

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 $\alpha = 30^\circ$ 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?

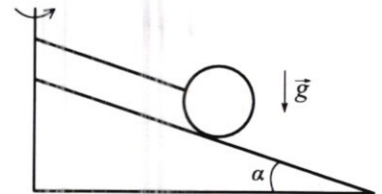
2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?

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.

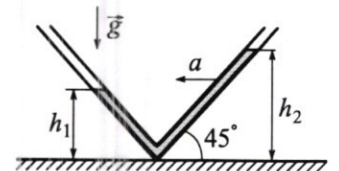


4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении с ускорением $a = 4$ м/с² уровень масла в одном из колен трубки устанавливается на высоте $h_1 = 10$ см.

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.

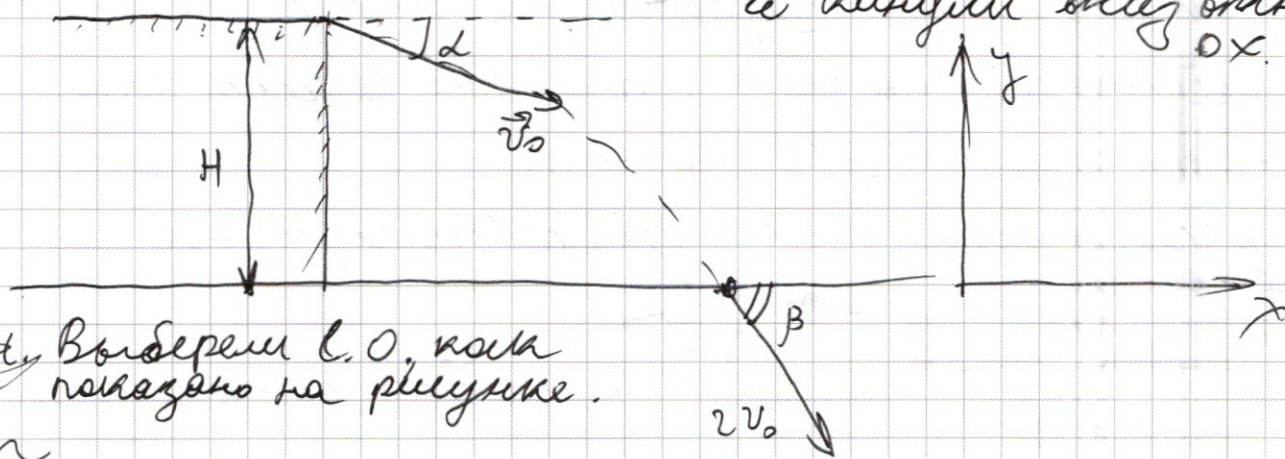
2) Найти отношение объема пара к объему воды к моменту, когда объем пара уменьшится в $\gamma = 5,6$ раза.

Плотность и молярная масса воды $\rho = 1$ г/см³, $\mu = 18$ г/моль.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

Еще гайка паточного приближается к земле, то
ее кинематический анализ.



Нужно выбрать с.о. координат
показано на рисунке.

Горизонтальная составляющая скорости -
постоянна $\Rightarrow v_x = v_0 \cos \alpha$

$$v^2 = v_y^2 + v_x^2 \Rightarrow v_y^2 = v^2 - v_x^2 = 4v_0^2 - (v_0 \cos \alpha)^2 =$$

$$= v_0^2 (4 - \cos^2 \alpha) \Rightarrow v_y = v_0 \sqrt{4 - \cos^2 \alpha} = \frac{v_0}{2} \sqrt{13} = 5\sqrt{13} \text{ (м/с)}$$

Нужно движение равноускоренное

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t; \text{ о } y: -v_y = -v_0 \sin \alpha - g t \Rightarrow$$

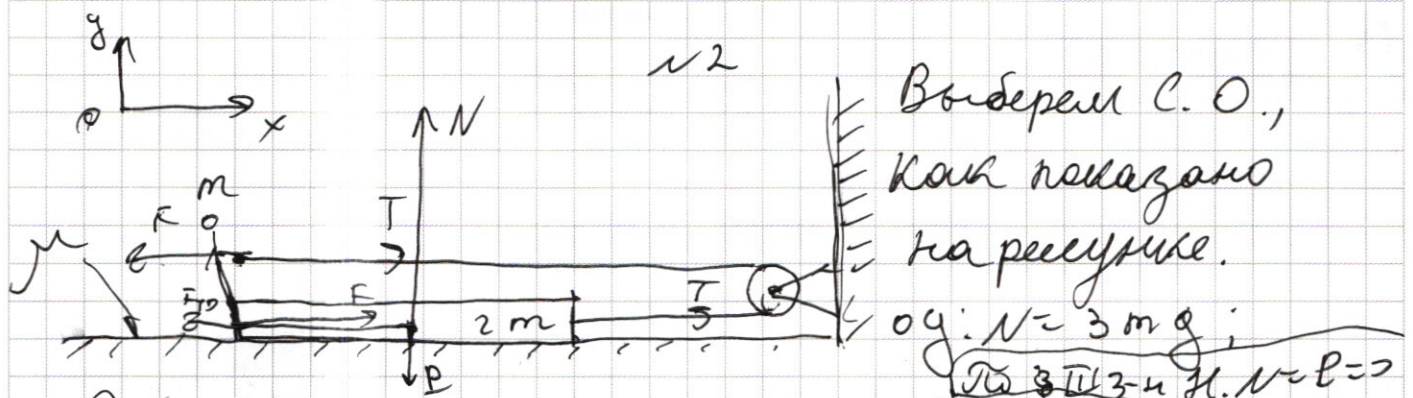
$$v_y - v_0 \sin \alpha + g t \Rightarrow t = \frac{v_y - v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{5\sqrt{13} - 5}{10} =$$

$$= \frac{\sqrt{13} - 1}{2} \text{ (с.)}$$

$$s_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2a_y}; \text{ о } y: -H = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{-2g} \Rightarrow H = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g} =$$

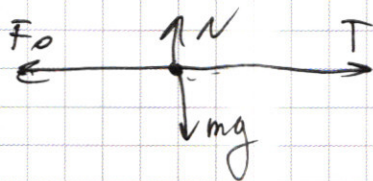
$$= \frac{25 \cdot 13 - 25}{20} = \frac{25 \cdot 12}{20} = 5 \cdot \frac{12}{4} = 15 \text{ (м.)}$$

Ответ: $v_y = 5\sqrt{13} \text{ (м/с)}$; $t = \frac{v_y - v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{\sqrt{13} - 1}{2} \text{ с.}$
(H = 15 м)



1) П.к. человек опирается на брусок, то он действует на него с той же силой, что он тянет за канат.

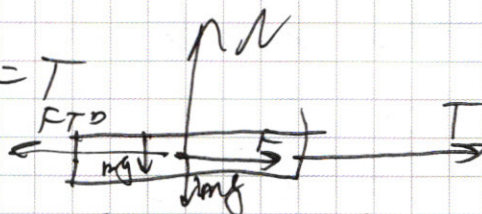
Рассмотрим силы, действующие на человека:



$$\sum \vec{F} = 0 \quad (\vec{a} = 0, \text{ 1-ый закон!})$$

оx: $T - F_0 = 0 \Rightarrow F_0 = T$

Силы на брусок:



Согласно 3-м К-А. $F_{TP} = \mu N$

оу: $N - mg - 2mg = 0 \Rightarrow N = 3mg \Rightarrow F_{TP} = 3\mu mg$

оx: $T + F_0 - F_{TP} = 0 \Rightarrow 2F_0 = 3\mu mg \Rightarrow F_0 = \frac{3}{2}\mu mg$ (min сила)

2) $F > F_0$ (тогда появляется a - ускорение)
 $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

Для чел.: $T - F = ma$

Для брус.: $T - F_{TP} + F = 2ma$

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

$s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3 \text{ м}}{2F - F_{TP}}}$

Ответ: $F_0 = \frac{3}{2}\mu mg$; $P = 3mg$
 $s = \sqrt{\frac{2 \cdot 3 \text{ м}}{2F - F_{TP}}}$, где $F > \frac{3}{2}\mu mg$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Выберем С.О. как показано на рисунке.

П.к. системы в равновесии

$\sum \vec{F} = 0$ и $\sum M = 0$

~~$mg \sin \alpha + T = 0 \Rightarrow T = -mg \sin \alpha$~~

относительно точки A: $mg \cos \alpha - N = 0$

$N = mg \cos \alpha \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$; $T = mg \sin \alpha \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$

2)

$a = \omega^2 L$

$\sum \vec{F} = m\vec{a}$

по x: $T - mg \sin \alpha = m\omega^2(R+L)$

$T = mg \sin \alpha + m\omega^2(R+L)$

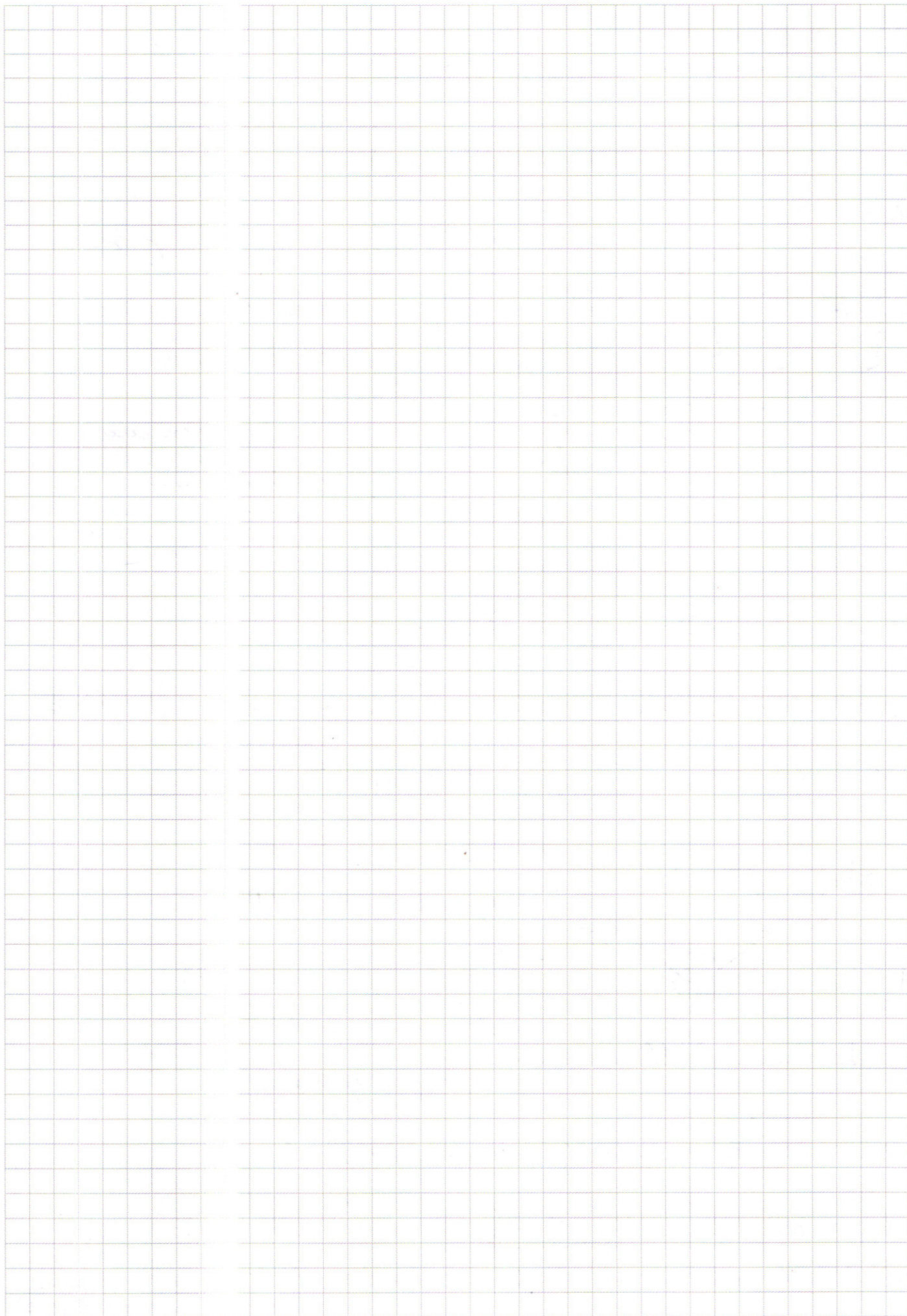
$N^2 = N_y^2 + N_x^2$

$N_y^2 = (mg \cos \alpha)^2 \cdot \frac{1}{2}$

$N_x^2 = (T - mg \sin \alpha)^2 = (m\omega^2(R+L))^2 \cdot \frac{1}{2}$

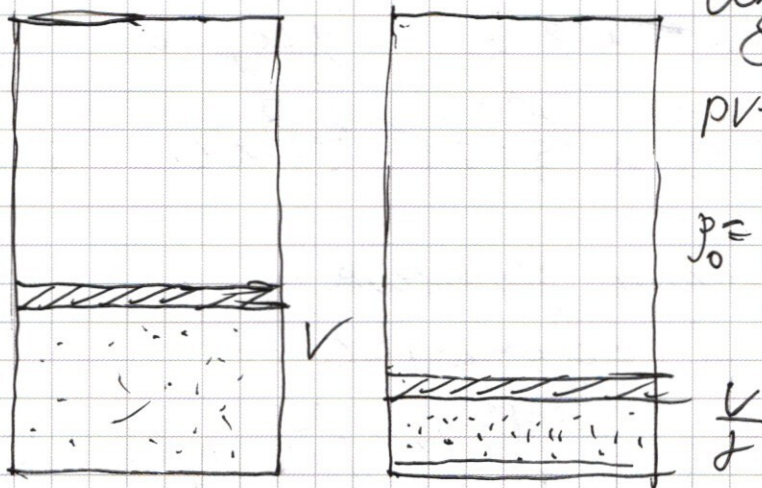
$N^2 = m^2 \left[(\omega^2(R+L))^2 + (g \cos \alpha)^2 \right] \Rightarrow N = m \sqrt{\omega^2(R+L)^2 + g^2 \cos^2 \alpha}$

$\Rightarrow N = m \sqrt{\omega^2(R+L)^2 + g^2 \cos^2 \alpha}$ Ответ: 1) $N = mg \cos \alpha \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$
2) $N = \frac{m}{2} \sqrt{(\omega^2(R+L))^2 + (g \cos \alpha)^2}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$p = \text{const}, T = \text{const}$ и 5



из 3-х м.м.-к:

$$pV = \nu RT \Rightarrow p = \frac{p_0}{\gamma} RT$$

$$p_0 = \frac{pM}{RT} = \frac{3,55 \cdot 10^8 \cdot 77 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 300} = \frac{3,55 \cdot 77}{831 \cdot 3} = \frac{63,9}{2493} \left(\frac{\text{кПа}}{\text{м}^3} \right)$$

$$\frac{p_0}{p_b} = \frac{63,9}{2493 \cdot 10^5} \approx 0,000025$$

$$p \frac{V_1}{\gamma} = \frac{m_1 - \Delta m}{M} RT_0$$

$p = \text{const}, m.k.$
пог поршень

$$\gamma(m_1 - \Delta m) = m_1; \quad \frac{\Delta m}{m_1} \approx 1 - \frac{1}{\gamma} \Rightarrow \frac{V_b}{V_{0b}} = \frac{p_0}{p_b} \left(\frac{\gamma - 1}{\gamma} \right)$$

м.к. объем увеличился в 2 раза:

$$\frac{V_{02}}{\gamma V_b} = \frac{V_b}{V_{02}} = \frac{p_0}{p_b} \left(\frac{\gamma - 1}{\gamma} \right) = \frac{63,9}{2493 \cdot 10^5} \cdot \frac{4,6}{3773,6} = \frac{4,6}{3773,6} = \frac{1}{821}$$

$$V_{02} \approx 0,000025 \cdot \frac{1}{821} \approx 0,000013$$

Ответ: $\frac{p_0}{p_b} \approx 2,5 \cdot 10^{-5}; \quad \frac{V_b}{V_{02}} \approx 1,5 \cdot 10^5$

$$\frac{V_b}{V_{02}} \approx 0,00013 = \frac{p_0}{p_b} (\gamma - 1)$$

~4

5-а маята (срещу маята)

$\sum \vec{F} = m\vec{a}$; OX: $F = \rho g S h_2 (g \sin \alpha + a \cos \alpha)$
 OY: $F = \rho g S h_1 (g \sin \alpha + a \cos \alpha)$

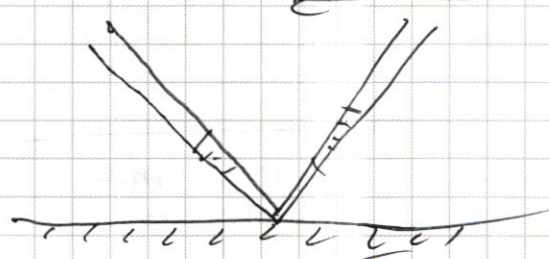
$h_1 (g \sin \alpha + a \cos \alpha) = h_2 (g \sin \alpha + a \cos \alpha)$

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

~~$= \frac{10 \cdot 4}{10 \cdot 4} \cdot 0,1 = \frac{10}{10} \cdot 0,1 = 1 \cdot 0,1 = 0,1$~~

v_{max} при изменении функции!

$a=0$ ~~и~~ v (конечная) = 0.



$v = \frac{v^2 - v_0^2}{2g} \Rightarrow v_0^2 = 2g(h_2 - h_1)$

$v_0 = \sqrt{2g(h_2 - h_1)}$

~~$\approx \sqrt{20 \cdot \frac{8}{14} \cdot 0,1} = \sqrt{\frac{16}{14}} = \frac{4\sqrt{10}}{14} = \frac{2\sqrt{10}}{7} \text{ (m/s)}$~~

~~Период колебаний: $T = 2\pi \sqrt{\frac{h_2 - h_1}{g}} \approx 1,68$~~

~~$\approx 1,68 \sqrt{\frac{0,8}{140}} \text{ (с.)}$~~

T - период колебаний

Ответ: $h_1 = \frac{g \sin \alpha + a \cos \alpha}{g \sin \alpha + a \cos \alpha}$

$v_0 = \sqrt{2g(h_2 - h_1)} = \sqrt{20 \cdot 0,1 \left(\frac{14}{6} - 1 \right)} = \sqrt{2 \cdot \frac{8}{6}} = \sqrt{\frac{8}{3}}$

$= 2 \sqrt{\frac{2}{3}} \text{ (m/s)} \approx 2,5 \text{ m/s}$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{h_2 - h_1}{g}} \approx 1,68 \sqrt{\frac{8}{600}} = 0,628 \sqrt{\frac{8}{6}} = 0,628 \sqrt{\frac{4}{3}}$

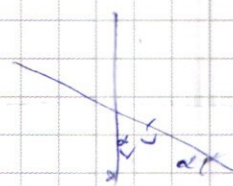
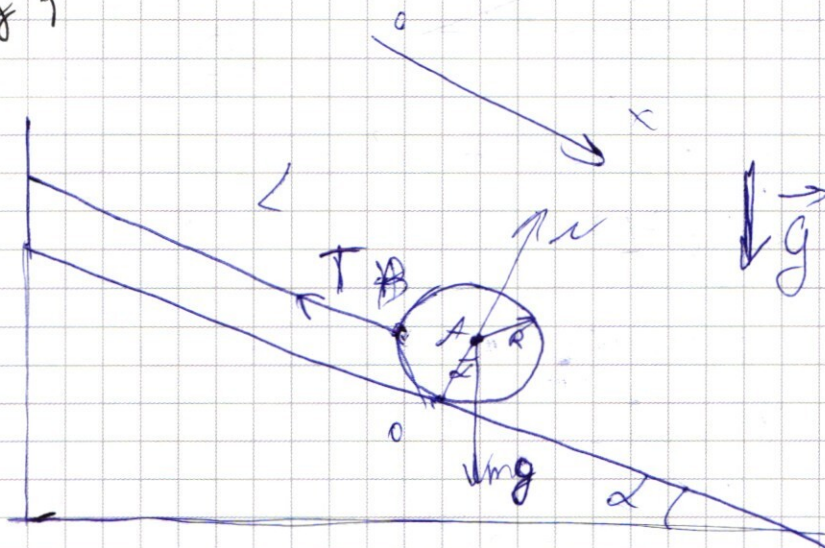
$\approx 0,7 \text{ с}$

Ответ: $h_2 = \frac{14}{3} \cdot 0,1 \text{ м}; v = \sqrt{2g(h_2 - h_1)} \approx 1,5 \text{ м/с}; T \approx 0,7 \text{ с.}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

m, R, α, L
 $V_{02} = \dots$

$\sum M = 0 \quad \sum \vec{F} = 0$



$0x: -T + mg \sin \alpha = 0 \Rightarrow T = mg \sin \alpha$

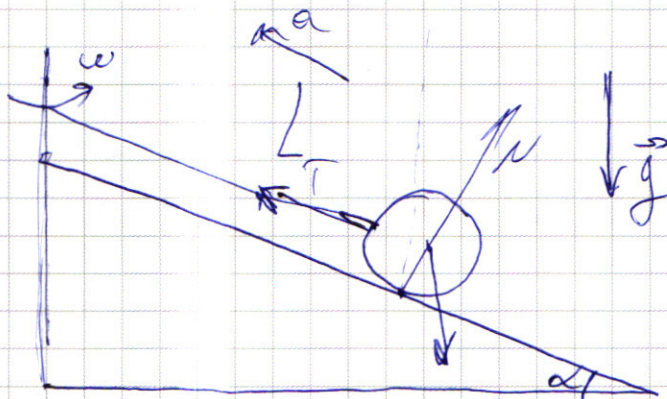
Относительно точки ~~A~~ A:

$0: TR\sqrt{2} - mg \sin \alpha R = 0$

$T = mg \sin \alpha \frac{\sqrt{2}}{2}$

~~A:~~ B: $N R \sqrt{2} - mg \cos \alpha R = 0$

$N = mg \cos \alpha \frac{\sqrt{2}}{2}$



$$a = \omega^2 L$$

$$N = P \quad \text{и} \quad m \cdot a_{\text{центр}}$$

$$m_2 = P$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{P \cdot V_0}{m_1}$$

$$T - mg \sin \alpha; \quad T - mg \sin \alpha = m \omega^2 L$$

$$T = m(g \sin \alpha + \omega^2 L)$$

$$V_2 = m_2 \cdot \Delta m$$

$$t_0 = 29^\circ\text{C}, \quad P = 3,55 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$T = \text{const}$$

$$\begin{array}{r} \times 8313 \\ 2493 \end{array}$$



$$PV = \nu RT$$

$$P = \frac{\nu}{V} RT$$

$$P_0 = \frac{P \cdot M}{RT}$$

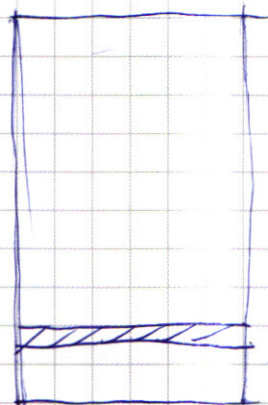
$$\frac{P_2}{P_0} = \frac{10^3 \cdot 8,31 \cdot 300}{3,55 \cdot 10^5 \cdot 78 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= \frac{2493}{60,3 \cdot 10^3} \approx 41,34 \cdot 10^3$$

$$u = \text{const}$$

$$u_1 = \frac{5}{2} \nu_1 R T_0 = \frac{5}{2} \nu_2 R T_0$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 335 \\ \hline 2680 \\ 335 \\ \hline 6030 \end{array}$$



$$P V_1 = \nu_1 R T_0$$

$$P \cdot \frac{V_1}{\gamma} = \nu_2 R T_0$$

$$\frac{5}{2} P V_1 =$$

$$V_2 = \frac{P V_1}{\gamma P_0} \quad V_1 = V_2$$

$$\begin{array}{r} 24930 \overline{) 603} \\ 2412 \overline{) 41,34} \\ - 810 \\ \hline 6030 \\ - 2070 \overline{) 603} \\ \hline 1809 \overline{) 3} \\ \hline 2613 \end{array}$$

$$\gamma m_2 = m_1$$

$$V_1 = \frac{P V_2}{R T_0}$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\gamma} = \frac{m_1}{\gamma}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

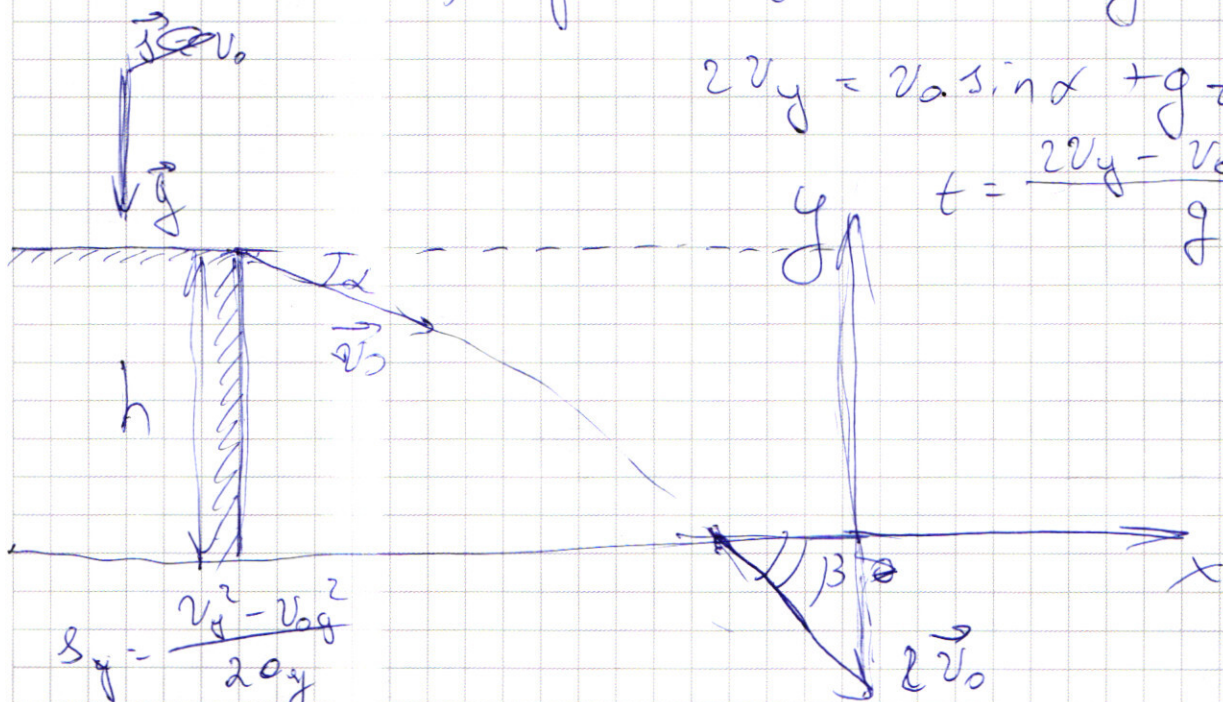
$F_{sp} = 3\mu mg$
 $\sum \vec{F} = 0$
 $T = F_0$
 $2) 0x: T - F_{sp} + F = 0$
 $2F_0 = F_{sp} = 3\mu mg \Rightarrow F_0 = \frac{3}{2}\mu mg$
 $\begin{cases} T - F = ma \\ T - F_{sp} + F = 2ma \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{sp} - 2F = -ma \\ ma = 2F - F_{sp} \end{cases}$
 $F > \frac{3}{2}\mu mg$
 $a = \frac{2F - F_{sp}}{m}$
 $s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$
 $t = \sqrt{\frac{2sm}{2F - F_{sp}}}$, где $F > \frac{3}{2}\mu mg \Rightarrow 2F - F_{sp} > 0$

*методом
силы лежат
должно двигаться
двигатель
нулевой
сила его
упора кон-
кависна
горизонтал.*

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t; \text{ оу: } 2v_y = -v_0 \sin \alpha - g t$$

$$2v_y = v_0 \sin \alpha + g t$$

$$t = \frac{2v_y - v_0 \sin \alpha}{g}$$



$$s_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2ay}$$

$$-h = \frac{v_y^2 - v_0^2 \sin^2 \alpha}{-2g}$$

$$-h = \frac{v_y^2 - (v_0 \sin \alpha)^2}{-2g}$$

$$h = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2 - v_y^2}{2g}$$

$$v^2 = v_y^2 + v_x^2$$

$$4v_0^2 = v_y^2 + (v_0 \cos \alpha)^2$$

$$v_y^2 = 4v_0^2 - (v_0 \cos \alpha)^2 = 4 \cdot 100 - 100 \cdot \frac{3}{4} =$$

$$= 100 \left(\frac{16-3}{4} \right) = \frac{100}{4} \cdot 13 \Rightarrow v_y = 5\sqrt{13}$$

$$t = \frac{10\sqrt{13} - 5}{10}$$

$$s_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2ay}$$

$$\text{оу: } -h = \frac{v_y^2 - (v_0 \sin \alpha)^2}{-2g} = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2 - v_y^2}{2g} = 20$$

$$h = \frac{v_y^2 - (v_0 \sin \alpha)^2}{2g} = \frac{25(13-1)}{20} = \frac{5}{4}(\sqrt{13}-1)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$pV_1 = \frac{m_1}{\mu} RT_0$$

$$p \frac{V_1}{\gamma} = \frac{m_1 - \Delta m}{\mu} RT_0$$

$$\frac{m_1}{\mu} RT_0 = \frac{m_1 - \Delta m}{\mu} RT_0$$

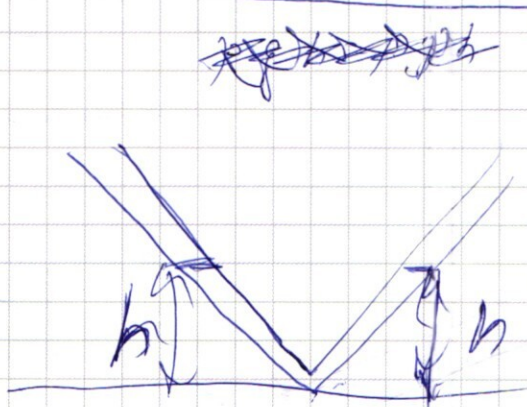
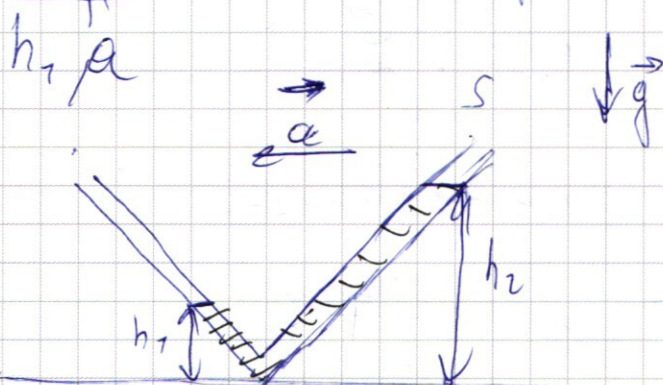
$$m_1 - \Delta m = m_2$$

$$\gamma (m_1 - \Delta m) RT_0 = m_2 RT_0, \quad \gamma (m_1 - \Delta m) = m_2$$

$$m_1 - \Delta m = \frac{m_2}{\gamma} \Rightarrow m_1 \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) = \Delta m \Rightarrow$$

$$\frac{\Delta m}{m_1} = 1 - \frac{1}{\gamma} = \frac{p_0 V_1}{p_0 V_0} = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \Rightarrow \frac{V_1}{V_0} = \frac{p_0}{p_1} \left(\frac{\gamma - 1}{\gamma} \right)$$

$$= \frac{1}{41,34 \cdot 10^3} \cdot \frac{4,6}{5,6}$$



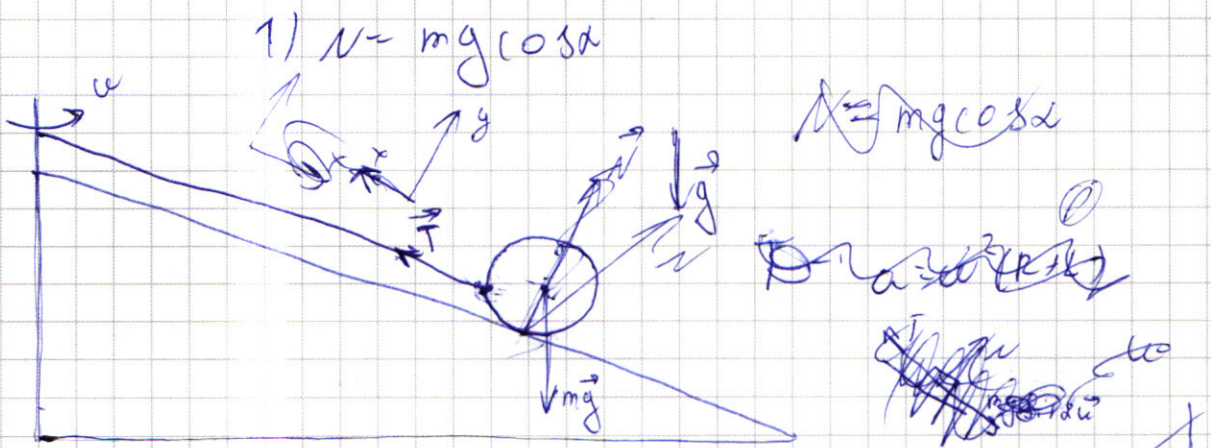
$$p_0 V_1 = p \frac{V_1}{\gamma} \Rightarrow p = \frac{p_0 \gamma}{\gamma - 1}$$

$$p = \frac{p_0 \gamma}{\gamma - 1}$$

$$837/3$$

$$\begin{array}{r} 44 \\ \times 355 \\ \hline 220 \\ 220 \\ 220 \\ \hline 15540 \end{array}$$

$$2493$$



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

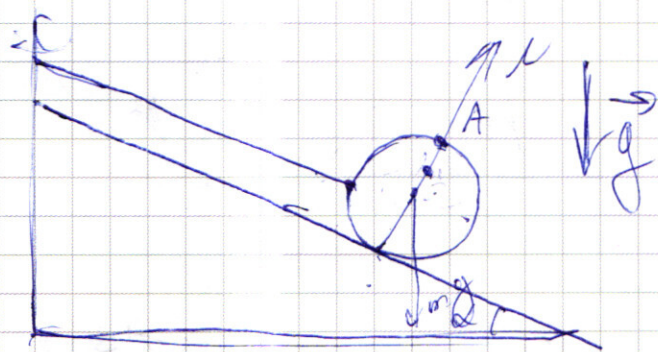
$$T = m (g \sin \alpha + \omega^2 (R + L))$$

$$T R = m \sqrt{2} mg \cos \alpha R -$$

~~$T \sqrt{2} R = mg \sin \alpha \rightarrow T = mg \sin \alpha \frac{\sqrt{2}}{2}$~~

~~$N = mg \cos \alpha$~~

~~$T = mg \sin \alpha \frac{\sqrt{2}}{2}$~~



~~$2N = mg R \cos \alpha =$~~

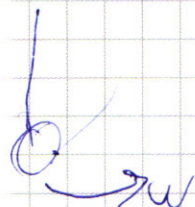
~~$\frac{mg \cos \alpha}{2}$~~

~~$\frac{3}{2} N = \frac{1}{2} m g R$~~

~~$N = mg \cos \alpha$~~

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

$N_y = mg \cos \alpha$



$N_x = T - m g \sin \alpha$

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

$N = m \sqrt{g^2 \cos^2 \alpha + \omega^2 (R + L)^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2

$v^2 = v_x^2 + v_y^2$
 $v_x = v_0 \cos \alpha$
 $v_y^2 = v^2 - (v_0 \cos \alpha)^2 = 4v_0^2 - v_0^2 (0.8)^2 =$
 $\Rightarrow v_y = v_0 \sqrt{4 - \cos^2 \alpha} = 20 \cdot \sqrt{\frac{23}{4}} = 5\sqrt{23}$

$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$; $oy: -v_y = -v_0 \sin \alpha - gt$
 $t = \frac{v_y - v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{5\sqrt{23} - 5}{10} = \frac{\sqrt{23} - 1}{2}$

$s_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2a_y}$; $oy: -H = \frac{v_y^2 - (v_0 \sin \alpha)^2}{-2g} = \frac{25 \cdot 23 - 25}{20}$
 $= \frac{5 \cdot 22}{4} = 25 \text{ (m)}$

$\frac{P_0 V_0}{p}$

$\begin{array}{r} 3^3 \\ \times 56 \\ \hline 56 \\ 336 \\ \hline 280 \\ 3138 \end{array}$

$$m_1 F = \rho g S h_2 (g \sin \alpha - a \cos \alpha)$$

$$m_2 F = \rho g S h_1 (g \sin \alpha + a \cos \alpha)$$

$$h_1 < h_2$$

$$\frac{6}{14} = \left(\frac{8}{14} \cdot 0,1 \right)$$

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

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

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

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

$$h_1 = h_2 \frac{g \sin \alpha - a \cos \alpha}{g \sin \alpha + a \cos \alpha} = 0,17 \cdot \frac{5\sqrt{2} - 2\sqrt{2}}{5\sqrt{2} + 2\sqrt{2}} =$$

$$= \frac{3\sqrt{2}}{7\sqrt{2}} \cdot 0,17 = \frac{3}{7} \cdot 0,17 = \frac{0,51}{7}$$

$$30 \overline{) 7} \quad 2,42$$

$$a_0 = g \sin \alpha$$

$$h_1 + h_2 \approx 0,17 \cdot \frac{3}{7} + 0,17 = \frac{1}{7}$$

$$h = \frac{1}{24} ; T = 2\pi$$

$$v =$$

$$0,15 \cdot 10^3 = 150$$

$$\frac{4}{3} \cdot 10^3 = 1333,3$$

$$\Delta m = m_2 - m_1 ; m_2 = m_1 - \Delta m$$

$$m_1 - \Delta m = m_1 \Rightarrow m_1 (1 - 1) = \Delta m \Rightarrow$$

$$m_2 = m_1$$

$$m_1 + \Delta m (1 - 1) = \Delta m$$

$$m_1 + \Delta m - \Delta m = \Delta m$$

$$\frac{m_1}{m_2} = 1,1$$

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2g} ; s = h_2 - h_1 ; s = \frac{v^2 - v_0^2}{2g}$$

$$v_0 = h_1 - h_2$$

$$v^2 - v_0^2 = 2g(h_2 - h_1)$$

$$v = 0$$

$$v_0^2 = 2g(h_1 - h_2)$$

$$v = 0$$