

Олимпиада «Физтех» по физике,

Вариант 10-01

Класс 10

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

1. Камень бросают с вышки со скоростью $V_0 = 8$ м/с под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. В полете камень все время приближался к горизонтальной поверхности Земли и упал на нее со скоростью $2,5V_0$.

- 1) Найти вертикальную компоненту скорости камня при падении на Землю.
 - 2) Найти время полета камня.
 - 3) Найти горизонтальное смещение камня за время полета.
- Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

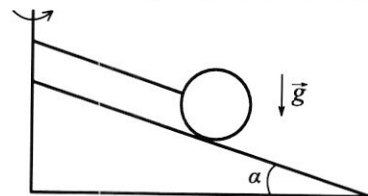
2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 5m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в 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) Какой скорости достигнет ящик, если 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.

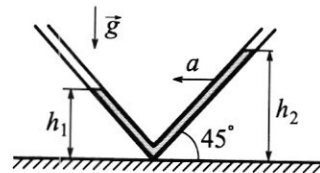
- 1) Найти силу натяжения нити, если система покоится.
- 2) Найти силу натяжения нити, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.



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 уровни масла в коленях трубки устанавливаются на высотах $h_1 = 8$ см и $h_2 = 12$ см.

- 1) Найдите ускорение a трубки.
- 2) С какой максимальной скоростью V будет двигаться жидкость относительно трубки после того как трубка внезапно станет двигаться равномерно (ускорение «исчезнет»)?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Действие сил трения пренебрежимо мало.

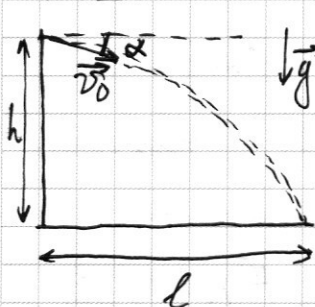


5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 95°C и давлении $P = 8,5 \cdot 10^4$ Па. В медленном изотермическом процессе уменьшения объема пар начинает конденсироваться, превращаясь в воду.

- 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 $\gamma = 4,7$ раза.
- Плотность и молярная масса воды $\rho = 1$ г/см³, $\mu = 18$ г/моль.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1.



$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{2}; \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$\vec{v}_0$ направлена к земле,
так как как камень всё
время приближался к ней

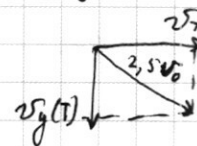
$$v_y(t) = v_0 \sin \alpha + gt$$

$$v_x(t) = \text{const} = v_x = v_0 \cos \alpha$$

в момент падения: $(2,5v_0)^2 = (v_0 \cos \alpha)^2 + (v_y(T))^2$

$$v_y(T) = \sqrt{(2,5v_0)^2 - (v_0 \cos \alpha)^2}$$

$$v_y(T) = v_0 \sqrt{6,25 - 0,25} = v_0 \sqrt{6}$$



$$T: v_y(T) = v_0 \sin \alpha + gT$$

$$v_0 \sqrt{6} = v_0 \frac{\sqrt{3}}{2} + gT$$

$$T = v_0 \cdot \frac{2\sqrt{6} - \sqrt{3}}{2g} = \frac{v_0}{2g} \cdot (2\sqrt{6} - \sqrt{3})$$

горизонтальное смещение: $l = v_x \cdot T = v_0 \cos \alpha \cdot T$

$$l = v_0 \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{v_0}{g} \cdot (2\sqrt{6} - \sqrt{3})$$

$$l = \frac{v_0^2}{g} \cdot \left(\frac{2\sqrt{18} - 3}{2} \right) = \frac{v_0^2}{g} \cdot \left(\frac{6\sqrt{2} - 3}{2} \right)$$

$$l = v_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{v_0^2}{2g} \cdot (2\sqrt{6} - \sqrt{3}) = \frac{v_0^3}{2g} \cdot \frac{2\sqrt{6} - \sqrt{3}}{2}$$

$$v_y(T) = v_0 \sqrt{6} = 8\sqrt{6} \text{ м/с}; T = \frac{v_0}{2g} (2\sqrt{6} - \sqrt{3}) = \frac{4}{2 \cdot 5} (2\sqrt{6} - \sqrt{3}) \text{ с} = \frac{2}{5} (2\sqrt{6} - \sqrt{3}) \text{ с}$$

$$l = \frac{v_0^3}{2g} \cdot \frac{2\sqrt{6} - \sqrt{3}}{2} = \frac{64(2\sqrt{6} - \sqrt{3})}{2 \cdot 2 \cdot 10} \text{ м} = \frac{16(2\sqrt{6} - \sqrt{3})}{2 \cdot 5} \text{ м} = \frac{8(2\sqrt{6} - \sqrt{3})}{5} \text{ м}$$

Ответ:

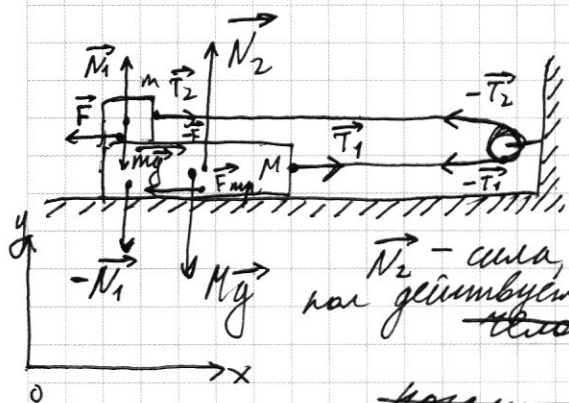
1) $v_0 \sqrt{6} = 8\sqrt{6} \text{ м/с}$

2) $\frac{v_0}{2g} (2\sqrt{6} - \sqrt{3}) = \frac{4\sqrt{6} - 2\sqrt{3}}{5} \text{ с}$

3) $\frac{v_0^3}{4g} (2\sqrt{6} - \sqrt{3}) = \frac{16\sqrt{2} - 8\sqrt{3}}{5} \text{ м}$

№ 2. →

$$m, M = 5m$$



канат невесомый $\Rightarrow$
 на человека сила $\vec{T}_2$, на блок $-\vec{T}_2$
 (III з-н Н.) на ящик сила $\vec{T}_1$, на блок $-\vec{T}_1$

Блок идеальный $\Rightarrow$

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$$

$\vec{N}_2$ - сила, с которой
 на действует на ящик.

человек: ~~на~~ Сила удержания человека

ногами в ящик ~~будет~~ человек удерживается

ногами в ящик, значит, со стороны ящика на
 него действуют силы $\vec{N}_1$ и $\vec{F}$ ($\vec{N}_1 \parallel OY$; $\vec{F} \parallel OX$). По
 III з-ну Н. на ящик со стороны человека будут дей-
 ствовать силы $-\vec{N}_1 \parallel OY$ и $-\vec{F} \parallel OX$. В направлении OY
 ящик и человек не движутся $\Rightarrow$

$$OY: \begin{cases} N_1 - mg = 0 \\ N_2 - N_1 - Mg = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \Rightarrow N_2 = (m+M)g = \boxed{6mg}$$

По III з-ну Н. ящик с человеком действуют на нас силой
 $-\vec{N}_2$, по модулю равной $6mg$.

В направлении OX на систему человек-ящик действуют
 силы ~~$\vec{T}_1$~~ $\vec{T}_1, \vec{T}_2$ и $\vec{F}_{тр}$, $|\vec{F}_{тр}| = \mu \cdot N_2 = 6\mu mg$.

$$2 \cdot T_{min} = 6\mu mg$$

$$\left. \begin{matrix} T_{min} = 3\mu mg \\ \vec{F}_A = -\vec{T}_2 \end{matrix} \right\} \Rightarrow \boxed{F_0 = T_{min} = 3\mu mg}$$

$$\vec{F} = -\vec{T}_2 \Rightarrow a = \frac{2F - 6\mu mg}{6m} \text{ - ускорение вдоль OX.}$$

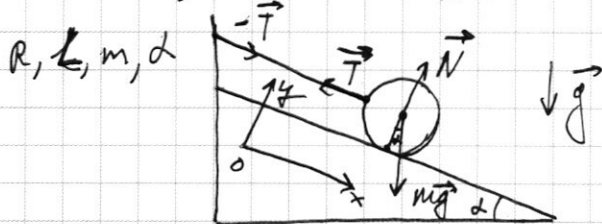
$$\frac{at^2}{2} = S \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}} \Rightarrow v = at = \sqrt{2aS}$$

$$v = \sqrt{2S \cdot \frac{2F - 6\mu mg}{6m}} = \sqrt{S \cdot \frac{2F - 6\mu mg}{3m}} = \boxed{\sqrt{2S \cdot \left(\frac{F}{3m} - \mu g\right)}}$$

Ответ: 1) $6mg$; 2) $3\mu mg$; 3) $\sqrt{2S \cdot \left(\frac{F}{3m} - \mu g\right)}$ ($F > F_0$).

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

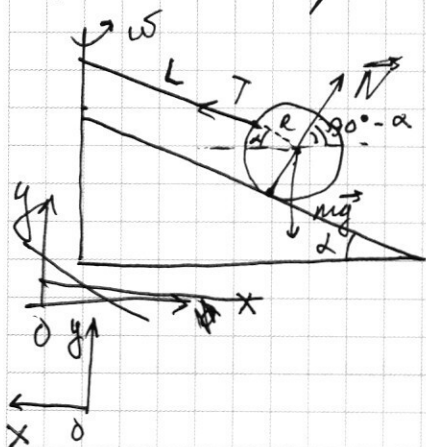
н.3. 1) система покоится: (предполагается, что клин каким-то образом закреплён или на него действует сила трения со стороны опоры)



на шар действуют силы: тяжести $\vec{mg}$, реакции со стороны клина $\vec{N}$, и сила натяжения клина $\vec{T}$

$$\begin{cases} OX: mg \sin \alpha - T = 0 \\ OY: N - mg \cos \alpha = 0 \end{cases} \Rightarrow \boxed{T = mg \sin \alpha}$$

2) система вращается:



$$m \cdot \frac{v^2}{(R+L) \cos \alpha} = m \cdot \omega^2 \cdot (R+L) \cos \alpha$$

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

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

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

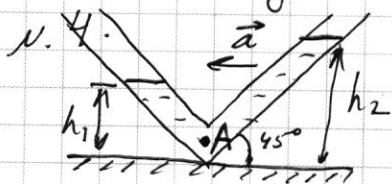
$$N \sin \alpha = (mg - T \sin \alpha) \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

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

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

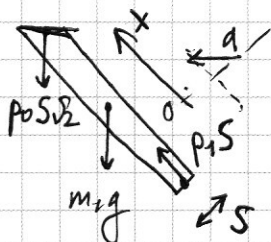
$$\boxed{T = mg \sin \alpha + m \omega^2 (R+L) \cos^2 \alpha}$$

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



1) Пусть давление в точке A равно P_1 .

Рассмотрим по отдельности силы, действующие на левую и правую части жидкости.



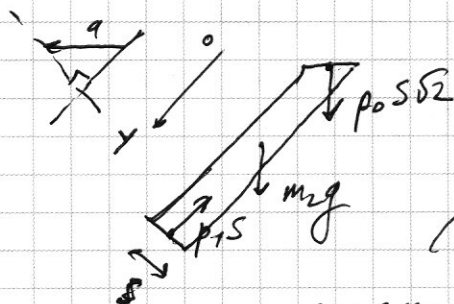
$$m_1 = \rho h_1 S \sqrt{2}$$

$$Ox: p_1 S - \frac{\rho h_1 S \sqrt{2} g}{\sqrt{2}} - \frac{p_0 S \sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{m_1 a}{\sqrt{2}}$$

(силы реакции стенок ^{левой} трубки в проекции на ось равны 0)

$$p_1 S - \rho g h_1 S - p_0 S = \rho h_1 S \cdot a$$

$$\underline{p_1 - p_0 - \rho g h_1 = \rho h_1 \cdot a} \quad (1)$$



$$m_2 = \rho h_2 S \sqrt{2}$$

$$Oy: p_0 S + \rho g h_2 S - p_1 S = m_2 a / \sqrt{2}$$

(силы реакции стенок правой трубки в проекции на Oy равны 0)

$$p_0 S + \rho g h_2 S - p_1 S = \rho h_2 S \cdot a$$

$$\underline{p_0 - p_1 + \rho g h_2 = \rho h_2 a} \quad (2)$$

из (1) и (2):

$$\begin{cases} p_1 - p_0 - \rho g h_1 = \rho h_1 a \\ p_0 - p_1 + \rho g h_2 = \rho h_2 a \end{cases} \Rightarrow \rho g (h_2 - h_1) = \rho a \cdot (h_1 + h_2)$$

так как $h_2 - h_1 > 0$, убеждаемся, что ускорение направлено влево

$$\boxed{a = g \cdot \frac{h_2 - h_1}{h_1 + h_2} = g \cdot \frac{4}{20} = 2 \text{ м/с}^2}$$

2) Перейдем в СО, движущуюся равномерно со скоростью v трубки. Пусть v — скорость жидкости относительно трубки:

$$\text{ЗСЭ} \rightarrow \underbrace{m \cdot \frac{h_1}{h_1 + h_2}}_{\text{начальная масса в левом колене}} \cdot g \cdot \frac{h_1}{2} + \underbrace{m \cdot \frac{h_2}{h_1 + h_2}}_{\text{в правом колене}} \cdot g \cdot \frac{h_2}{2} = E_1 -$$

начальная энергия системы, равная потенциальной энергии жидкости $\rightarrow$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\underbrace{m \frac{v^2}{2}}_{\text{кин. энергия}} + \underbrace{m \cdot \frac{h_1'}{h_1+h_2} \cdot g \cdot \frac{h_1'}{2} + m \cdot \frac{h_2'}{h_1+h_2} \cdot g \cdot \frac{h_2'}{2}}_{\text{потенциальная энергия}} = E_2 =$$

$$= m \frac{v^2}{2} + \frac{mg}{2(h_1+h_2)} \cdot (h_1'^2 + h_2'^2)$$

ЗСЭ: $E_1 = E_2$ (трение пренебрежимо мало)

$$\frac{mg}{2(h_1+h_2)} \cdot (h_1'^2 + h_2'^2) = \frac{mv^2}{2} + \frac{mg}{2(h_1+h_2)} (h_1'^2 + h_2'^2)$$

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

v максимально, когда $(h_1'^2 + h_2'^2)$ минимально:

$$h_1'^2 + h_2'^2 \geq 2h_1'h_2'$$

$$h_1' + h_2' = h_1 + h_2 \text{ (кол-во жидкости неизменно)}$$

$h_1'^2 + h_2'^2 = \underbrace{(h_1+h_2)^2}_{const} - 2h_1'h_2' \Rightarrow h_1'^2 + h_2'^2$ минимально при ~~максим~~ максимальном $h_1'h_2'$. $h_1' + h_2' = h_1 + h_2 = const \Rightarrow$

$$h_1' \cdot h_2' (\max) = \frac{(h_1+h_2)^2}{4} : h_1' = h_2' = \frac{h_1+h_2}{2}$$

$$v_{\max}^2 = \frac{g}{h_1+h_2} \left(h_1'^2 + h_2'^2 - 2 \cdot \frac{(h_1+h_2)^2}{4} \right) = \frac{g}{h_1+h_2} \left(h_1'^2 + h_2'^2 - \frac{(h_1+h_2)^2}{2} \right)$$

$$v_{\max}^2 = \frac{g}{h_1+h_2} \cdot \frac{h_1'^2 + h_2'^2 - 2h_1'h_2'}{2} = \frac{g(h_2-h_1)^2}{2(h_1+h_2)}$$

$$V = v_{\max} = \sqrt{\frac{g(h_2-h_1)^2}{2(h_2+h_1)}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 16}{2 \cdot 2}} \sqrt{\frac{10}{2} \cdot \frac{4}{20} \cdot \frac{4}{100}} \text{ м/с} = \sqrt{\frac{4}{100}} \text{ м/с} = 0,2 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) $g \cdot \frac{h_2-h_1}{h_1+h_2} = 2 \text{ м/с}^2$; 2) $\sqrt{\frac{g(h_2-h_1)^2}{2(h_2+h_1)}} = 0,2 \text{ м/с}$ →

$$n.5. T = (95 + 273) K = 368 K$$

$$p_{н.п.}(T) \approx const = p = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

Так как при изотермическом уменьшении объёма пар конденсируется, ~~но~~ он постоянно находится в динамическом равновесии с жидкостью, и, следовательно, является насыщенным. Значит, давление его постоянно и равно $p_{н.п.}(T) = p$.

$$p \cdot V_0 = \nu_0 RT \quad \text{— начальное состояние}$$

$$p \cdot V = \nu \cdot RT \Rightarrow p = \frac{m}{M \cdot V} RT \Rightarrow p = \frac{\rho \cdot M}{M} RT \Rightarrow \boxed{p_n = \frac{p \cdot M}{RT}}$$

то есть плотность пара остаётся постоянной ~~так~~ (плотность насыщенного пара)

$$\boxed{\frac{p_n}{p_g} = \frac{p \cdot M}{RT} \cdot \frac{1}{p} = \frac{p \cdot M}{p RT}} \quad \frac{p_n}{p_g} = \frac{8,5 \cdot 10^4 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{10^3 \cdot 8,31 \cdot 368} = \frac{85 \cdot 18}{8310 \cdot 368} =$$

$$= \frac{17 \cdot 9}{831 \cdot 368} = \frac{17 \cdot 3}{277 \cdot 368} = \frac{51}{101936} \approx$$

$$\approx \frac{51}{102 \cdot 10^3} = \boxed{0,5 \cdot 10^{-3}}$$

$$\begin{array}{r} 2 \cdot 368 \\ 277 \\ \hline 2576 \\ 2576 \\ \hline 738 \\ \hline 101936 \end{array}$$

$$2) \begin{cases} p \cdot V_0 = \nu_0 RT \\ p \cdot V_1 = \nu_1 RT \end{cases} \Rightarrow \frac{V_0}{V_1} = \frac{\nu_0}{\nu_1} = \gamma$$

$$\left. \begin{aligned} V_n &= \frac{M \cdot \nu_1}{p_n} \\ V_g &= \frac{M \cdot (\nu_0 - \nu_1)}{p_g} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{V_n}{V_g} = \frac{\nu_1}{p_n} : \frac{(\nu_0 - \nu_1)}{p_g} = \frac{p_g}{p_n} \cdot \frac{\nu_0 - \nu_1}{\nu_1} \cdot \frac{\nu_1}{\nu_0 - \nu_1}$$

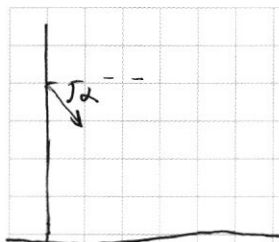
$$\boxed{\frac{V_n}{V_g} = \frac{p_g}{p_n} \cdot (\gamma - 1)^{-1} = \frac{p RT}{p \cdot M} \cdot (\gamma - 1)^{-1} = \frac{p RT}{p \cdot M (\gamma - 1)}}$$

$$\frac{V_n}{V_g} = \frac{1}{0,5 \cdot 10^{-3}} \cdot (3,7)^{-1} = 2 \cdot 10^3 \cdot (3,7)^{-1} = \frac{2000}{3,7} = \frac{20000}{37} \approx$$

$$\approx 540 \frac{20}{37} \approx 540,5$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{p_M}{p RT} \approx 0,5 \cdot 10^{-3}; \quad 2) \frac{p RT}{p \cdot M} \cdot \frac{1}{\gamma - 1} \approx 540,5$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

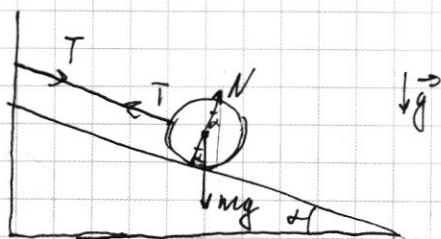
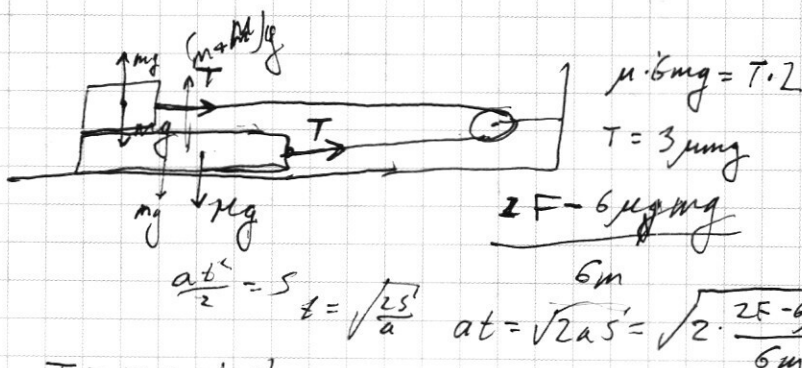
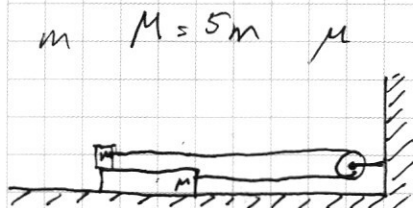


$$\begin{aligned} v_0 \cos \alpha &= v_0 \sin \alpha \\ v_0 \sin \alpha t + \frac{gt^2}{2} &= h \\ v_0 \cos \alpha t &= l \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_0 \sqrt{(2,5)^2 - \cos^2 \alpha} &= \\ = v_0 \cdot \sqrt{6,25 - 0,25} &= v_0 \sqrt{6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_0 \sin \alpha + gt &= v_0 \sqrt{6} \\ t &= \frac{v_0 (2\sqrt{6} - \sqrt{3})}{2g} \\ v_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{v_0 (2\sqrt{6} - \sqrt{3})}{2g} &= \frac{v_0^2 (2\sqrt{6} - \sqrt{3})}{4g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_0 \frac{\sqrt{3}}{2} + gt &= v_0 \sqrt{6} \\ gt &= v_0 \cdot \frac{2\sqrt{6} - \sqrt{3}}{2} \\ \frac{64(2\sqrt{6} - \sqrt{3})}{4 \cdot 10} &= \frac{8(2\sqrt{6} - \sqrt{3})}{5} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} T &= mg \sin \alpha \\ N \sin \alpha + T \cos \alpha &= mg \\ T \cos \alpha - N \sin \alpha &= m\omega^2 R = m\omega^2 l \cos \alpha \\ T \sin \alpha + N \cos \alpha &= mg \\ T &= N = \frac{mg - T \sin \alpha}{\cos \alpha} \end{aligned}$$

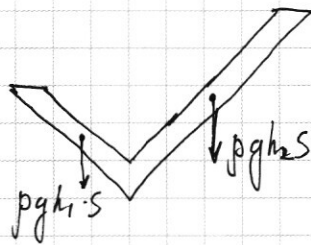
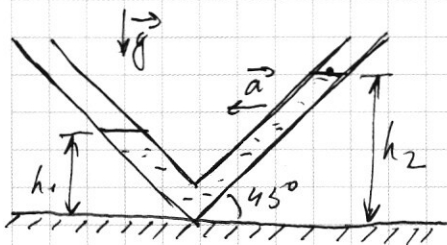
$$T \cos \alpha - (mg - T \sin \alpha) \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = m\omega^2 l \cos \alpha$$

$$T = (mg - T \sin \alpha) \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = m\omega^2 l$$

$$T + T \cdot \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = m\omega^2 l + mg \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$T \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} = m\omega^2 l + mg \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$T = m\omega^2 l \cos^2 \alpha + mg \sin \alpha$$



$t = 95^\circ\text{C}$ $p = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$ $T = 95 + 273 = 368 \text{ K}$

$$p_{\text{н.п.}} V_0 = \nu_0 RT$$

$$p_{\text{н.п.}}(T) = p$$

$$p_{\text{н.п.}} V_1 = \nu_1 RT$$

$$p_{\text{н.п.}} = \frac{m_0}{M_0} RT \cdot \frac{1}{V_0}$$

$$p_{\text{н.п.}} = \frac{p_0}{\mu} RT$$

$$p_0 = \frac{p_{\text{н.п.}} \cdot \mu}{RT}$$

$$p_{\text{н.п.}} = \frac{p_{\text{н.п.}} \cdot \mu}{RT}$$

$$\frac{8,5 \cdot 10^4 \cdot 0,018}{8,31 \cdot 368} = \frac{85 \cdot 18}{8,31 \cdot 368}$$

$$\begin{array}{r} 85 \\ 18 \\ \hline 680 \\ 25 \\ \hline 1530 \end{array}$$

$$85 \cdot 4$$

$$0,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{1}{2}$$

$$p_{\text{н.п.}} V_0 = \nu_0 RT$$

$$V_0 = \frac{\nu_0 RT}{p_{\text{н.п.}}}$$

$$p_{\text{н.п.}} \cdot \frac{V_0}{V_1} = \nu_1 RT$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ 368 \\ \hline 6648 \\ 4986 \\ 2493 \\ \hline 3058,08 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1530 \\ 3058 \\ \hline 4529 \end{array}$$

$$\frac{V_0}{V_1} = \frac{\nu_0}{\nu_1} = \gamma \quad \nu_1 = \frac{\nu_0}{\gamma} \quad \Delta V = \nu_0 \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right)$$

$$V_2 = \frac{V_0}{\gamma}$$

$$V_1 = \frac{\nu_0 RT}{\gamma p_{\text{н.п.}}}$$

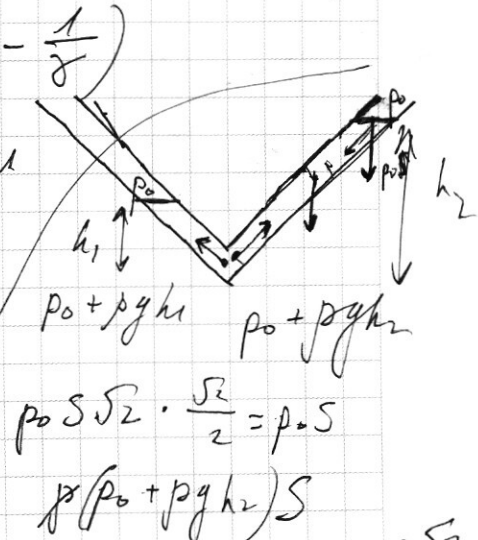
$$p_0 V_0 = \Delta V \cdot \mu$$

$$V_0 = \frac{\nu_0 \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) \mu}{p_0}$$

$$V_1 = \frac{\nu_0 RT}{\gamma p_{\text{н.п.}}}$$

$$\frac{RT}{\gamma p_{\text{н.п.}}} \cdot \frac{p_0}{\left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) \mu}$$

$$\frac{\mu}{p_0} \cdot \frac{p_0}{\left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) \mu}$$

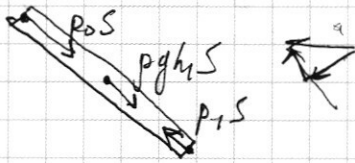


$$m_2 = p \cdot h_2 \cdot S \sqrt{2}$$

$$m_2 g = pgh_2 \cdot S \sqrt{2}$$

$$pgh_2 \cdot a = p_0 S + pgh_2 \cdot S - p_1 S$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$p_1 - p_0 - \rho g h_1 = a \cdot \rho h_1$$

$$p_0 + \rho g h_2 - p_1 = a \cdot \rho h_2$$

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

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

$$10 \cdot \frac{4}{20} = 2 \text{ м/с}^2$$

$$p_1 - p_0 - \rho g h_1 = \rho g \cdot h_1 \cdot \frac{h_2 - h_1}{h_2 + h_1}$$

$$p_1 - p_0 = \rho g h_1 \cdot \frac{2h_2}{h_2 + h_1} = \frac{2 \rho g h_1 h_2}{h_1 + h_2}$$

$$p_1 - p_0 = \frac{2 \rho g h_1 h_2}{H}$$

$$h_1 + h_2 = \text{const} = H$$

$$\rho g h_1 \left(\frac{2h_2}{H} - 1 \right) \quad \frac{d\sigma}{dt} = 0 \quad a = 0$$

$$\rho g h_2 \left(1 - \frac{2h_1}{H} \right) \quad h_1' = h_2' = \frac{H}{2}$$

$$\rho g H S \cdot \frac{H}{4} + \rho H S \cdot \frac{\sigma^2}{2} =$$

$$= \rho g H S \cdot \frac{H}{2}$$

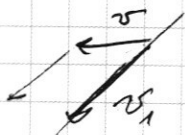
$$\rho H S \cdot \frac{\sigma^2}{2} = \rho g H S \cdot \frac{H}{4}$$

$$\frac{\sigma^2}{2} = \frac{gH}{4}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{gH}{2}}$$

$$\sigma^2 = \frac{gH}{2}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{gH}{2}}$$



$$H = h_1 + h_2$$

$$\frac{m \sigma^2}{2} + m \cdot \frac{h_1}{H} g \cdot \frac{h_1}{2} + m \cdot \frac{h_2}{H} g \cdot \frac{h_2}{2} =$$

$$\sigma^2 + \sigma_1^2 - 2\sigma\sigma_1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} =$$

$$= \frac{m \sigma^2}{2} + \frac{m(\sigma_1^2 - \sqrt{2}\sigma\sigma_1)}{2} + \frac{mg}{2H} \cdot \frac{H}{2} (h_1'^2 + h_2'^2)$$

$$= \sigma^2 + \sigma_1^2 - \sqrt{2}\sigma\sigma_1$$

$$\sigma^2 + \sigma_1^2 - \sqrt{2}\sigma\sigma_1$$

$$\frac{mg}{2H} (h_1'^2 + h_2'^2) = \frac{m}{2} (\sigma_1^2 - \sqrt{2}\sigma\sigma_1)$$

$$\frac{mg}{2H} (h_1'^2 + h_2'^2) = \frac{m \sigma^2}{2} + \frac{mg}{2H} (h_1'^2 + h_2'^2)$$

$$8^2 + 12^2 - \frac{20^2}{2} = h_1'^2 + h_2'^2 = \frac{H}{2}$$

$$\frac{mg}{2H} (h_1'^2 + h_2'^2 - \frac{H^2}{2}) = \frac{m}{2} \sigma^2$$

$$= 8 \quad \frac{10 \cdot 8 \cdot 0,01}{20} = 0,04$$

1 3 2 2
1 + 9 4 + 4

$$\frac{P_T}{P \cdot \gamma} \cdot \frac{P}{\mu(1 - \frac{1}{\gamma})} =$$

$$= \frac{P P_T}{P \mu (\gamma - 1)}$$

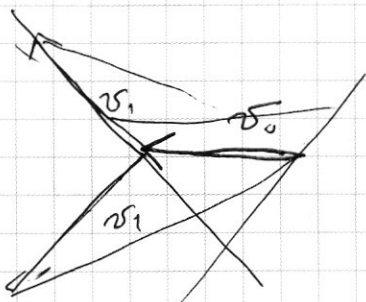
$$\frac{\mu \cdot v_1}{P n} = \frac{R T}{P} \cdot v_1 = \frac{R T}{P} \cdot v_0$$

$$\mu v_0 (1 - \frac{1}{\gamma})$$

$$\frac{P}{200157}$$

$$\begin{array}{r} 20000 \overline{) 154} \\ 185 \\ \underline{150} \\ 148 \\ \underline{20} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 101936 \overline{) 37} \\ 279 \\ \underline{279} \\ 003 \\ \underline{259} \\ 203 \\ \underline{185} \\ 185 \\ \underline{1} \end{array}$$



$$v_1, v_2 = \sqrt{2v^2 - v^2 \cdot \cos \alpha}$$

$$2v_1^2 = 2v^2 - v^2 \cdot \cos \alpha$$



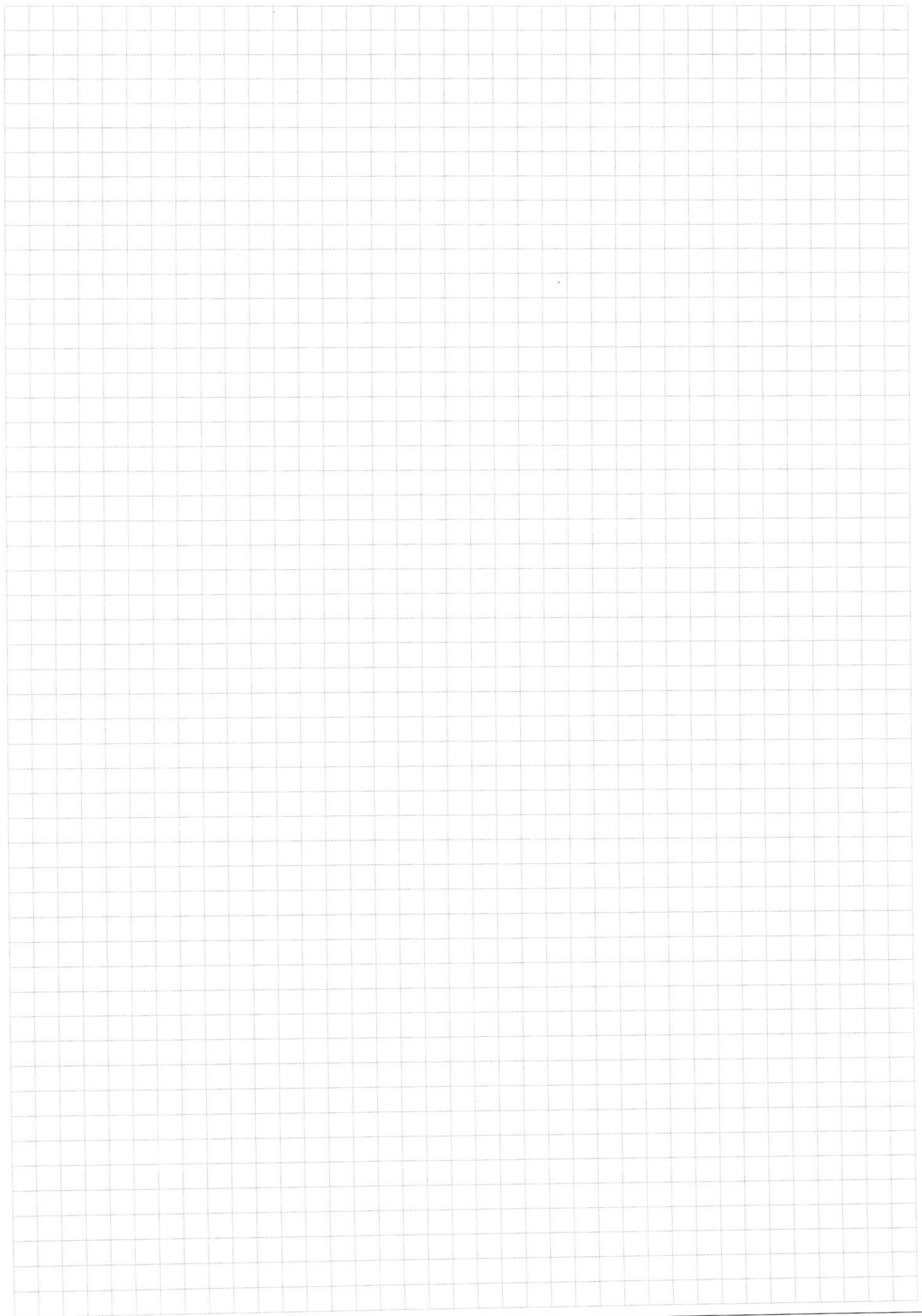
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)