)^2}{2})$$

$$h = \frac{(10 \text{ м/с})^2}{10 \text{ м/с}^2} (\sin 30^\circ (\sqrt{3 + \sin^2 30^\circ} - \sin 30^\circ) + \frac{(\sqrt{3 + \sin^2 30^\circ} - \sin 30^\circ)^2}{2}) \approx 14,94 \text{ м}$$

Ответ: 1) 18,05 м/с; 2) 1,305 с; 3) 14,94 м

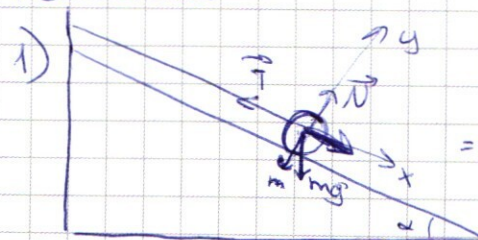
53

Дано:

Решение

$$m, R, L, \alpha, \omega$$

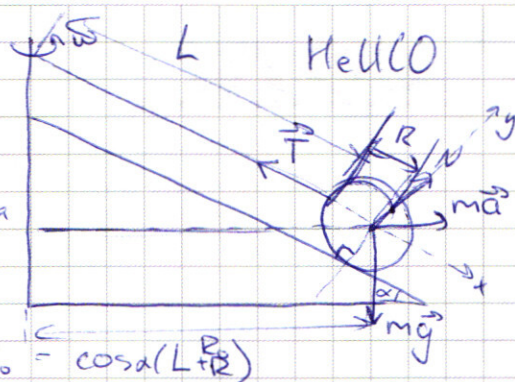
$$1) F_1; 2) F_2$$



Давление шара на клин = сила реакции опоры (по III з.Н.) = проекция mg на ось y (она перпендикулярна плоскости клина) $\Rightarrow F_1 = mg \cos \alpha$

$$O_y: N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha = F_1$$

2) Трейгер в систему кинна - это HelCO $\Rightarrow$ на шарик действует сила инерции $m\vec{a}$. По III-му з. Ньютона $F_2 = N$.



Oy: $N - mg \cos \alpha + m a \sin \alpha = 0 \Rightarrow a = \omega^2 R$. $R_0 = \cos \alpha (L + R)$

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

Ответы: 1) $mg \cos \alpha$; 2) $m \cos \alpha (g - \omega^2 (L + R) \sin \alpha)$

55.

Дано:

$P = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}$

$T = 27^\circ \text{C} = 300 \text{ K}$

$\gamma = 5,6 \quad \frac{V_0}{V_1} = \gamma$

$\rho_0 = 12/\text{м}^3, \mu = 182/\text{моль}$

1) $\frac{P_n}{P_0} = ?$; 2) $\frac{V_n}{V_0} = ?$

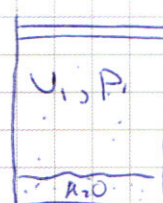
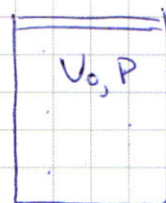
Решение:

$P V_0 = \frac{m_0}{M_0} R T_0$

$P_n = \frac{m_n}{V_n} = \frac{P M_0}{R T_0}$

$\frac{P_n}{P_0} = \frac{P M_0}{R T_0 P_0}$

$\frac{P_n}{P_0} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 182/\text{моль}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ K} \cdot 10^6/\text{м}^3} \approx 2,56 \cdot 10^{-5}$



$P V_0 = \frac{m_0}{M_0} R T_0$

$T_0 = \text{const} \Rightarrow P_n = \text{const.}$

$P_1 V_1 = \frac{m_1}{M_0} R T_0$

$V_0 = \gamma V_1$

$V_n = \frac{m_n}{\rho} = V_1$

$\gamma = \frac{V_0 - V_1}{V_1} = \gamma \Rightarrow \frac{P V_0}{P_1 V_1} = \frac{m_0}{m_1} = \frac{\gamma}{1}$

$V_0 = \frac{m_0 - m_1}{\rho_0} = \frac{m_0 \gamma (\gamma - 1)}{\rho_0} = \frac{P V_0 M_0}{\rho_0 R T_0} \gamma (\gamma - 1)$

$\frac{V_n}{V_0} = \frac{V_1 \rho_0 R T_0}{V_1 \rho \gamma M_0 \gamma (\gamma - 1)} = \frac{\rho_0 R T_0}{\rho M_0 \gamma^2 (\gamma - 1)}$

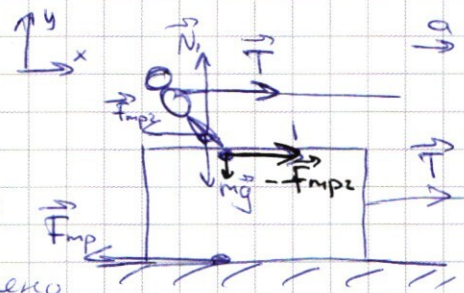
$\frac{V_n}{V_0} = \frac{10^6/\text{м}^3 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ K}}{3,55 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 182/\text{моль} \cdot 5,6^2 (5,6 - 1)} \approx 271$

Ответы: 1) $2,56 \cdot 10^{-5}$, 2) 271

$\frac{m_1}{M_0} =$
(плотность насыщенного пара зависит от его температуры только)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

52



Дано:

$S, m, M=2m$

$\mu, F, F > F_0$

1) F_g - ?

2) F_{min} - ?

3) t - ?

Решение:

Если у них есть некоторое
ускорение, то оно направлено

горизонтально; изменяемые силы (F_{mpz} и/у

человека и пола, T - сила натяжения

нити) тоже направлены гор-но, а

давление бруска и человека на пол - вертикаль-
ная сила $\Rightarrow$ в нашем случае она $const \Rightarrow$

$$O_y: N + mg - Mg = 0 \Rightarrow |N| = |F_g| = |mg + Mg| = 3mg$$

Если сила, которую прикладываем минимальна
для начала движения $\Rightarrow F_{mp} = \mu N, a = 0$ (движение
медленно)

Силы на брусок:

Силы на человека:

$$O_x: T + F_{mpz} - F_{mp} = 0$$

$$O_x: T - F_{mpz} = 0$$

$$O_y: N - mg - Mg = 0$$

$$O_y: N_1 - mg = 0$$

T - сила натяжения нити и прикладываемая человеком
сила

$$2T - F_{mp} = 0 \Rightarrow T = F_{min} = \frac{\mu N}{2} = \frac{\mu \cdot 3mg}{2} = 1,5\mu mg$$

Если есть $F > F_0$, то $a \neq 0$ ($T = F$)

Бр.:

Человек

$$O_x: F + F_{mpz} - F_{mp} = Ma$$

$$O_y: N_1 - mg = 0$$

$$O_y: N - mg - Mg = 0$$

$$O_x: F - F_{mpz} = ma$$

$$F + F - ma - F_{mp} = Ma \Rightarrow a = \frac{2F - \mu \cdot 3mg}{m + M} \quad t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2S(m+M)}{2F - 3\mu mg}}$$

Ответы: 1) $F_g = 3mg$; 2) $1,5\mu mg$; 3) $\sqrt{\frac{2S(m+M)}{2F - 3\mu mg}}$

54

Дано:

$$\alpha = 45^\circ, a = 4 \text{ м/с}^2$$

$$h_1 = 10 \text{ см}$$

$$h_2, \delta - ?$$

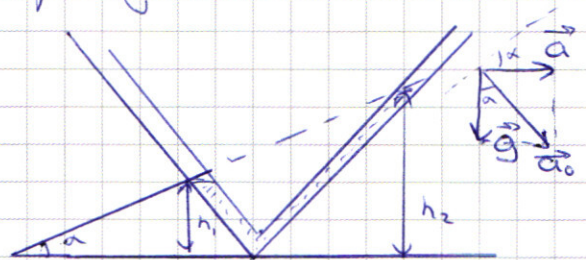
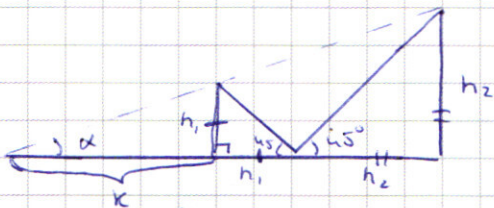
Решение:

Если у трубки есть горизонтальное

ускорение, то можно представить,

что трубку наклонили так, что у нее,

соединяющая уровни жидкости перпендикулярна суммарному ускорению. Тогда имеем рисунок

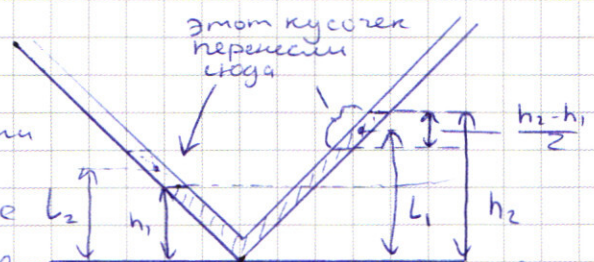


$$\tan \alpha = \frac{h_1}{k} = \frac{h_2}{k + h_1 + h_2}$$

По св-ву равных откосов $\tan \alpha = \frac{h_2 - h_1}{(k + h_1 + h_2) - k} = \frac{h_2 - h_1}{h_1 + h_2}$

$$\tan \alpha = \frac{a}{g} \Rightarrow h_2 g - h_1 g = h_1 a + h_2 a \quad h_2 = h_1 \frac{a + g}{g - a}$$

$$h_2 = 10 \text{ см} \cdot \frac{4 \text{ м/с}^2 + 10 \text{ м/с}^2}{10 \text{ м/с}^2 - 4 \text{ м/с}^2} = 23,3 \text{ см}$$



Представим, что ~~часть~~ часть жидкости

из правого колена перенесем в левое h_2

(перенесем именно столько, чтобы в коленах было одинаковое

кол-во жидкости). При этом изменение потенциальной

$$\text{энергии} = \Delta E_n = m_k g (h_2 - L_1) \quad L_1 = h_1 + \frac{3}{4}(h_2 - h_1)$$

$$\Delta E_n = m_k g \frac{h_2 - h_1}{2}$$

$$L_2 = h_1 + \frac{1}{4}(h_2 - h_1)$$

Жидкость не сжимается $\Rightarrow$ каждая ее часть имеет,

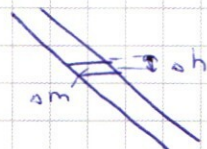
$$\text{одинаковую } \delta \Rightarrow \Delta E_k = \frac{m_0 \delta^2}{2} \quad (\text{вначале } \delta = 0)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Трубка одинакова (S сечение) $\rightarrow$ можно взять

$$J = \frac{\Delta m}{\Delta h} \Rightarrow m_k = J \frac{h_2 - h_1}{2} - \text{масса переносимого куска}$$

$$m_0 = J(h_1 + h_2) - \text{масса всей жидкости}$$



По Закону сохранения энергии: $\Delta E_n + \Delta E_k = 0$

$$\Rightarrow \frac{m_0 v^2}{2} - m_k g \frac{h_2 - h_1}{2} = 0 \Rightarrow v = \sqrt{J \frac{h_2 - h_1}{2} g (h_2 - h_1) \cdot \frac{1}{J(h_2 + h_1)}} =$$

$$= \sqrt{\frac{(h_2 - h_1)^2}{2(h_1 + h_2)} g} = (h_2 - h_1) \sqrt{\frac{g}{2(h_1 + h_2)}} = h_1 \left(\frac{a+g}{g-a} - 1 \right) \sqrt{\frac{g}{2h_1 \left(1 + \frac{a+g}{g-a} \right)}} =$$

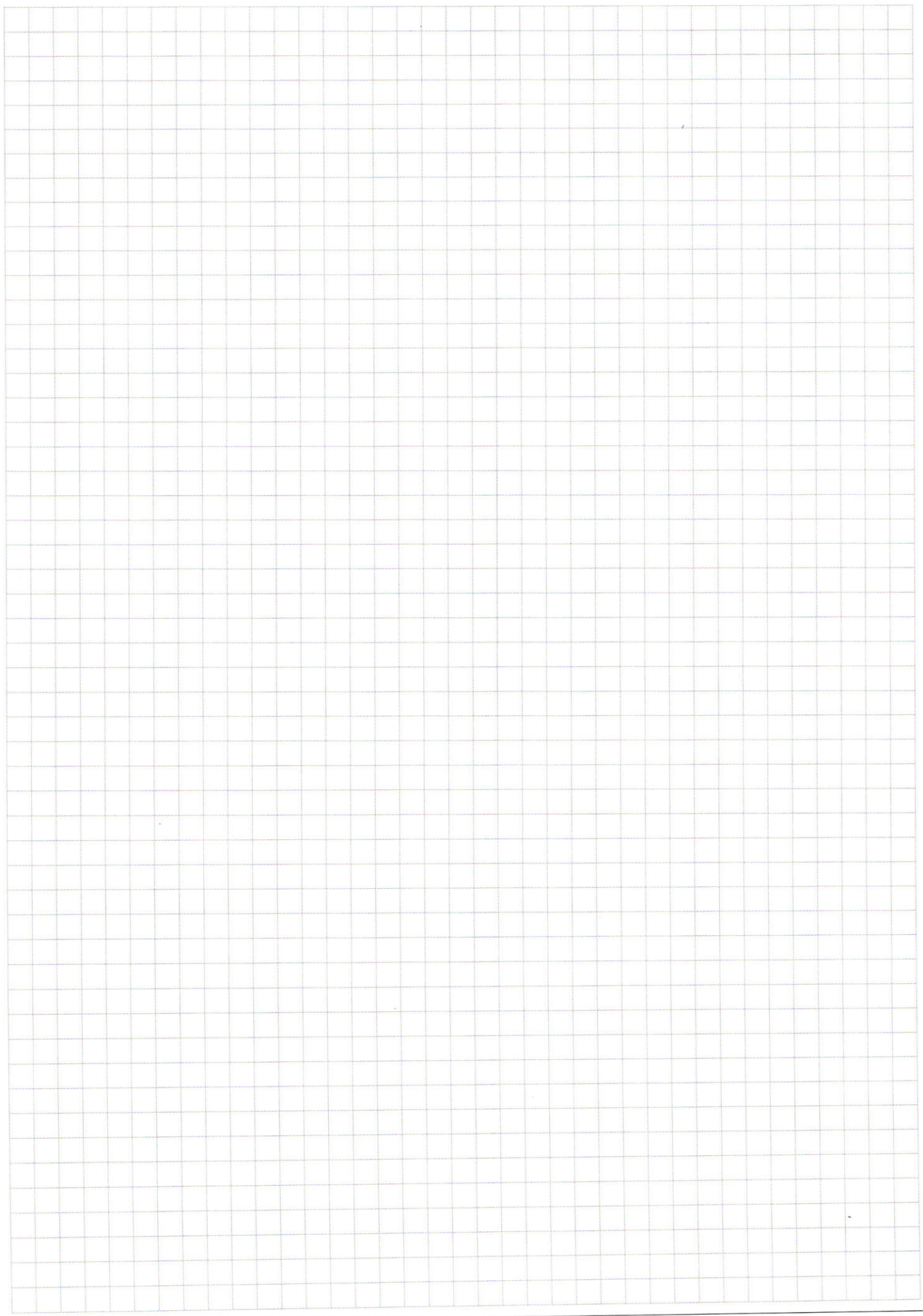
$$= h_1 \frac{2a}{g-a} \sqrt{\frac{g}{2h_1 \left(\frac{2g}{g-a} \right)}} = h_1 \frac{2a}{g-a} \sqrt{\frac{g-a}{4h_1}} = h_1 \frac{a}{g-a} \sqrt{\frac{g-a}{h_1}} =$$

$$= a \sqrt{\frac{h_1}{g-a}} \quad (J - \text{масса поршня жидкости} \cdot g \left[\frac{\text{кг}}{\text{м}} \right])$$

$$v = 4 \text{ м/с}^2 \sqrt{\frac{0,10 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2 - 4 \text{ м/с}^2}} = 4 \text{ м/с}^2 \sqrt{\frac{1 \text{ м}}{60 \text{ м/с}^2}} = 2 \text{ м/с} \sqrt{\frac{1}{15}} = 2 \text{ м/с} \sqrt{0,066} \approx$$

$$\approx 0,2 \cdot 8,1 \approx 1,62 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) 23,3 м, 2) 1,62 м/с



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

КеллсО

100
90
100

15
10,066

0,016

$\sqrt{66} \approx 8,1$

$h_2 - h_1 = h_0$

$\Delta(h_1 + h_2) = m_0$

$m_1 = 0 \left(\frac{h_2 - h_1}{2} \right)$

$\frac{h_2 - h_1}{2} \cdot \frac{h_2 - h_1}{2} g = \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot g \cdot \frac{1}{2}$

$\frac{(h_2 - h_1)^2}{2(h_1 + h_2)} g = \frac{1}{2}$

$\Delta E_n = \frac{h_2 - h_1}{2} m_0 g$

$\Delta E_k = \frac{m_0 g \Delta z}{2}$

$\Delta E = \frac{h_2 - h_1}{2} (h_0 - h_0) + (h_0 - h_2) = h_0 - \frac{h_1 + h_2}{2}$

$h_1 g + h_2 g = h_2 g + h_1 g$

$h_1 (a + g) = h_2 (g - a)$

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

$\frac{a + h_1 + h_2}{h_2} = \frac{a + h_1 + h_2 - a}{h_2 - h_1} = \frac{h_1 + h_2}{h_2 - h_1} = \frac{g}{a} \sqrt{0,066}$

$\Delta E = \frac{h_2 - h_1}{2} (h_0 - h_0) + (h_0 - h_2) = h_0 - \frac{h_1 + h_2}{2}$

$P_0 = P_z + P_0 = \frac{U_1 R T_0}{V} + \frac{U_0 R T_0}{V} = \frac{U_1 R T_0}{V} + \frac{P_0 R T_0}{M}$

$P_0 V = \frac{U_1 R T_0}{V} + \frac{U_0 R T_0}{V}$

$P_0 V_0 = \frac{m_0}{M_0} R T_0$

$P_1 V_1 = \frac{m_1}{M_0} R T_0$

$P_1 R V_0 = \frac{m_1}{M_0} R T_0$

$V_1 = \gamma V_0$

$\frac{P_0}{P_0} = \frac{P_1}{P_0}$

$\frac{V_0}{R T_0} M_0 = \frac{m_0}{P_0}$

$\frac{V_0}{R T_0} M_0 = \frac{m_1}{P_1}$

$\frac{m_0}{P_0} = \frac{m_1}{P_1} \Rightarrow \frac{P_0}{P_1} = \frac{m_0}{m_1} = \frac{P_0}{P_1}$

$V_1 = \frac{m_1}{P_1}$

$V_0 = \frac{m_0 - m_1}{P_0} = \frac{m_0}{P_0} \cdot \frac{P_0}{P_0}$

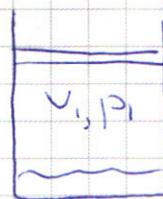
V_0

V_1

$$\delta V_1 = V_0$$

$$V_0 p_0 = \frac{m_0}{M_0} RT_0$$

$$V_1 p_1 = \frac{m_1}{M_0} RT_0$$



$$\frac{V_1 M_0}{RT_0} = \frac{m_0}{p_0}$$

$$\frac{m_0}{p_0} = \frac{m_1}{p_1}$$

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{m_1}{m_0} \cdot \frac{p_0}{p_1} = \frac{m_1}{m_0} \cdot \frac{p_0}{p_1}$$

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{m_1}{m_0} \cdot \frac{p_0}{p_1} = \frac{m_1}{m_0} \cdot \frac{p_0}{p_1}$$

$$\frac{V_1 M_0}{RT_0} = \frac{m_1}{p_1}$$

$$V_1 = \frac{m_1}{p_1} = V_0$$

$$V_0 = \frac{m_0 - m_1}{p_0} = \frac{1}{p_0} p_0 \left(\frac{m_0}{p_0} - \frac{m_1}{p_0} \right) = \frac{p_0}{p_0} (V_0 - \delta V_1 \cdot \frac{m_1}{m_0})$$

$$\textcircled{1} \frac{p_1}{p_0} = \frac{m_1}{m_0}$$

$$\frac{V_1 p_1}{m_1} = \frac{V_0 p_0}{m_0} \rightarrow \frac{m_1}{m_0} \cdot \frac{p_1}{p_0} = \frac{p_1}{p_0} \cdot \frac{p_1}{p_0} \cdot \frac{RT}{RT}$$

$$\textcircled{2} V_1 = V_0$$

$$\textcircled{3} V_0 = \frac{m_0 - m_1}{p_0} = \frac{m_0 - \frac{p_1 m_0}{p_0}}{p_0} = \frac{m_0}{p_0} \left(1 - \frac{p_1}{p_0} \right)$$

$$\frac{1000}{768} \cdot \frac{256}{0,39} = 23,3$$

$$m_0 - m_1 = m_0 \left(1 - \frac{p_1}{p_0} \right) = V_0 (p_0 - p_1)$$

$$V_0 = 5,6 \text{ л}$$

$$p_0 \cdot 5,6 = \frac{m_0}{M_0} RT_0$$

$$m_0 =$$

$$p_1 = \frac{m_1}{M_0} RT_0$$

$$\frac{p_0}{p_1} = \frac{p_0}{p_1} = \frac{p_0}{p_1} = \frac{m_0}{m_1}$$

$$p_1 = p_0$$

$$p V_1 (p_0 - p_1) = \frac{m_0 - m_1}{M_0} RT_0$$

$$V_1 p_0 \left(1 - \frac{m_1}{m_0} \right) = \frac{m_0 - m_1}{M_0} RT_0$$

$$V_0 p_0 \left(1 - \frac{m_1}{m_0} \right) = \frac{m_0 - m_1}{M_0} RT_0$$

$$V_0 p_0 - V_0 p_0 \frac{m_1}{m_0} = V_0 p_0 - V_1 p_1$$

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

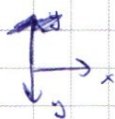
$$V_0 p_0 \frac{m_1}{m_0} = V_1 p_1$$

$$\frac{m_0}{m_1} = \delta$$

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

$$V_0 = \frac{m_0 - m_1}{p_0} = \frac{m_0 \delta (\delta - 1)}{p_0} = \frac{V_0 p_0 M_0 \delta (\delta - 1)}{RT_0 p_0} \quad \frac{V_0}{V_0} = \frac{V_1 RT_0 p_0}{\delta V_1 p_0 M_0 \delta (\delta - 1)} = \frac{RT_0 p_0}{\delta^2 (\delta - 1) p_0 M_0}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$y = h - (v_0 \sin \alpha + \frac{gt^2}{2}) = 0$$

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

$$\left. \begin{aligned} v_y^2 + v_x^2 &= 4v_0^2 \\ v_y^2 + v_{x_0}^2 &= v_0^2 \\ v_{0x} &= v_x' \end{aligned} \right\}$$

$$v_y'^2 - v_{y_0}^2 = 3v_0^2 \Rightarrow (v_0 \sin \alpha + gt + v_0 \sin \alpha)^2 - v_0^2 \sin^2 \alpha = 3v_0^2$$

$$(2v_0 \sin \alpha + gt)gt = 3v_0^2$$

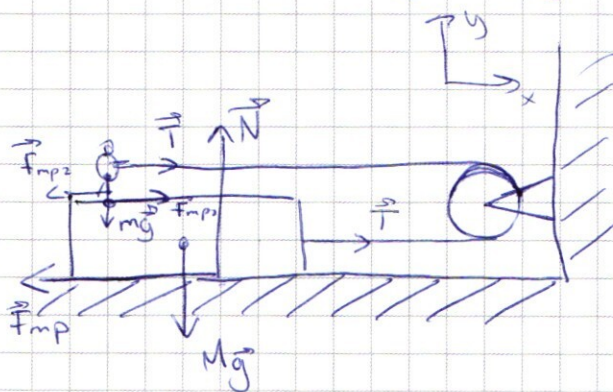
$$gt^2 v_y' = v_{y_0}^2 + 3v_0^2 = v_0^2 (\sin^2 \alpha + 3)$$

$$gt^2 + 2v_0 \sin \alpha gt - 3v_0^2 = 0$$

$$D = +4v_0^2 \sin^2 \alpha g^2 + 12v_0^2 g^2 = 4v_0^2 g^2 (3 + \sin^2 \alpha)$$

$$t = \frac{-2v_0 \sin \alpha g + \sqrt{4v_0^2 g^2 (3 + \sin^2 \alpha)}}{2g^2} = \frac{v_0 g (\sqrt{3 + \sin^2 \alpha} - \sin \alpha)}{g^2} = \frac{v_0 (\sqrt{3 + \sin^2 \alpha} - \sin \alpha)}{g}$$

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{v_0 k}{g} + \frac{g v_0^2 k^2}{2g^2} = \frac{v_0^2 k}{g} (\sin \alpha + \frac{k}{2})$$



2T

На брусок:

$$O_x: T - F_{mp1} + F_{mp2} = aM$$

$$O_y: N = mg + Mg \quad F_{mp} = \mu N$$

$$\text{На цилиндре: } O_x: T - F_{mp2} = 0$$

Oy:

$$\begin{array}{r} 35 \\ 10 \overline{) 350} \\ \underline{30} \\ 50 \\ \underline{50} \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 36 \\ 10 \overline{) 360} \\ \underline{30} \\ 60 \\ \underline{60} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 37 \\ 10 \overline{) 370} \\ \underline{30} \\ 70 \\ \underline{70} \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 38 \\ 10 \overline{) 380} \\ \underline{30} \\ 80 \\ \underline{80} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 39 \\ 10 \overline{) 390} \\ \underline{30} \\ 90 \\ \underline{90} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 40 \\ 10 \overline{) 400} \\ \underline{40} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 41 \\ 10 \overline{) 410} \\ \underline{40} \\ 10 \\ \underline{10} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ 10 \overline{) 420} \\ \underline{40} \\ 20 \\ \underline{20} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 43 \\ 10 \overline{) 430} \\ \underline{40} \\ 30 \\ \underline{30} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 44 \\ 10 \overline{) 440} \\ \underline{40} \\ 40 \\ \underline{40} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ 10 \overline{) 450} \\ \underline{40} \\ 50 \\ \underline{50} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 46 \\ 10 \overline{) 460} \\ \underline{40} \\ 60 \\ \underline{60} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 47 \\ 10 \overline{) 470} \\ \underline{40} \\ 70 \\ \underline{70} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ 10 \overline{) 480} \\ \underline{40} \\ 80 \\ \underline{80} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 49 \\ 10 \overline{) 490} \\ \underline{40} \\ 90 \\ \underline{90} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 50 \\ 10 \overline{) 500} \\ \underline{50} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ 10 \overline{) 510} \\ \underline{50} \\ 10 \\ \underline{10} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 52 \\ 10 \overline{) 520} \\ \underline{50} \\ 20 \\ \underline{20} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 53 \\ 10 \overline{) 530} \\ \underline{50} \\ 30 \\ \underline{30} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 54 \\ 10 \overline{) 540} \\ \underline{50} \\ 40 \\ \underline{40} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 55 \\ 10 \overline{) 550} \\ \underline{50} \\ 50 \\ \underline{50} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 56 \\ 10 \overline{) 560} \\ \underline{50} \\ 60 \\ \underline{60} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 57 \\ 10 \overline{) 570} \\ \underline{50} \\ 70 \\ \underline{70} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 58 \\ 10 \overline{) 580} \\ \underline{50} \\ 80 \\ \underline{80} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 59 \\ 10 \overline{) 590} \\ \underline{50} \\ 90 \\ \underline{90} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 60 \\ 10 \overline{) 600} \\ \underline{60} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 61 \\ 10 \overline{) 610} \\ \underline{60} \\ 10 \\ \underline{10} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 62 \\ 10 \overline{) 620} \\ \underline{60} \\ 20 \\ \underline{20} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 63 \\ 10 \overline{) 630} \\ \underline{60} \\ 30 \\ \underline{30} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ 10 \overline{) 640} \\ \underline{60} \\ 40 \\ \underline{40} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 65 \\ 10 \overline{) 650} \\ \underline{60} \\ 50 \\ \underline{50} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 66 \\ 10 \overline{) 660} \\ \underline{60} \\ 60 \\ \underline{60} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 67 \\ 10 \overline{) 670} \\ \underline{60} \\ 70 \\ \underline{70} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ 10 \overline{) 680} \\ \underline{60} \\ 80 \\ \underline{80} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 69 \\ 10 \overline{) 690} \\ \underline{60} \\ 90 \\ \underline{90} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3,55 \\ \times 1,8 \\ \hline 2840 \\ 710 \\ \hline 6390 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 63,90 \\ 4988 \\ \hline 14040 \\ 12465 \\ \hline 15750 \\ 14858 \\ \hline 792 \end{array} \quad \begin{array}{r} 24,93 \\ 2,56 \\ \hline 3,5518 \cdot 10^{-5} \\ 8,31 \cdot 3 \end{array}$$

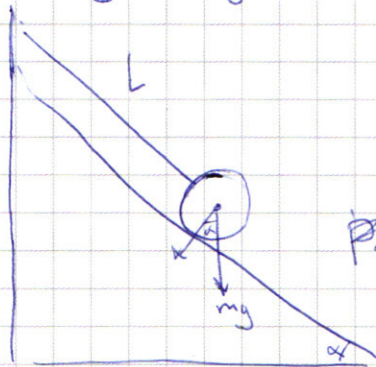


$$a=0 \Rightarrow F_{mp} - 2T \Rightarrow T = \frac{F_{mp}}{2} = \frac{(M+m)mg}{2}$$

$$2F - \mu(M+m)g = aM$$

$$S = \frac{at^2}{2} \quad L = \sqrt{\frac{2S}{a}}$$

Пусть ускорение $a \Rightarrow F - N_1 = ma$



$$F + N_1 - F_{mp} = Ma$$

$$F + F - ma - F_{mp} = Ma$$

$$a = \frac{2F - \mu(m+m)g}{m+M}$$

$$F_1 = mg \cos \alpha$$

$$\text{Период } 2\pi t = \frac{2\pi R}{v}$$

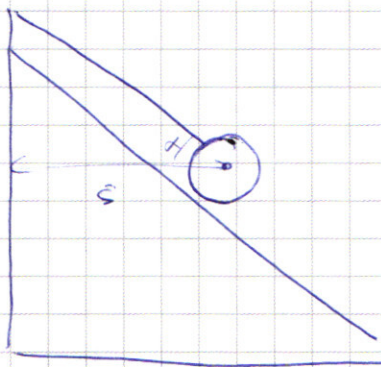
$$\alpha = 2\pi \quad \omega = \frac{\alpha}{t} = \frac{v}{R}$$

$$\frac{2\pi R}{v} \quad \alpha = \frac{2\pi R}{v}$$

$$a = \frac{v^2}{R}$$

$$\omega = \frac{v}{R}$$

$$a = \omega v \quad \omega R = v$$



$$R_0 = (L+R) \cos \alpha$$

$$v = \omega R_0 \Rightarrow a = \omega^2 R_0$$

Неско:



$$O_y: ma \sin \alpha - mg \cos \alpha + N_1 = 0$$

$$mg \cos \alpha - N_2 = F_2 = m(g \cos \alpha - a \sin \alpha) =$$

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

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

$$\frac{1}{2,56} 10^5 \cdot \frac{1}{3,6^2 \cdot 4,6}$$

$$\frac{391 \cdot 10^4}{391} \quad \frac{144}{2,7}$$