

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 10-01

Класс 10

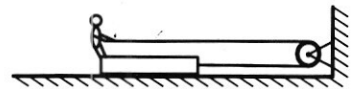
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без влс

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.

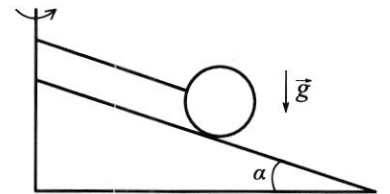
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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 .



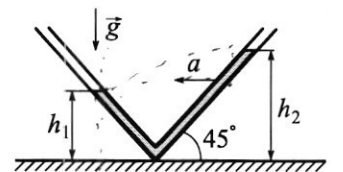
- 1) С какой силой ящик с человеком давят на пол при движении ящика?
- 2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?
- 3) Какой скорости достигнет ящик, если человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу F ($F > F_0$) к канату?

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

Задача 1

Дано:
 $v_0 = 8 \frac{м}{с}$
 $\alpha = 60^\circ$
 $v = 2,5 v_0$
 $v_y = ?$
 $t = ?$
 $L = ?$

Решение:

$$v_y = v_{0y} + g t \Rightarrow t = \frac{v_y - v_{0y}}{g}$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$v_y = v \sin \alpha = 2,5 v_0 \sin \alpha$$

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

$$= 8 \sqrt{6} \frac{м}{с} \approx 19,04 \frac{м}{с}$$

$$t = \frac{v_y - v_{0y}}{g} = \frac{8 \sqrt{6} - 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10} = \frac{4(2\sqrt{6} - \sqrt{3})}{10}$$

$$= \frac{4\sqrt{3}(2\sqrt{2} - 1)}{10} \approx \frac{17,94}{10} \approx 1,79 \approx 1,2 \text{ с}$$

$$L = v_{0x} \cdot t = v_0 \cos \alpha \cdot t = 8 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,2 = 4,8 \text{ м}$$

Ответ: $19,04 \frac{м}{с}$; $1,2 \text{ с}$; $4,8 \text{ м}$

Задача 2

Дано:
 $M = 5 \text{ м}$
 μ

1) $N = ?$
 2) $F_0 = ?$
 3) $F = ?$ при $F > F_0$

Решение:

1) $N = 5 \text{ кг} \cdot g + P = 6 \text{ кг}$
 $F_{тр} = \mu N = \mu \cdot 6 \text{ (IЗН)}$

2) F_0 , думает при $a = 0 \Rightarrow 2 F_0 = F_{тр} \Rightarrow F_0 = 3 \text{ кг}$

3) Рассмотрим блок и человека, как одно целое, тогда

$$6 \text{ м} \cdot a = 2 T - F_{тр} \text{ (IЗН)} \quad T = F \Rightarrow$$

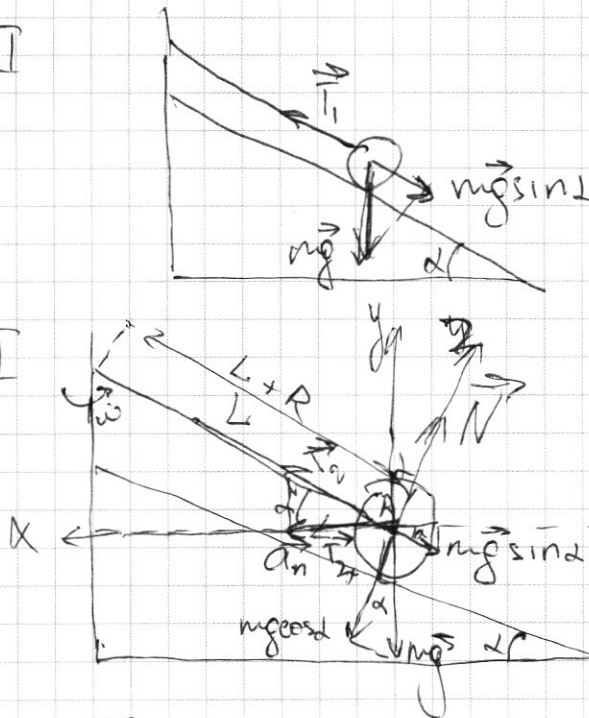
$$F = \frac{1}{3} F_{тр} - \mu g$$

$$a = \frac{F}{2 S} \Rightarrow \frac{1}{3} F_{тр} - \mu g$$

$$v = \sqrt{\frac{2 F S}{3 m} - 2 \mu g S}$$

Answer: $N = 6 \text{ mg}$; $\varphi_0 = 3 \text{ мкго}$; $\sigma = \sqrt{\frac{2 \cdot F \cdot S}{3 \cdot m} - 2 \cdot 195}$

№3
R
L
 α
w
T₁ - ?
T₂ - ?



no I 3 M.
 $T_1 = m g \sin \alpha$

Z: $N = m g \cos \alpha$ (3 M)
II 3 M.

X: $m a_n = T_2 \cos \alpha - m g \sin \alpha \cos \alpha - N \cdot \sin \alpha$

$T_2 = \frac{m a_n}{\cos \alpha} + m g \sin \alpha + N \cdot \tan \alpha$

$T_2 = \frac{m a_n}{\cos \alpha} + m g \sin \alpha + m g \cos \alpha \cdot \tan \alpha = \frac{m a_n}{\cos \alpha} + 2 m g \sin \alpha$

$a_n = \omega^2 ((R+L) \cdot \cos \alpha)$

$T_2 = m \omega^2 (R+L) + 2 m g \sin \alpha$

Answer: $T_1 = m g \sin \alpha$; $T_2 = m \omega^2 (R+L) + 2 m g \sin \alpha$

№4

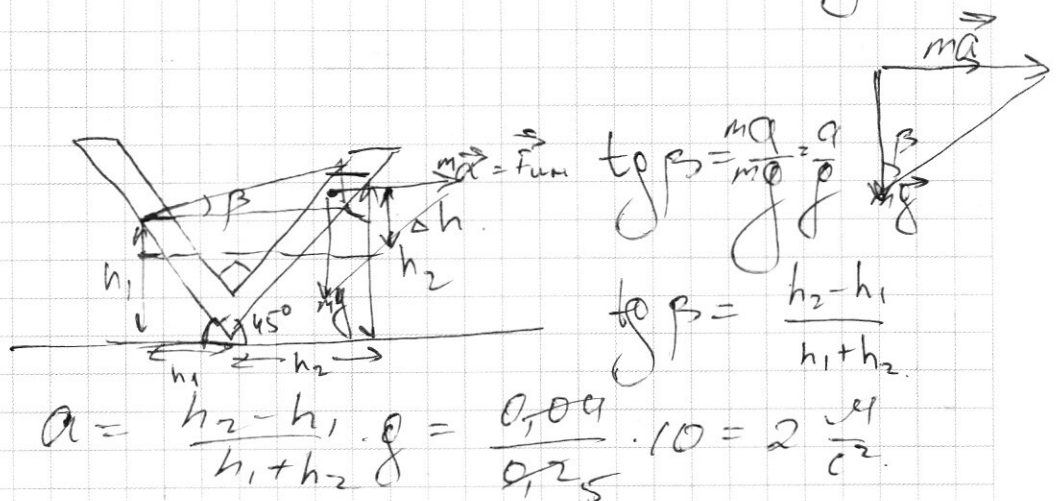
$\alpha = 45^\circ$

$h_1 = 0,08 \text{ cm}$

$h_2 = 0,02 \text{ cm}$

$a = ?$

$\sigma = ?$



$a = \frac{h_2 - h_1}{h_1 + h_2} \cdot g = \frac{0,04}{0,25} \cdot 10 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\sigma_{\max} = a \cdot t$; но т.к $t \rightarrow 0 \Rightarrow \sigma = 0$

Answer: $2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; $0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\mu S. p_6 = 1000 \text{ кПа}$
 $T = 368 \text{ K}$
 $P = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$

$\mu = 182 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

$\frac{p_2}{p_6} = ?$

$\gamma = 4,7$

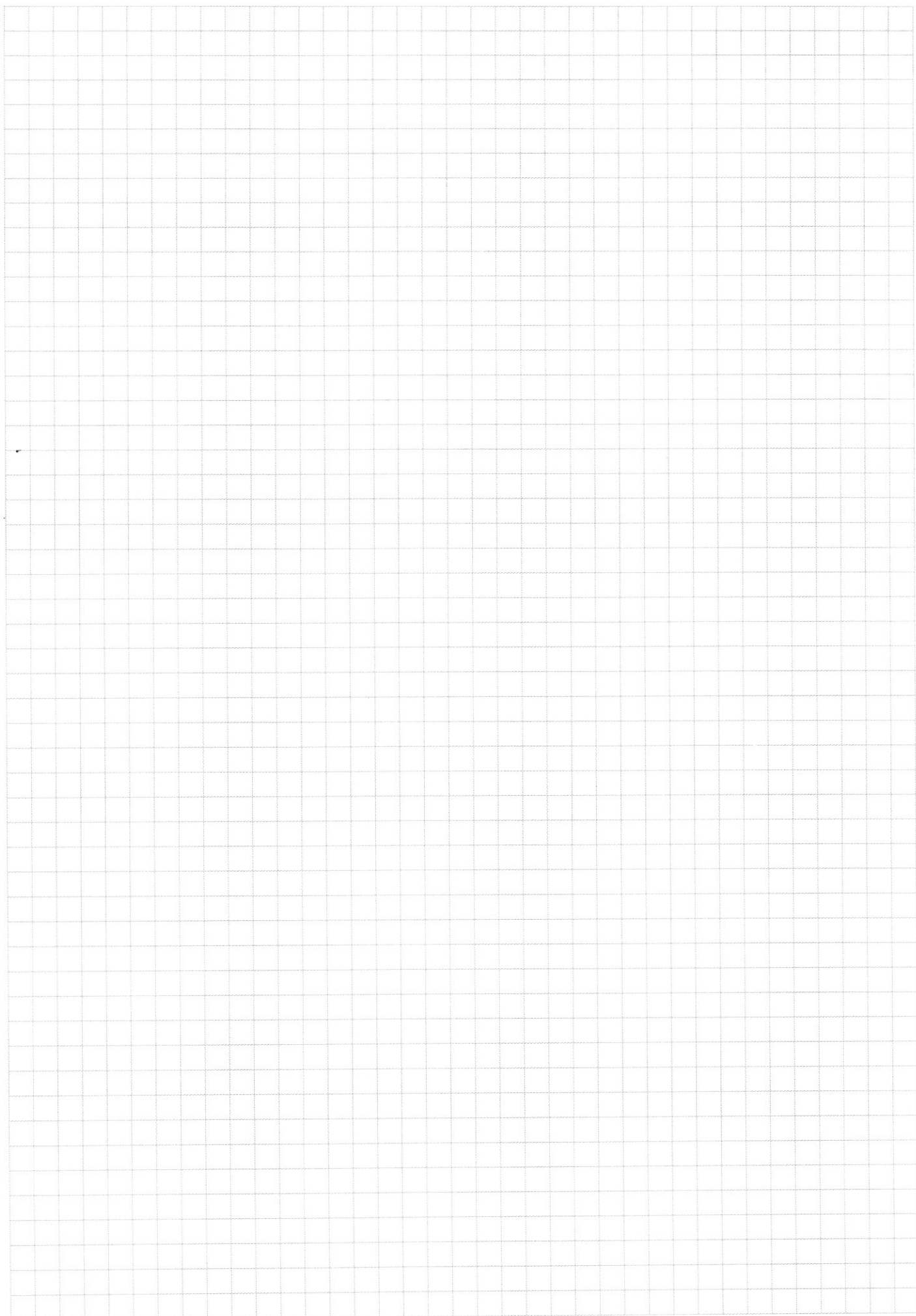
$\frac{V_1}{V_2} = ?$



$pV = \frac{p_2 V_2}{\mu} RT \Rightarrow$
 $\Rightarrow p_2 = \frac{\mu P}{RT}$

$\frac{p_2}{p_6} = \frac{\mu P}{RT} = \frac{8,5 \cdot 10^4 \cdot 0,018}{8 \cdot 386 \cdot 1000} \approx \frac{9}{19200}$

Ответ: $\frac{p_2}{p_6} \approx \frac{9}{19200}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\alpha = 45^\circ$$

$$h_1 = 8 \text{ см}$$

$$h_2 = 12 \text{ см}$$

$$a = ?$$

$$V = ?$$

$$\frac{283}{368}$$

$$T = 368 \text{ К}$$

$$P = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$a) \frac{P_n}{P_0} = ?$$

$$b) \gamma = 4,7 \frac{V_n}{V_0}$$

$$\rho = 12 \text{ см}^3$$

$$\mu = 182 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$V = 2,5 \cdot 8 = 20 \text{ см}^3$$

$$V_* = 8 \cdot \frac{1}{2} = 4 \text{ см}^3$$

$$V_y = \sqrt{384} = \sqrt{8 \cdot 48} = 8\sqrt{6} - 4\sqrt{3}$$

$$\frac{12}{1,4} = 8,57$$

$$\frac{176}{238} = 0,739$$

$$\frac{1904}{1904}$$

$$\frac{12}{1,4} = 8,57$$

$$\frac{1904}{1904}$$

$$\frac{1904}{1904}$$

$$\frac{12}{1,4} = 8,57$$

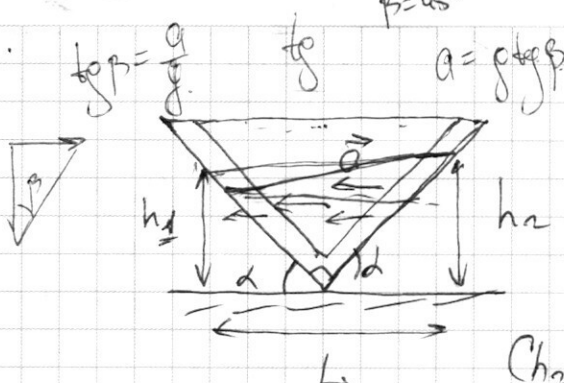
$$\frac{1904}{1904}$$

$$\frac{1904}{1904}$$

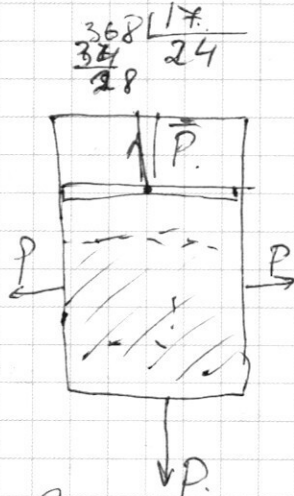
$$\frac{12}{1,4} = 8,57$$

$$\frac{1904}{1904}$$

$$\frac{1904}{1904}$$



$$v_n = at = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



$$\frac{283}{368}$$

$$\frac{q}{s} = \frac{ah}{L}$$

$$a = \frac{h \cdot g}{L}$$

$$\frac{10 \cdot 4}{20 \cdot \frac{12}{2}} = 2\sqrt{2} = 2,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

$$V_1 = \frac{\mu RT}{P} = \frac{18,018 \cdot 8,5 \cdot 10^4 \cdot 368}{8,5 \cdot 10^4}$$

$$PV = \frac{P_n V}{\mu} RT$$

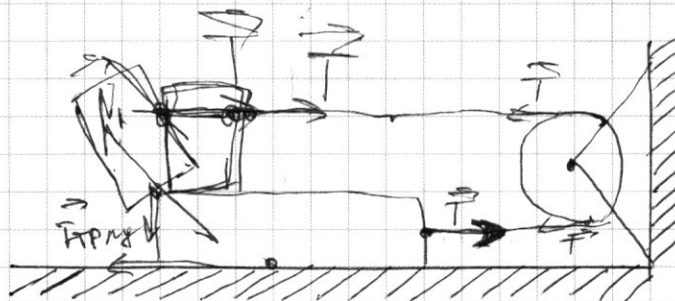
$$\frac{P_n}{P_0} = \frac{P_n \mu}{RT} = \frac{P_n \mu}{RT} = \frac{8,5 \cdot 10^4 \cdot 18,018}{8 \cdot 368 \cdot 1000}$$

$$= \frac{85 \cdot 185}{8 \cdot 368} = \frac{85 \cdot 9}{4 \cdot 368} = \frac{547,5}{1472}$$

$$\frac{65}{96000} = \frac{9}{19200}$$

$$\frac{39}{1,6}$$

12



$$N_2 = 6mg$$

$$ma = T$$

$$5ma = T - \mu 6mg$$

$$6ma = 2T - \mu 6mg$$

$$T = 3m(a + \mu g)$$

$$a = \frac{1}{5} \frac{F}{m} - \mu g$$

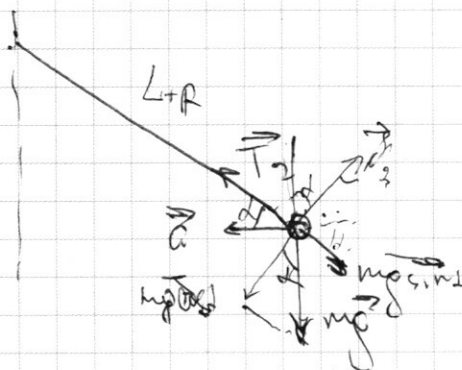
$$v_{max} = \sqrt{\frac{2}{3} \frac{F}{m} - 2\mu g}$$

$$\rho \Delta V g = \rho g h S$$

$$\rho \frac{L}{2} S a = \rho g h S$$

$$a = \frac{2hg}{L}$$

13

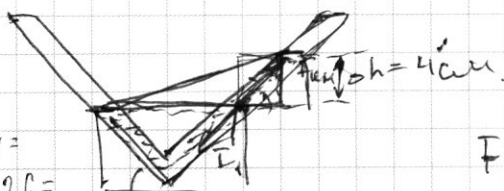


$$a = (L+R) \cos \alpha \cdot \omega^2$$

$$T_2 \cos \alpha = mg \sin \alpha \cos \alpha + N_2 \sin \alpha + ma$$

$$T_2 = \frac{ma}{\cos \alpha} + mg \sin \alpha + N_2 \tan \alpha$$

$$T_2 = m \omega^2 (L+R) + 2mg \sin \alpha$$



$$2h_1 \cos \alpha$$

$$\rho g h$$

$$h = l \cos \alpha$$

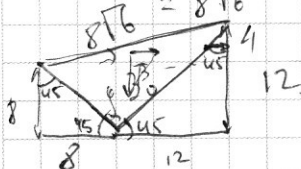
$$l = \frac{h}{\cos \alpha}$$

$$416 = 4 \cdot 104 =$$

$$= 4 \cdot 4 \cdot 26 =$$

$$= 4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 13 =$$

$$= 8 \cdot 16$$



$$\frac{a}{g} = \tan \beta = \frac{1}{5}$$

$$a = \frac{g}{5}$$

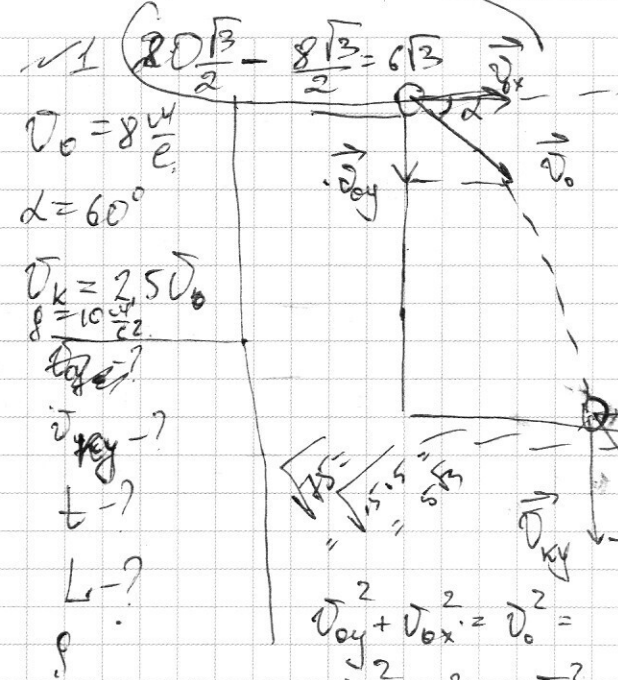
$$F_1 = F_{\text{max}}$$

$$\rho g h S = \rho g S 2h_1 \cos \alpha \cdot a$$

$$a = \frac{g \cdot h}{2h_1 \cos \alpha} = \frac{10 \cdot 0.04}{2 \cdot 0.08 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} = 2.5 \sqrt{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$(20-4)(20+4) = 160 - 16 = 144 = 12^2$$



$$v_0 = 8 \frac{m}{c}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$v_k = 2.5 v_0$$

$$8 = 10 \frac{m}{c}$$

$$v_{ky} = ?$$

$$t = ?$$

$$L = ?$$

$$g$$

$$\frac{64}{48} = 8 \sqrt{6} = 16.3$$

$$v_{oy}^2 + v_{ox}^2 = v_0^2$$

$$= v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha = v_0^2$$

$$v_y^2 = v_0^2 (1 - \cos^2 \alpha)$$

$$v_y = v_0 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

$$t = \frac{v_{ky} - v_{oy}}{g}$$

$$v_{oy} = \sqrt{v_0^2 - v_x^2} = \sqrt{64 - 16} = \sqrt{48} = 4\sqrt{3}$$

$$t = \frac{4\sqrt{3} - 4\sqrt{3}}{10} = \frac{4(2\sqrt{3} - \sqrt{3})}{10} = \frac{4 \cdot \sqrt{3}}{10} = 0.6928$$

$$L = 4 \cdot 0.12 = 0.48$$

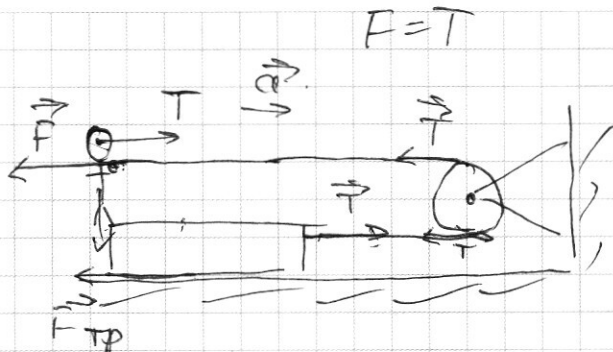
$$t = \frac{v_{ky} - v_{oy}}{g} = \frac{20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10} = \frac{6\sqrt{3}}{10} \approx 1.04$$

№2

S
m
M=5m

$\mu F > F_0$

N-?
 $F_{\text{тр}} = ?$
a-?



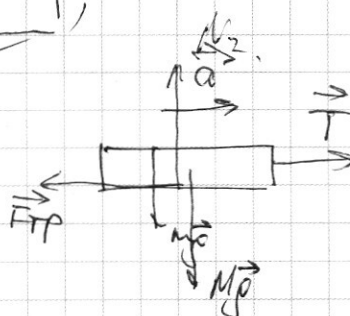
F=T

$$S = \frac{v_{\text{max}}^2}{2a}$$

$$a = \frac{v_{\text{max}}^2}{2S}$$

1) $N_2 = (m + 5m)g = 6mg$

$F_{\text{тр}} = \mu 6mg$



$6ma = T - \mu 6mg$

$ma = T$

$5T = T - \mu 6mg$

$4T =$

$4ma =$

$5 = \frac{T - \mu 6mg}{T}$

$6ma = F - \mu 6mg$

II) при F_{min} $T = T = \mu 6mg$

III) $6ma = F - \mu 6mg \Rightarrow a = \frac{F}{6m} - \mu g = \frac{v_m^2}{2S}$

$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{FS}{3m} - 2\mu g S}$

$\frac{u}{k_1} = \frac{u}{c^2} \text{ или } - \frac{u}{c^2} \cdot u$

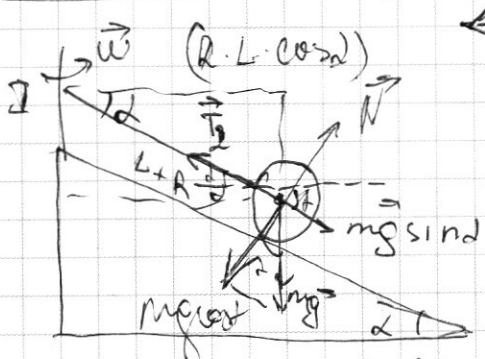
№3

m
R
L

$T_1 = ?$

$T_2 = ?$

при $\omega = ?$



при $a=0$
 $T_1 = mg \sin \alpha$

$a_{\text{це}} = \omega^2 (R \cdot L \cdot \cos \alpha)$

$ma_{\text{це}} = T_2 - mg \sin \alpha$

$T_2 = mg \sin \alpha + m \omega^2 R \cdot L \cdot \cos \alpha$

$ma_{\text{це}} = T_2 \cos \alpha - mg \sin \alpha \cos \alpha \Rightarrow T_2 = m \omega^2 R L + mg \sin \alpha + N \cdot \cos \alpha = mg \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$



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)

