

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-01

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

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.

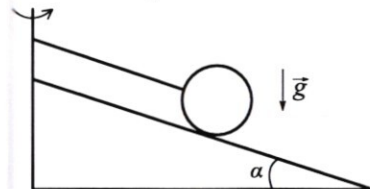
2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 5m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в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

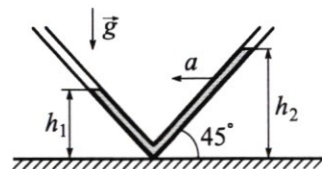
- 1) Найти силу натяжения нити, если система покоится.
- 2) Найти силу натяжения нити, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.



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 Дано:

$$V_0 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

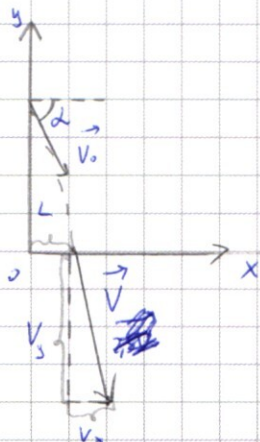
$$\alpha = 60^\circ$$

$$V = 2,5 V_0$$

1) $|V_y|$

2) t

3) L



Решение: т.к. камень все время приближается к пов.-ти Земли, он падает с самого начала вып.

1) $V_x = \text{const } (a_x = 0) = V_0 \cos \alpha$

По теореме Пифагора:

$$(2,5 V_0)^2 = (V_0 \cos \alpha)^2 + |V_y|^2 \Rightarrow$$

$$|V_y| = V_0 \sqrt{2,5^2 - \cos^2 \alpha} =$$

$$= 8 \sqrt{\frac{25}{4} - \cos^2 60^\circ} = 8 \sqrt{6} \approx 19,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

~~Решение: по теореме Пифагора~~

2) $-|V_y| = -V_0 \sin \alpha - g t \Rightarrow t = \frac{|V_y| - V_0 \sin \alpha}{g}$

$$= \frac{8\sqrt{6} - 8 \frac{\sqrt{3}}{2}}{10} = \frac{2\sqrt{3}(2\sqrt{2}-1)}{5} \approx 1,26 \text{ с}$$

3) $L = V_0 \cos \alpha t = \frac{8 \cdot \cos 60^\circ \cdot 2\sqrt{3}(2\sqrt{2}-1)}{5} = \frac{8\sqrt{3}(2\sqrt{2}-1)}{5} \approx$

$$\approx 5,04 \text{ м}$$

Ответ: $19,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $1,26 \text{ с}$; $5,04 \text{ м}$.

~ 3 Дано:

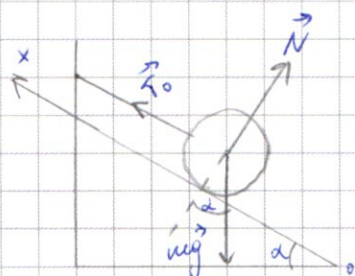
$$m; R;$$

$$d; L;$$

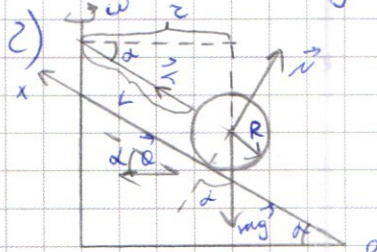
$$\omega$$

1) T_0

2) T



Решение: 1) По 1-му. равновесию на ОХ: $T_0 = mg \sin \alpha$.



Движ. упр-ние движение

$$mg + \vec{T} + \vec{F}_c = m\vec{a}$$

$$OX: -mg \sin \alpha + T = m a \cos \alpha$$

$$\Rightarrow T = m (a \cos \alpha + g \sin \alpha), \text{ где}$$

$$a = \omega^2 r$$

$$\text{где } r = (L + R) \cos \alpha$$

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

Ответ: 1) $T_0 = mg \sin \alpha;$

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

~5 Дано:

$$t = 95^\circ \text{C} \Rightarrow$$

$$T = 273 + 95 = 368 \text{ K}$$

$$P = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$\rho = 1 \text{ т/м}^3 = 10^6 \text{ кг/м}^3$$

$$\mu = 18 \text{ т/моль}$$

$$f = 4,7$$

1) $\frac{P_n}{P}$

2) $\frac{V_n}{V}$

Решение:

1) Упр-ние Менг-Кнем:

$$P_n X = \frac{P_n X}{\mu} RT \Rightarrow P_n = \frac{P_n \mu}{RT};$$

$$\frac{P_n}{P} = \frac{P_n \mu}{RT P} = \frac{8,5 \cdot 10^4 \cdot 18}{8,3 \cdot 368 \cdot 10^6} \approx 0,0005$$

2) Упр-ние Менг-Кнем:

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow m = \frac{\mu PV}{RT};$$

$$\frac{PV}{m} = \frac{RT}{\mu} = \text{const} \Rightarrow$$

$$\frac{P_n X}{m} = \frac{R X}{m' f} \Rightarrow m' = \frac{m}{f}$$

(Давление сократилось, т.к. пар насыщенно);

$$m_{\text{ж}} = m - m' = m \left(\frac{f-1}{f} \right) - \text{масса испар. воды}$$

$$\Rightarrow V_{\text{ж}} = \frac{m_{\text{ж}}}{\rho} = \frac{m (f-1) \mu}{f P} \Rightarrow \frac{V_n}{V} = \frac{X RT X P}{X \mu P X (f-1)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

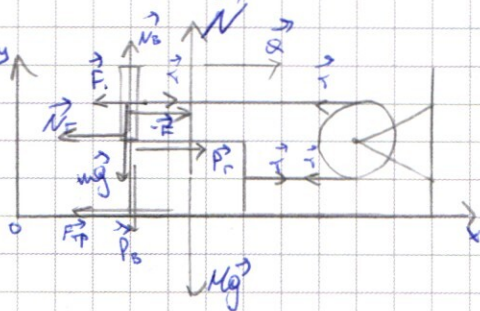
$$= \frac{8.3 \cdot 368 \cdot 10^6}{18.85 \cdot 10^4 \cdot (4.7 - 1)} \approx 560$$

Durben: 0,0005 ; 560

22 Dano: Penjualan:

M_{25m}

m)

Mi
S

1) F_g

2) f_0

3) V

$$N_B \cdot \mu_g = 0 \Rightarrow N_B = \mu_g, \text{ где по II 3-ку Ньютона}$$
$$N_B \sim P_B;$$
$$N - Mg - P_B = 0 \Rightarrow N = Mg + mg = 6 \text{ mg.}$$

2) Дан у-лине функ. где ~~на~~ кривога на Ox :

$$F_v - T = 0 \Rightarrow F_v = T \quad (m_{\text{kanon}} = 0)$$

где γ — коэффициент:

$$F_0 - N_r = 0 \Rightarrow N_r = F_0$$

где μ —

$$-F_{TP} \frac{1}{\sqrt{1+\beta^2}} + P_r = 0, \text{ где } P_r = N_r \text{ по III-му Канону;}$$

$F_{\text{TP}} = \mu N = 6,4 \text{ N}$

$\Rightarrow$ Leistung $\propto F_0 \Rightarrow F_0 \propto \text{Leistung}$

3) Дан. ур-ние свм. др. груза по ОХ:

Donny Kaldor & Co. Inc.

Phac. grandiflora

1) III 3-4 Повторяю:

$$\vec{N} = -\vec{F}_g \Rightarrow F_s = N$$

Дим. гр-ине свик на
ДУ для деловине и груза

$$-F_{TP} + F + T = 5mg$$

$$6mg + F + F = 5mg \Rightarrow$$

$$Q = \frac{2F}{5m} - \frac{6mg}{5};$$

$$P = \frac{V^2}{2Q} \Rightarrow V = \sqrt{2QS} = \sqrt{\frac{2}{5}S\left(\frac{2F}{m} - 6mg\right)}$$

Ответы: 1) $6mg$

2) $3mg$

$$3) \sqrt{\frac{2}{5}S\left(\frac{2F}{m} - 6mg\right)}$$

~ 4 Дано:

$$\alpha = 45^\circ;$$

$$h_1 = 8 \text{ см}$$

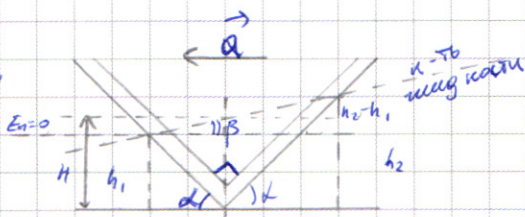
$$h_2 = 12 \text{ см}$$

Решение:

$$1) \text{tg} \beta = \frac{Q}{g} \Rightarrow$$

$$Q = g \text{tg} \beta;$$

$$\text{где } \text{tg} \beta = \frac{h_2 - h_1}{\frac{h_1}{\text{tg} \alpha} + \frac{h_2}{\text{tg} \alpha}} = \frac{(h_2 - h_1) \text{tg} \alpha}{h_1 + h_2}$$



1) $Q = ?$

2) $V = ?$

$$\Rightarrow Q = \frac{g \text{tg} \alpha (h_2 - h_1)}{h_2 + h_1} = \frac{10 \cdot \text{tg} 45^\circ (12 - 8)}{12 + 8} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) Жидкость будет ~~непрерывно~~ колебаться, пока не остановится на уровне $H = \frac{h_1 + h_2}{2}$.

Там же и будет макс. скорость в процессе колебания, т.к. там жидкость у левого коленя может остановиться жидкость правого колена, следовательно, она может замедлиться (а во всем она лишь ускоряется) $\Rightarrow$ в той точке будет макс. скорость.

$a = 0 \Rightarrow$ система отдыхает, свлз. с трубкой свл. ИСО

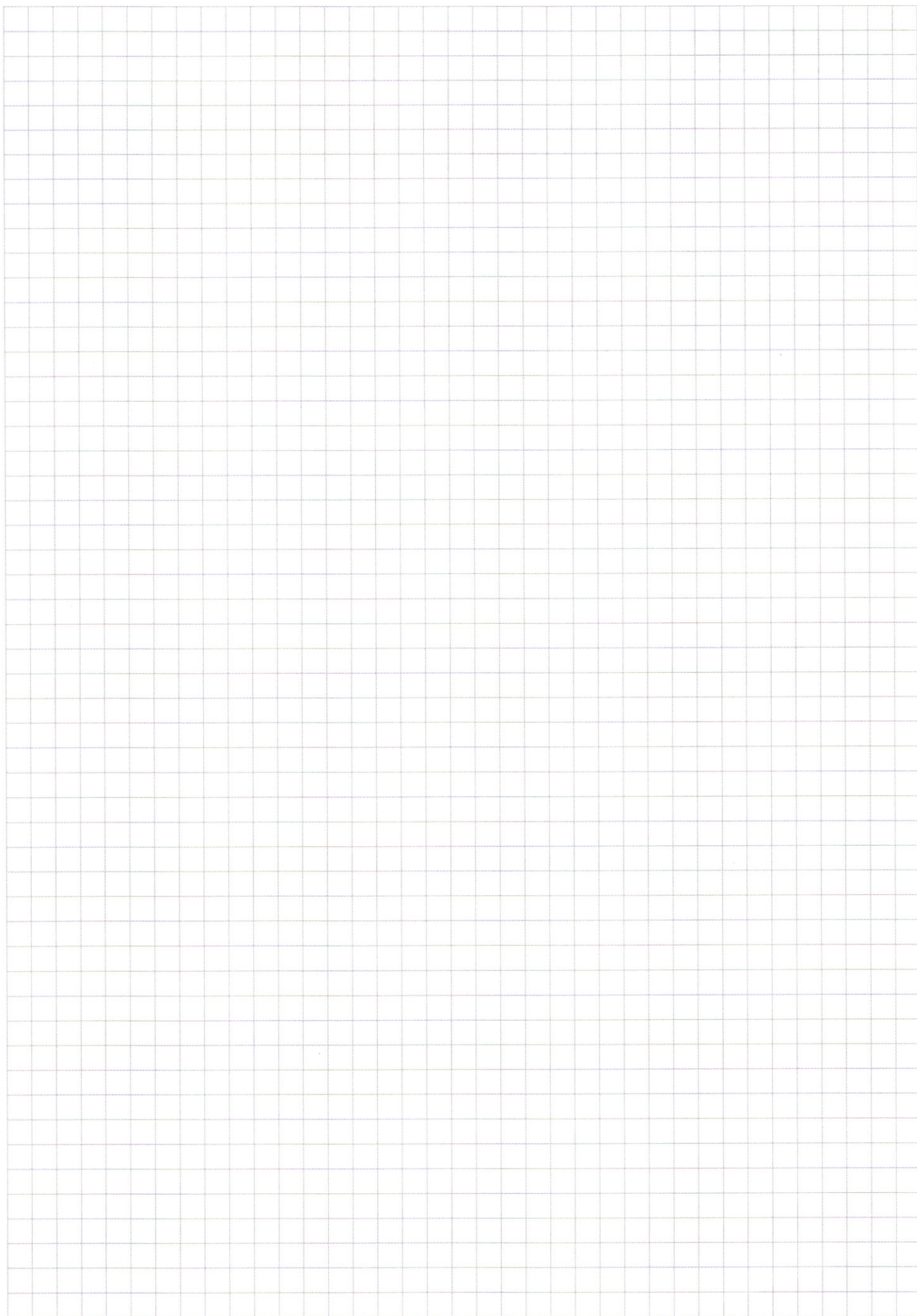
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

⇒ З.С. Для малой усадки жидкости массой Δm , выходящей на ее поверхности:

$$\Delta m g (h_2 - h_1) = \frac{\Delta m V^2}{2} + \Delta m g \left(\frac{h_2 + h_1}{2} - h_1 \right)$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{g(h_2 - h_1)} = \sqrt{10(1.12 - 0.8)} \approx 0.9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

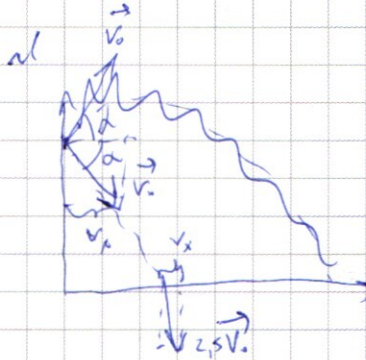
Ответ: 1) $2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ 2) $0.9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) 

$$\sqrt{(2.5V_0)^2 - (V_0 \cos \alpha)^2} = \frac{0.85}{6.8} \cdot V_0 \sqrt{2.5^2 - \frac{1}{4}} = \frac{2\sqrt{6}}{2} = \sqrt{6} V_0$$

$$\sqrt{\frac{5}{8} + \frac{1}{4}} = \sqrt{\frac{25}{4}} = \frac{5}{2} = 2.5$$

2) $-\sqrt{6} V_0 = -V_0 \sin \alpha - g t \Rightarrow t = \frac{V_0 (\sqrt{6} - \frac{\sqrt{3}}{2})}{2g} = \frac{V_0 \sqrt{3} (2\sqrt{2} - 1)}{2g}$

3) $V_0 \cos \alpha \cdot V_0 \sqrt{3} (2\sqrt{2} - 1) = \frac{V_0^2 \sqrt{3} (2\sqrt{2} - 1)}{2g}$

4) $\frac{19.2}{6.8} = \frac{12.6}{12.6}$

5) V_0, P_0
 $T_0 = 85.223 \text{ K}$
 $\approx 368 \text{ K}$

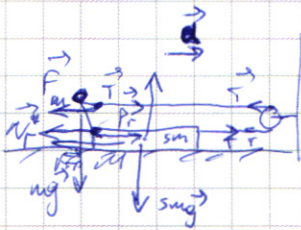
$\frac{P_0}{P_B} = \frac{P_M}{P_B} = \frac{10^2 \cdot 368 \cdot 8.3}{10^2 \cdot 20} = \frac{368}{20} = 18.4$

$\frac{P_0}{P_B} = \frac{m}{m'} \frac{RT}{RT} \Rightarrow \frac{V_0}{V_B} = \frac{V_0}{\gamma \cdot m_{\text{max}} P_B} \Rightarrow P_X = \frac{P_X}{m} \frac{RT}{RT} \Rightarrow P_X = \frac{P_M}{\gamma T}$

2) $\text{вопр. } F_0$ (мин. сила)

$\frac{P_X}{m} = \frac{P_X}{\gamma m'} \Rightarrow m' = \frac{m}{\gamma}$

$\frac{V_0}{V_B} = \frac{V_0}{\gamma m (1 - \frac{1}{\gamma}) P_B} = \frac{V_0}{m (\gamma - 1) P_B}$



Смуг.

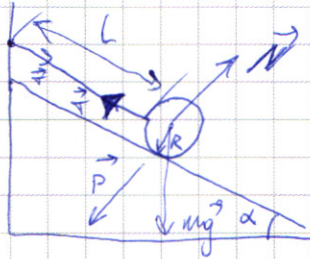
~~Ф~~

$$F_0 = T$$

$$F_0 = T - N_r \Rightarrow N_r = P_r = T - F_0$$

$$\mu \cdot 6mg = T + P_r = 2T - F_0$$

Ом. струя на не движется. уел. урзл = 0.



$$g(h_2 - h_1) - \int F_0 + N_r = T$$

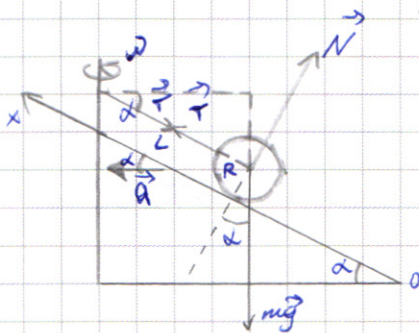
$$-g(h_2 - h_1) = \frac{1}{2} \mu \cdot 6mg = P_r + T$$

$$F_0 = ?$$

~ 3 решен

$$\text{на } OX: T = mg \sin \alpha$$

~~mg \cos \alpha~~



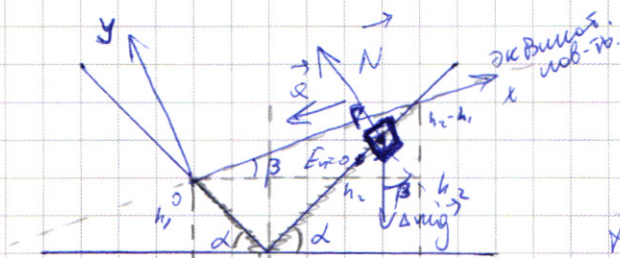
$$Q = \omega^2 (L + R) \cos \alpha;$$

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

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

$$\sqrt{0.4} = \frac{1}{10} \sqrt{40}$$

$$= \frac{1}{10} \sqrt{4 \cdot 10} = \frac{1}{10} \cdot 2 \sqrt{10} = \frac{1}{5} \sqrt{10}$$



$$h_2 = \frac{h_1}{e_2} \Rightarrow e_2 = h_2 \text{ cт } \alpha$$

$$h_1 \text{ cт } \alpha \text{ cт } h_2 \text{ cт } \alpha$$

$$\tan \beta = \frac{Q}{g} = \frac{h_2 - h_1}{(h_2 + h_1) \text{ cт } \alpha} \Rightarrow$$

В О, сфер струбкой:
масса будет ~~равна~~

$$Q = \frac{g(h_2 - h_1) \tan \alpha}{h_2 + h_1} = \frac{10(12.8) \cdot 1}{12.8 + 8} = \frac{128}{20.8} \approx 6.15$$

совершать гармонические

колебания. $V = V_{\max}$ в центре. (Как фокалет)

~~м~~

Водилим малую часть ~~массы~~ Δm .

$$\Delta mg \sin \beta = \Delta m \omega^2$$

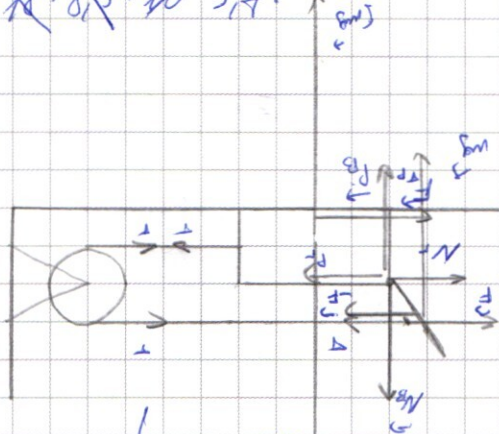
$$\frac{V_{\max}}{2g \sin \beta} = S \Rightarrow V_{\max} = \sqrt{2g S \sin \beta}$$

$$\Delta mg(h_2 - h_1) = \frac{\Delta m V^2}{2} \Rightarrow V = \sqrt{2g(h_2 - h_1)}$$

$$= \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 4} = 4\sqrt{5} \frac{m}{c}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{8.5 \cdot 368 \cdot 10^2}{18 \cdot 8.5 \cdot 10^4 \cdot 3.7} \approx \frac{2000}{3.7} \approx \frac{2000}{4} = 500$$



1. Grund 22.1.20

← $\delta_{nm} g_{21} \rightarrow$

$$F + T = N_r$$

$$! \log g = \log + \log 5 = \log 5 = N$$



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

$\frac{1}{2} + \text{Bund A}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund B}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund C}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund D}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund E}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund F}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund G}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund H}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund I}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund J}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund K}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund L}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund M}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund N}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund O}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund P}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund Q}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund R}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund S}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund T}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund U}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund V}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund W}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund X}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund Y}$
 $\frac{1}{2} + \text{Bund Z}$

$$\frac{1}{2} \log(h_2 - h_1)$$

~~$$\frac{\sigma_2}{\sqrt{2}} \approx \sqrt{205} z$$~~

~~$$- \frac{0.000035}{0.000035} = 0!$$~~

$$p + p_1 + \gamma = \text{swa}$$

$$F + V = N + V$$

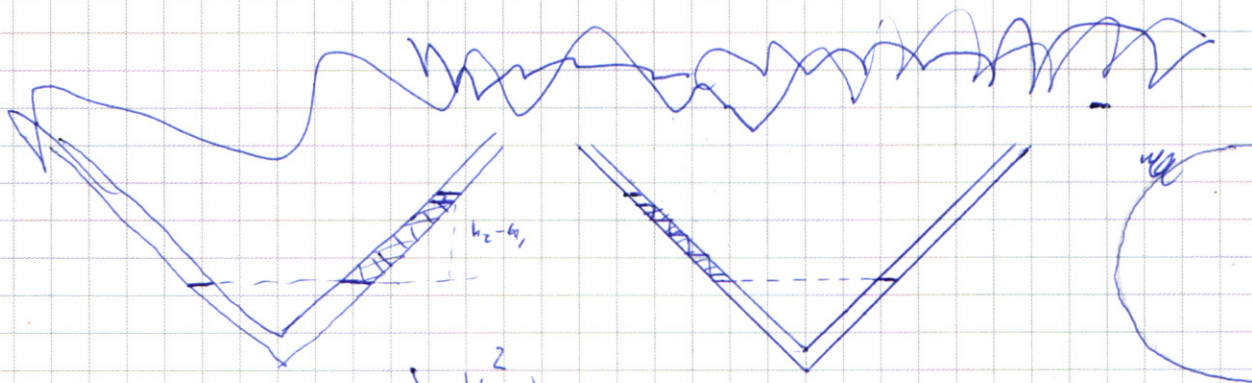
lenny

$$F = N = \Delta$$

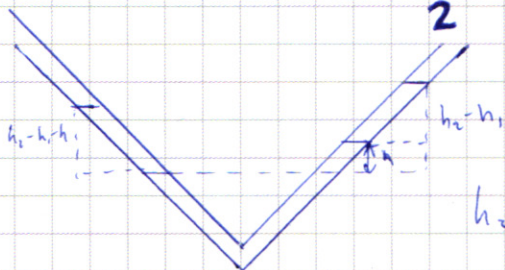
2. 本

$$P^+ = \lim_{t \rightarrow \infty} P_t$$

$$!N = \text{---}$$



$$\frac{\Delta m V^2}{2} + \Delta m g h_2 - \Delta m g (h_2 - h_1)$$



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

$$h_2 - h_1 - h$$

$$\Delta m g (h_2 - h_1 - h) = \frac{\Delta m V^2}{2}$$



$$\frac{(h_2 - h_1) \cdot \sin \alpha}{\sin \alpha} \rho \cdot \Delta$$

100