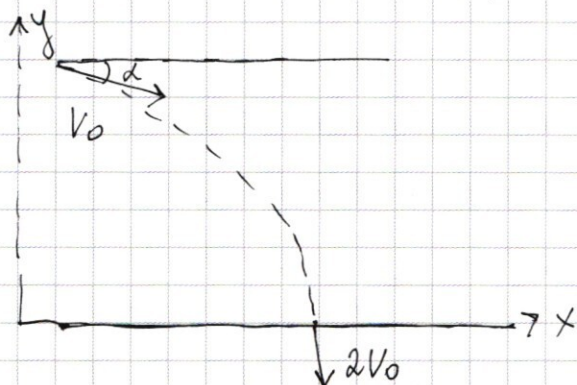


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1 « в полёте ракета всё время приближалась к горизонту » $\Rightarrow$ ракету бросили под углом к горизонту вниз.



1) горизонтальная компонента скорости

ракет $V_x = \text{const} = V_0 \cos \alpha$

Вертикальная компонента ракет

в начальном момент времени и в

момент падения равны $V_y = +V_0 \sin \alpha$

и V_{y2}

Очевидно, что моменты падения верны: $V_{y2}^2 + V_x^2 = (2V_0)^2$

Решим: $V_{y2}^2 + V_0^2 \cos^2 \alpha = 4V_0^2$

$$V_{y2}^2 = V_0^2 (4 - \cos^2 \alpha)$$

$$\boxed{V_{y2} = V_0 \sqrt{4 - \cos^2 \alpha}} \Rightarrow V_{y2} = 10 \text{ м/с} \sqrt{4 - \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2}$$

$$= 10 \text{ м/с} \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 4 - 2}{4}} = \frac{10 \text{ м/с} \cdot \sqrt{10}}{2} = 5\sqrt{10} \text{ м/с} \approx 15,8 \text{ м/с}$$

2) $|V_{y2}| - |V_y| = g\tau$, где τ - время полёта

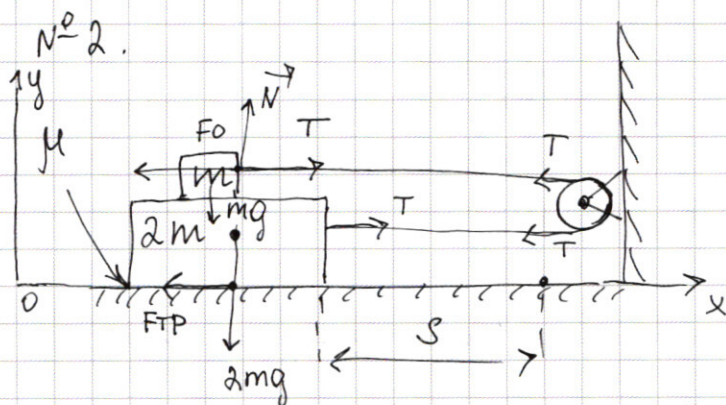
$$\tau = \frac{|V_{y2}| - |V_y|}{g} \Rightarrow \tau = \frac{15,8 \text{ м/с} - 5 \text{ м/с}}{10} = \frac{10,8 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 1,08 \text{ с} \approx 1,1 \text{ с}$$

$\approx 1,3 \text{ с}$.

$$3) h = V_y \tau + \frac{g\tau^2}{2} = V_0 \sin \alpha \tau + \frac{g\tau^2}{2} = 10 \text{ м/с} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,3 \text{ с} + \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (1,3 \text{ с})^2}{2}$$

$$= 5(1,3 + 1,3^2) = 14,95 \text{ м} \approx 15 \text{ м}$$

Ответ: 1) 15,8 м/с 2) 1,3 с 3) 15 м.



1) от горизонтального движения
ящика в вертикальных силах
и их действиях тело не меняется
 $\Rightarrow$ сила давления человека и
ящика такая же как и в покое $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ она равна силе тяжести $\Rightarrow$

$\Rightarrow F_{\text{давления}} = 3mg$

2) F_0 равно силе натяжения каната по III закону Ньютона
для ящика с человеком, которые можно считать единым физическим
телом,

по II закону Ньютона: $\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{T} + 3m\vec{g} + \vec{N} = 0$, т.к.

сила минимальная и следовательно скорость постоянная

(силу T , действующую на человека со стороны каната можно
не учитывать, т.к. она компенсируется силой F_0 та же человека)

на ось Ox проекции: $T - F_{\text{тр}} = 0$

на ось Oy : $N = 3mg$

$T = F_{\text{тр}} = \mu N = \mu 3mg$, следовательно, $T = F_0 = \underline{\mu 3mg}$

3) $F > F_0 \Rightarrow$ равноускоренное движение

III закон Ньютона: $\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{T} + 3m\vec{g} + \vec{N} = \vec{a} 3m$

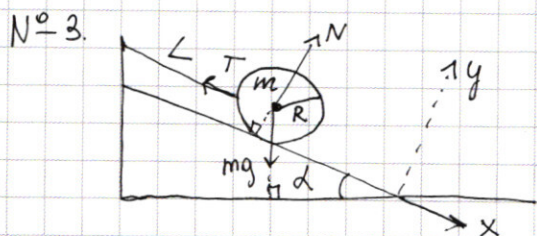
на Ox : $-F_{\text{тр}} + T = a 3m$

на Oy : $3mg = N$

$T = F$, $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu 3mg \Rightarrow F - \mu 3mg = a 3m \Rightarrow a = \frac{F}{3m} - \mu g$

$S = \frac{a t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2S 3m}{F - \mu 3mg}} = \sqrt{\frac{6Sm}{F - \mu 3mg}}$

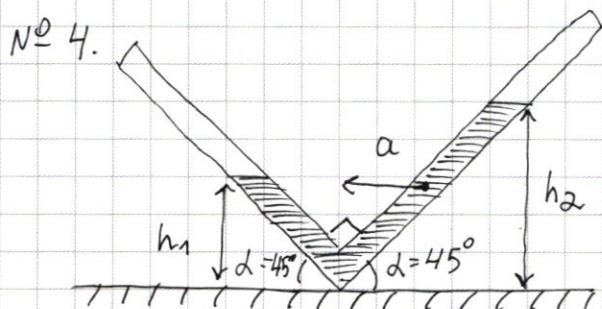
Ответ: 1) $3mg$ 2) $\mu 3mg$ 3) $\sqrt{\frac{6Sm}{F - \mu 3mg}}$



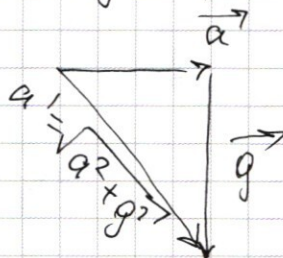
$F_{\text{давления}} = P(\text{весу}) = N$

по II закону Ньютона: $m\vec{g} + \vec{T} + \vec{N} = 0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

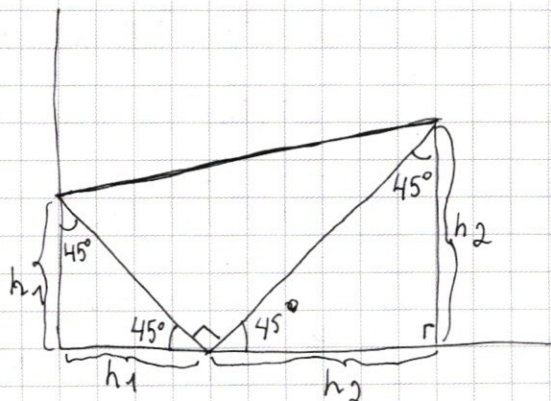
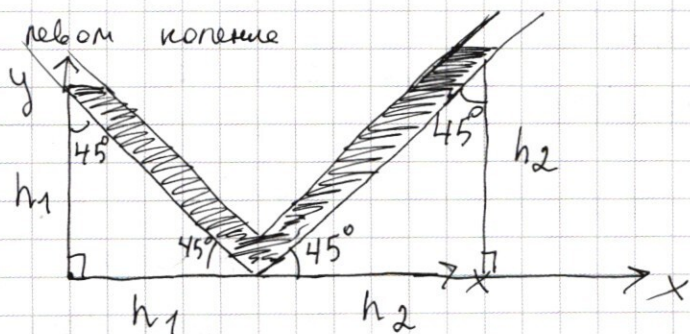


суммарное ускорение, действующее на шарики равно $\sqrt{g^2 + a^2} = a'$



поверхность шарики перпендикулярна действующему ускорению ~~то~~, а в данном случае действующему ускорению перпендикулярна линия, соединяющая вершины склонов шара в двух коленах

Введем систему координат прямоугол. с началом в основании перпендикуляра, опущенного из вершины склона шара в



интересующая нас прямая проходит через точки $(0; h_1)$ и $(h_1 + h_2; h_2)$

$$y = kx + b; \quad h_1 = 0 \cdot k + b \Rightarrow b = h_1$$

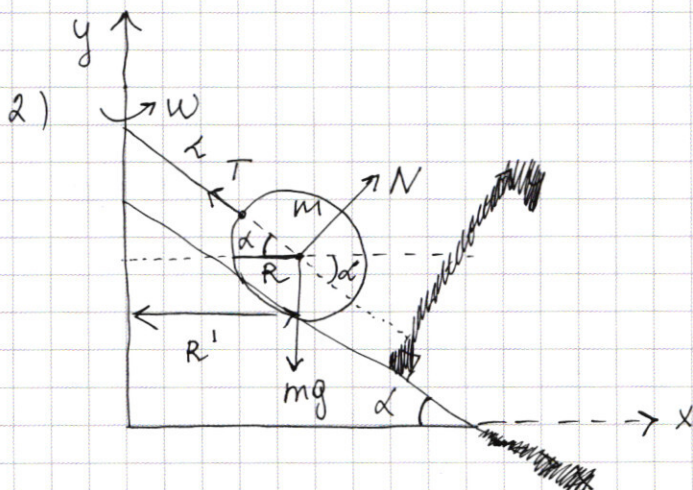
$$h_2 = k(h_1 + h_2) + h_1 \Rightarrow k = \frac{h_2 - h_1}{h_2 + h_1}$$

Произведение коэффициентов при x перпендикулярных прямых для прямой, на которой шарик действующее ускорение a' , коэффициент при x равен $\left(-\frac{g}{a}\right) \Rightarrow$

проекция
на OX: ~~то~~ $T = mg \sin \alpha$

на OY: $N = mg \cos \alpha \Rightarrow F_{\text{абрикис}} = P = N = mg \cos \alpha$

по III
заколу
Ньютона



по II закону Ньютона:

$$mg + N + T = \alpha m$$

$$\alpha = \frac{v^2}{R'}$$

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \frac{v^2}{R'} \\ v &= \omega R' \end{aligned} \right\} \Rightarrow \alpha = \omega^2 R' \quad (\text{где } R' - \text{радиус вращ.})$$

на OX: ~~$mg \sin \alpha - T =$~~

$$= -am \cos \alpha$$

на OY: ~~$-mg \cos \alpha + N$~~

на OX: $N \sin \alpha - T \cos \alpha = -am = -\omega^2 R' m$

$$T \cos \alpha - N \sin \alpha = \omega^2 R' m$$

на OY:

$$-mg + N \cos \alpha + T \sin \alpha = 0$$

$$\begin{cases} \cos \alpha \cdot T = \omega^2 R' m + N \sin \alpha & (1) \\ T \sin \alpha = mg - N \cos \alpha & (2) \end{cases}$$

поделим (2) на (1)

$$\boxed{R' = R + L \cos \alpha}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{mg - N \cos \alpha}{\omega^2 R' m + N \sin \alpha}$$

$$\operatorname{tg} \alpha \omega^2 R' m + \operatorname{tg} \alpha N \sin \alpha = mg - N \cos \alpha$$

$$N \sin \alpha \operatorname{tg} \alpha + N \cos \alpha = mg - m \omega^2 \operatorname{tg} \alpha R'$$

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

ОТВЕТ:

1) $mg \cos \alpha$

2) ~~$mg \sin \alpha$~~

$$\frac{m(g - \omega^2 \operatorname{tg} \alpha (R + L \cos \alpha))}{\sin \alpha \operatorname{tg} \alpha + \cos \alpha}$$

$$\sin \alpha \operatorname{tg} \alpha + \cos \alpha$$

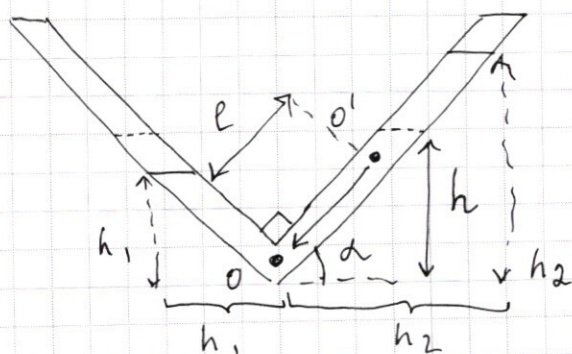
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$-\frac{g}{a} \cdot \frac{h_2 - h_1}{h_2 + h_1} = k_1 \cdot k_2 = -1 \Rightarrow g(h_2 - h_1) = a(h_2 + h_1)$$

$$gh_2 - ah_2 = h_1(g + a) \Rightarrow h_2 = \frac{h_1(g + a)}{g - a}$$

$$h_2 = 10 \text{ см} \cdot \frac{14 \text{ м/с}^2}{6 \text{ м/с}^2} = 23,3 \text{ см.}$$

- 2) т.к. сама трубка будет проходить в масле с той же скоростью, то в системе отсчета, связанной с трубкой на масло не будет действовать никаких сил $\Rightarrow$ в этой ^{центр тяжести} с.о. масла будет опускаться по закону сохранения энергии $mgh = \frac{mv^2}{2}$ (энергия потенциальной перейдет в кинетическую, v — искомая скорость, h — высота, на которую опустится центр тяжести масла)



длина отрезка равна $\sqrt{2}(h_1 + h_2)$ из Т. Пифагора
 $\Rightarrow$ центр тяжести находится на $r = \frac{\sqrt{2}}{2}(h_1 + h_2)$ от вершины

Пусть центр тяжести находится на e , $e = \frac{\sqrt{2}}{2}(h_1 + h_2) - h_1 \sqrt{2} =$

$$= \frac{\sqrt{2}}{2}(h_1 + h_2 - 2h_1) = \frac{\sqrt{2}}{2}(h_2 - h_1) = \frac{\sqrt{2}}{2}(23,3 - 10)$$

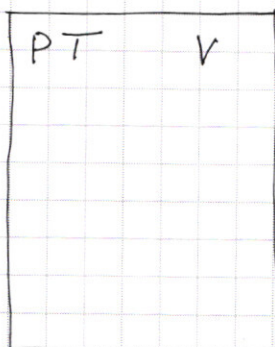
$$h = e \sin \alpha; \quad mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2ge \sin \alpha}$$

$$= \sqrt{2 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} (h_2 - h_1)} = \sqrt{10(h_2 - h_1)}$$

$$\approx \sqrt{10(23,3 - 10)} = \sqrt{10 \cdot 13,3} = \sqrt{133} \approx 11,5 \text{ см/с} = 0,115 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) 23,3 см 2) 0,115 м/с = 11,5 см/с

№ 5



закон Менделеева-Клапейрона:

$pV = \nu RT$, ν - объем сосуда в молярных единицах

$$p \frac{m_{\text{пара}}}{\rho_{\text{пара}}} = \frac{m_{\text{пара}}}{\mu} RT \quad (\mu_{\text{вода}} = \mu_{\text{вод. пара}})$$

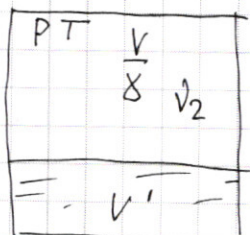
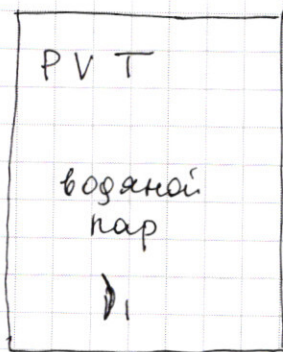
сократим $m_{\text{пара}}$ (масса вод. пара)

$$\frac{p}{\rho_{\text{пара}}} = \frac{RT}{\mu} \Rightarrow \rho_{\text{пара}} = \frac{p \cdot \mu}{RT}$$

$$= \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 0,018 \text{ кг/моль}}{8,31 \cdot 300 \text{ К}} \approx 0,025 \text{ кг/м}^3$$

(27°C = 300K)

2)



пусть объем воды стал V'

масса для (1) и (2):

$$pV = \nu RT$$

$$\frac{pV}{\rho} = \nu_2 RT \quad \text{сократим}$$

$$\rho = \frac{\nu}{V_2} \Rightarrow \nu_2 = \frac{\rho}{\rho} \quad \text{масса их разнице } V - V_2 = V - \frac{V}{\rho} =$$

$$= \frac{\rho - 1}{\rho} V - \text{полная стоимость испарившегося пара}$$

$$\text{масса } \frac{\rho - 1}{\rho} V \cdot \mu_B = \text{масса воды} = \rho V' \Rightarrow V' = \frac{\rho - 1}{\rho \rho} \cdot \mu_B \cdot V$$

$$V = \frac{\nu RT}{p}, \text{ масса и стоимость}$$

$$\frac{V}{V'} = \frac{\nu RT \rho}{R(\rho - 1)V \cdot \mu_B} = \frac{RT \rho}{\rho \mu_B (\rho - 1)} \approx 4,7 \cdot 10^5 = 47000$$

Ответ: 1) 0,025 кг/м³ 2) 47·10³

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4.

Diagram showing a V-shaped channel with two inclined planes at angle α . The left plane has height h_1 and the right plane has height h_2 . A fluid element of length a is shown on the right plane. A coordinate system (x, y) is defined with origin at the vertex, x along the right plane, and y perpendicular to it. The fluid element is at position $(-a, g)$ in this coordinate system.

Force analysis on the fluid element:

- Weight mg acts vertically downwards.
- Normal force F_n acts perpendicular to the right plane.
- Pressure force F_p acts horizontally to the left.

Geometric relations:

- $a' = \sqrt{a'^2 + g'^2}$
- $y = kx$
- $g = k \cdot (-a)$
- $k = \frac{-g}{a}$
- $\tan \beta = \frac{g}{a} = k_2$
- $k_1 \cdot k = -1$
- $\frac{g}{a} \cdot \frac{h_2 - h_1}{h_2 + h_1} = +1$

Calculation of the pressure force F_p :

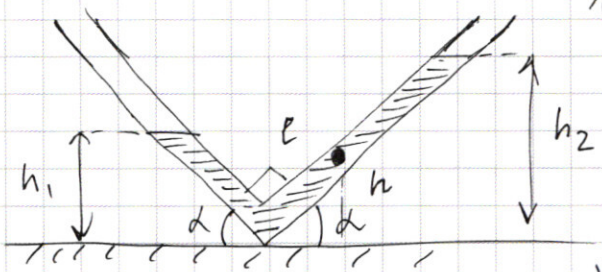
$$F_p = \rho g (h_2 - h_1) = a \rho (h_1 + h_2) S$$

Calculation of the normal force F_n :

$$F_n = \frac{\sqrt{2}}{2} (h_1 + h_2) - \sqrt{2} h_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} (h_1 + h_2 - 2\sqrt{2} h_2) = \frac{\sqrt{2}}{2} (h_2 + h_1(1 - 2\sqrt{2}))$$

Calculation of the fluid element's position:

$$g(h_2 - h_2) = a(h_2 + h_1) \Rightarrow h_2 = \frac{14}{5} \frac{10}{3}$$



$$\begin{array}{r} 121 \\ 144 \\ 2 \\ 115 \\ 115 \\ \hline 1575 \\ 115 \\ \hline 115 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1144 \\ 1144 \\ \hline 1576 \\ 1576 \\ \hline 144 \\ \hline 20736 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1143 \\ 1143 \\ \hline 1429 \\ 1572 \\ \hline 143 \\ \hline 20749 \end{array}$$

$$mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow 2gh = v^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,118} = \sqrt{2,36}$$

$$h = l \sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2} \left(h_2 + \frac{h_1}{2} \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \right) \sin \alpha = \frac{1}{2} \left(h_2 + h_1 \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \right) = \frac{1}{2} \left(23,3 + 10 \left(1 - \frac{1,4}{2} \right) \right) =$$

$$= \frac{1}{2} (23,3 + 10 \cdot 0,3) = \frac{1}{2} \cdot 23,6 = 11,8 \text{ cm} = 0,118 \text{ m}$$

$$0,1 \sqrt{236} \approx 15,36 \cdot 0,1 = 1,536 \text{ m/s}$$

$$\sqrt{285} < \sqrt{286} < \sqrt{287}$$

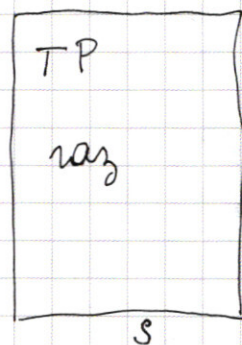
$$\begin{array}{r} 16 \\ 16 \\ \hline 96 \\ 16 \\ \hline 256 \\ 2 \\ \hline 15 \\ 15 \\ \hline 75 \\ 15 \\ \hline 225 \end{array} \quad \begin{array}{r} 15 < \sqrt{286} < 16 \\ 22 \\ 15,4 \\ 15,4 \\ \hline 626 \\ 1770 \\ 154 \\ \hline 237,26 \end{array} \quad \begin{array}{r} 15,3 \\ 15,3 \\ \hline 459 \\ 765 \\ 153 \\ \hline 234,09 \end{array}$$

$$= \frac{3,55 \cdot 18^6}{831 \cdot 8} = 0,025 \text{ m/m}^3$$

$$PV = \nu RT$$

$$\frac{PV}{\gamma} = \nu_2 RT$$

$$(\gamma - \gamma_2) p \gamma = m \gamma = p \gamma' \Rightarrow \gamma' = \frac{\gamma - \gamma_2}{\gamma} \gamma \gamma = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \gamma \gamma = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \gamma \gamma$$



$$T = \text{const}$$

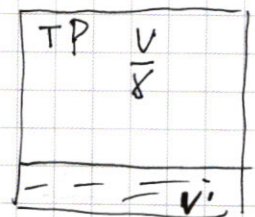
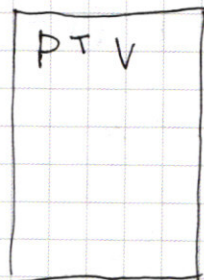
расшир - ?

$$PV = \nu RT$$

$$P \frac{m}{\rho} = \frac{m}{M} RT$$

$$\frac{P}{\rho} = \frac{RT}{M} \Rightarrow pM = \rho RT$$

$$\rho = \frac{pM}{RT} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 0,018 \text{ m/mol}}{8,31 \cdot 300 \text{ K}}$$



$$pM$$

$$V =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{\gamma-1}{\gamma} \Delta p = \rho V^2 \Rightarrow V^2 = \frac{(\gamma-1) \Delta p}{\gamma \rho} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{(\gamma-1) \Delta p}{\gamma \rho}}$$

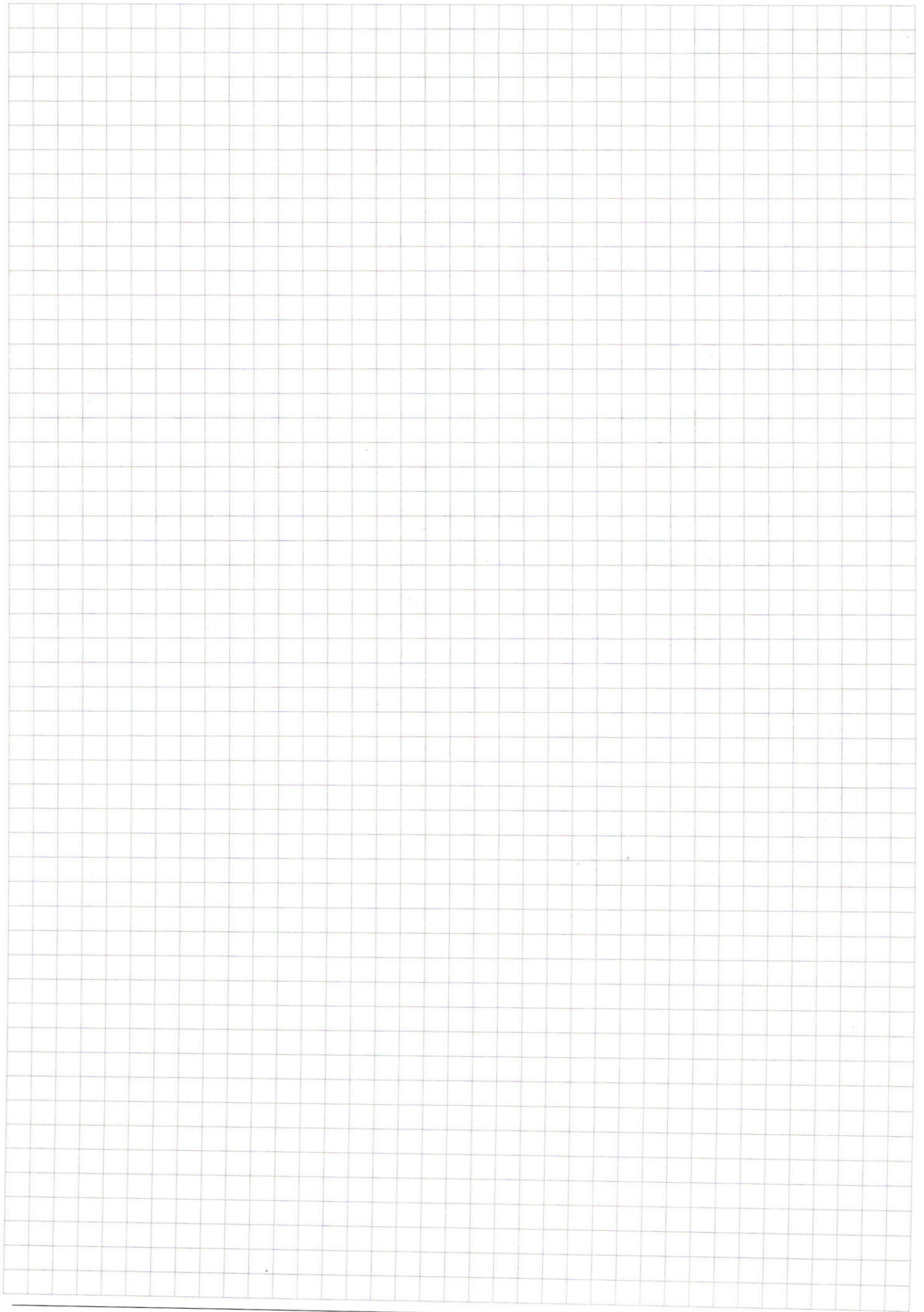
$$\rho = \frac{p}{RT} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{(\gamma-1) \Delta p}{\gamma p}}$$

$$\frac{V}{V_1} = \sqrt{\frac{RT \Delta p}{p(\gamma-1) \mu v}} = \sqrt{\frac{RT \Delta p}{p \mu v (\gamma-1)}} = \frac{8131 \cdot 300 \cdot 516 \cdot 1000}{3,55 \cdot 10^3 \cdot 0,018 \cdot 4,6} = \frac{277 \cdot 28}{46 \cdot 355 \cdot 18} \cdot 10^5 = \frac{277 \cdot 28}{46 \cdot 355} \cdot 10^5 = 0,44 \cdot 10^5 = 44000$$

$$\frac{3878}{8165} \approx \frac{3880}{8165} = \frac{388}{816}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ 277 \\ \times 14 \\ \hline 1108 \\ 277 \\ \hline 3878 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ 112 \\ 355 \\ \times 23 \\ \hline 1065 \\ 710 \\ \hline 8165 \end{array}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$V_x = \cos \alpha \cdot V_0 = V_0 \cos \alpha$$

$$V_y = -V_0 \sin \alpha = -10 \cdot \frac{1}{2} = -5 \text{ м/с}$$



$$V_{y2}^2 + V_0^2 \cos^2 \alpha = 4V_0^2$$

$$V_{y2}^2 = V_0^2 (4 - \cos^2 \alpha)$$

$$V_{y2} = V_0 \sqrt{4 - \cos^2 \alpha} = 10 \sqrt{4 - \frac{1}{4}} =$$

$$= 10 \frac{\sqrt{16-1}}{2} = 5\sqrt{15} \text{ м/с.}$$

$$|V_{y2}| - |V_y| = g\tau$$

$$\tau = \frac{|V_{y2}| - |V_y|}{g} = \frac{(5\sqrt{15} - 5) \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = \frac{5}{10} (\sqrt{15} - 1) = \frac{1}{2} (\sqrt{15} - 1) =$$

$$= 1.3 \text{ с}$$

$$3 < \sqrt{15} < 4$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 15 \\ \times 3,5 \\ \hline 105 \\ 1202 \\ \hline 1252 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 2 \\ \times 3,55 \\ \hline 1775 \\ 1065 \\ \hline 126025 \end{array}$$

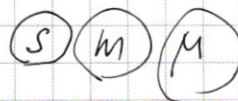
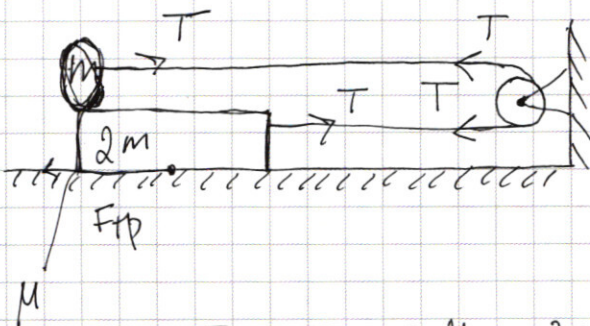
$$\begin{array}{r} 3,6 \\ \times 3,6 \\ \hline 216 \\ 3,55 \\ \times 5 \\ \hline 17,75 \\ 1296 \end{array}$$

$$6^4 = 3^4 \cdot 2^4 = 16 \cdot 81 = 1296$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 6,5 \\ \hline 195 \\ 130 \\ \hline 14,95 \end{array}$$

$$S = V_y \tau + \frac{g\tau^2}{2} = 5 \cdot 1,3 + \frac{10 \cdot 1,3^2}{2} = 6,5 + 6,5 \cdot 1,3 = 6,5 \cdot 2,3 =$$

$$= 14,95 \text{ м} \approx 15 \text{ м.}$$



~~3mg~~ 3mg

$$F_0 = T$$

$$F_0 = F_{\text{тр}} = \mu N = \mu 3mg$$

3) ускоренное движение

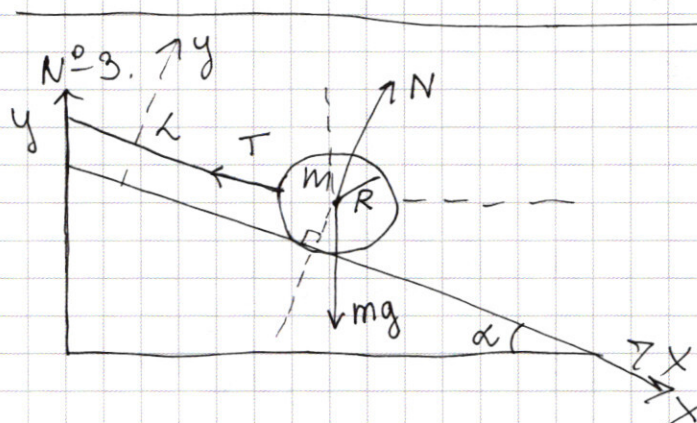
$$T = F > F_0$$

$$F - F_{\text{тр}} = F - \mu 3mg = a 3m$$

$$S = \frac{a \tau^2}{2}$$

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

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



$m R \propto L$

$F_{\text{гравитации}} = P_{\text{грав}} = N - ?$ по $\frac{1}{\sqrt{3}}$ 3 Нормо $\frac{1}{\sqrt{3}}$

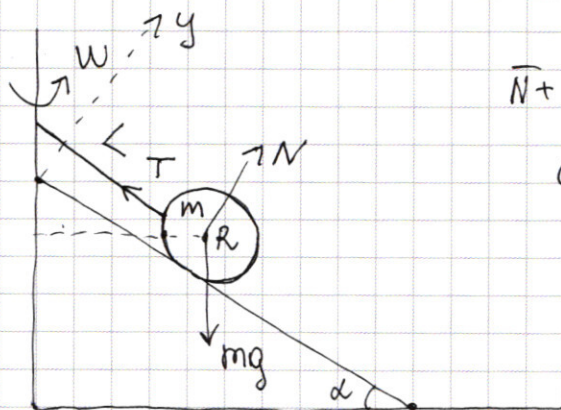
$$T + N + mg = 0$$

$$Ox: N \sin \alpha = T \cos \alpha$$

$$Oy: -mg$$

$$Ox: T = mg \sin \alpha$$

$$Oy: N = mg \cos \alpha$$



$$\bar{N} + \bar{T} + m\bar{g} = a\bar{m} = \omega^2 R' m$$

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

$$R' = R + L \cos \alpha$$

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

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