Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 10

Вариант 10-01

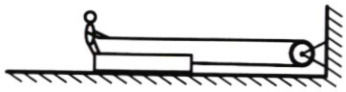
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без в

1. Камень бросают с вышки со скоростью $V_0 = 8$ м/с под углом $\alpha = 60^0$ 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/с^2. Сопротивление воздуха не учитывать.

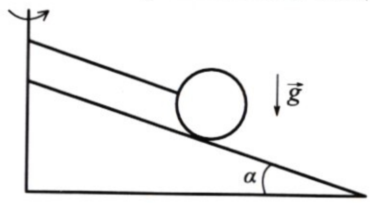
2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 5m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в 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 F_0 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?

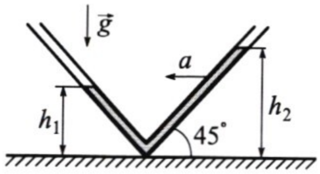
3. Однородный шар массой m и радиусом R находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной L, привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.

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 $\alpha = 45^0$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении уровни масла в коленах 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/с^2. Действие сил трения пренебрежимо мало.

5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 95 ^{0}С 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/см^3, $\mu = 18$ г/моль.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

Дано:

$\alpha = 60^\circ$

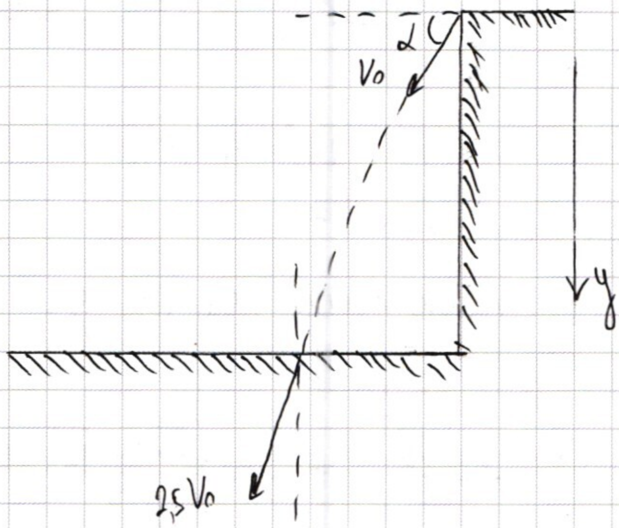
$V_0 = 8\ \frac{м}{с}$

$V_к = 2{,}5\ V_0$

1) V_y

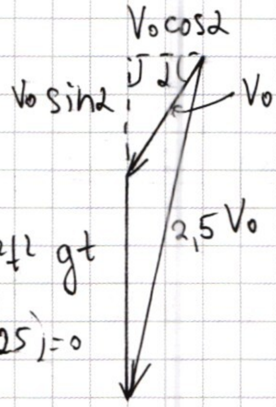
2) t

3) L



Решение:

1) Из треугольника скоростей по теореме Пифагора:



$$(2{,}5V_0)^2 = (V_0\cos\alpha)^2 + (V_0\sin\alpha + gt)^2$$

$$6{,}25\,V_0^2 = V_0^2\cos^2\alpha + V_0^2\sin^2\alpha + 2V_0gt\sin\alpha + g^2t^2\ gt$$

$$g^2t^2 + 2V_0\sin\alpha\, g t + V_0^2(\underbrace{\sin^2\alpha + \cos\alpha^2}_{= \cancel{0}1} - 6{,}\cancel{62}25) = 0$$

$$(g^2)t^2 + (2V_0\sin\alpha\, g)t - 5{,}25\,V_0^2 = 0$$

$$100t^2 + \frac{16\cdot\sqrt{3}\cdot 10}{2}t - 5{,}25\cdot 64 = 0$$

$$100t^2 + 80\sqrt{3}\,t - 336 = 0 \quad |:4$$

$$25t^2 + 20\sqrt{3}\,t - 84 = 0$$

$$D = b^2 - 4ac$$

$$D = 1200 + 8400 = 9600$$

$$t_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$$

$$t_{1,2} = \frac{-20\sqrt{3} \pm 10\sqrt{96}}{50}; \quad t_2 < 0$$

$$t = \frac{-2\sqrt{3} + \sqrt{96}}{5}$$

$$t = \frac{4\sqrt{6} - 2\sqrt{3}}{5} = \frac{2\sqrt{3}(2\sqrt{2}-1)}{5}$$

$$t = 0{,}4 \cdot \sqrt{3}\,(2\sqrt{2}-1)\ (c).$$

2) $\vec{V}_к = \vec{V}_0 + \vec{a}t$

В проекции на ось y:

$$V_y = V_0 \sin\alpha + gt$$

$$V_y = \frac{8 \cdot \sqrt{3}}{2} + \frac{10 \cdot 2\sqrt{3}(2\sqrt{2}-1)}{5} = 4\sqrt{3} + 4\sqrt{3}(2\sqrt{2}-1) = 4\sqrt{3}(1 + 2\sqrt{2} - 1) =$$

$$= 4\sqrt{3} \cdot 2\sqrt{2} = 8\sqrt{6}\ \left(\frac{м}{с}\right)$$

3) $L = V_0 \cos\alpha\, t$

$$L = \frac{8 \cdot 2\sqrt{3}(2\sqrt{2}-1)}{2 \cdot 5} = \frac{8\sqrt{3}(2\sqrt{2}-1)}{5} = 1{,}6 \cdot \sqrt{3}\,(2\sqrt{2}-1)\ (м)$$

Ответ: $V_y = 8\sqrt{6}\ \left(\frac{м}{с}\right)$; $t = 0{,}4 \cdot \sqrt{3}\,(2\sqrt{2}-1)\ (c)$; $L = 1{,}6 \cdot \sqrt{3}\,(2\sqrt{2}-1)\ (м)$.

№ 2

Дано:

S

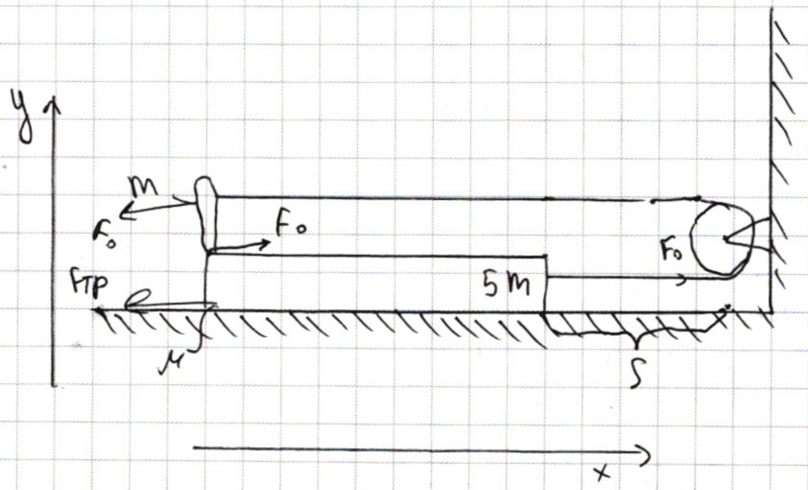
m

$M = 5m$

μ

1) Q;

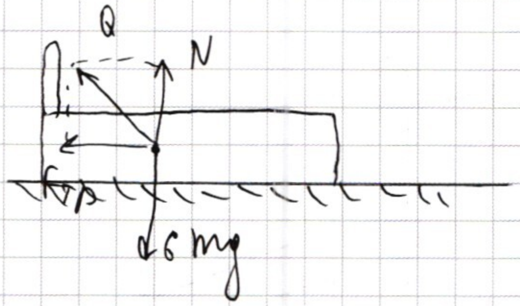
2) F_0;



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) v |

Решение:



1) По 2 ЗН в проекции на ось y:

$N = 6mg$

$\vec{Q} = \vec{N} + \cancel{6m\vec{g}}\ \vec{F}_{тр}$

$Q^2 = N^2 + \cancel{(6mg)^2}\ F_{тр}^2$

$Q^2 = (6mg)^2 + (6\mu mg)^2$

$Q^2 = (6mg)^2(1+\mu^2)$

$Q = 6mg\sqrt{1+\mu^2}$ (Н).

2) По 2 ЗН в проекции на ось x:

$2F_0 - F_{тр} = 0$

$2F_0 = F_{тр}$

$F_0 = \frac{F_{тр}}{2}$

Т.к. $F_{тр} = 6\mu mg$, то:

$F_0 = \frac{6\mu mg}{2} = 3\mu mg$ (Н)

3) По аналогии пункта (2):

$2F - F_{тр} = 6ma$

$a = \frac{2F - F_{тр}}{6m} = \frac{2F - 6\mu mg}{6m} = \frac{F}{3m} - \mu g$

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

$V = \sqrt{2Sa} = \sqrt{2S\left(\frac{F}{3m} - \mu g\right)}$ $\left(\frac{м}{с}\right)$

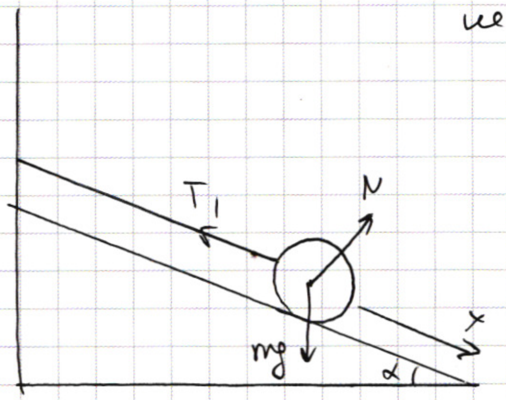
Ответ: $Q = 6mg\sqrt{1+\mu^2}$ (Н); $F_0 = 3\mu mg$ (Н); ~~$V = \sqrt{2S\left(\frac{F}{3m} - \mu\right)}$~~

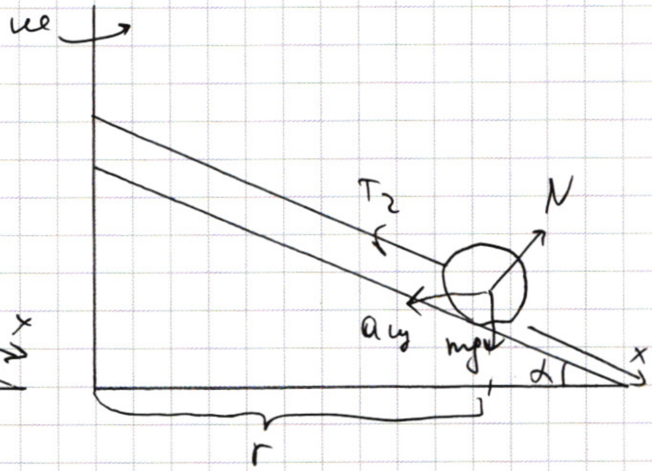
$V = \sqrt{2S\left(\frac{F}{3m} - \mu g\right)}$.

№3

Дано:
R
α
L
m
ω

1) T_1
2) T_2





Решение:

1) 2 ЗН для шара в проекции на ось x:

$mg\cos(90-\alpha) = T_1$

$T_1 = mg\sin\alpha$

2) $r = (L+R)\cos\alpha$

По 2 ЗН на ось x:

$mg\cos(90-\alpha) + m\omega^2 \overset{r}{\cancel{(L+R)}}\cos^2\alpha - T_2 = 0$

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

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

Ответ: $T_1 = mg\sin\alpha$; $T_2 = m(g\sin\alpha + \omega^2(L+R)\cos^2\alpha)$.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.

Дано:

$T = 95°C = 368 K$

$p_{нп} = 8,5 \cdot 10^4$

1) $\frac{\rho_п}{\rho_в}$ — ?

2) $\frac{V_п}{V_в}$ — ?

Решение:

1) Т.к. пар сжимают и он конденсируется, то он насыщенный на протяжении всего процесса сжатия пара, т.е. $p_п = p_{нп} = 8,5 \cdot 10^4$ (Па)

$p_{нп} V = \nu RT$

$p_{нп} V = \frac{m}{\mu} RT$

$\frac{m}{V} = \frac{p_{нп} \mu}{RT} = \rho_п$

$\rho_п = \frac{85 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 368} = \frac{8,5 \cdot 18}{8,31 \cdot 368} \approx \frac{765}{83 \cdot 184} = \frac{92}{1840} = 0,05 \left(\frac{кг}{м^3}\right)$

$\frac{\rho_п}{\rho_в} = \frac{0,05}{1000} = 0,00005 = 5 \cdot 10^{-5}$

2) (1) $p_{нп} V = \nu_1 RT$

(2) $p_{нп} V_2 = \nu_2 RT$

$$\frac{(1)}{(2)}: \quad \frac{V}{V_2} = \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2}$$

$$\frac{V}{V_2} = \frac{m_{n_1} \, \mu}{\mu \cdot m_{n_2}}$$

$$V_2 = \frac{V}{4{,}7}$$

$$4{,}7 = \frac{m_{n_1}}{m_{n_2}}$$

$$m_{n_1} = 4{,}7 m_{n_2}$$

$$\frac{V_n}{V_в} = \frac{m_{n_2} \cdot \rho_в}{\rho_n \cdot m_в} = \frac{m_{n_1} \cdot \rho_в}{4{,}7 \cdot \rho_n \left(m_{n_1} - \frac{m_{n_1}}{4{,}7}\right)} = \frac{m_{n_1} \cdot \rho_в}{4{,}7 \cdot \rho_n \cdot m_{n_1} \left(1 - \frac{1}{4{,}7}\right)} =$$

$$= \frac{\rho_в \cdot 47}{4{,}7 \cdot \rho_n \cdot 37} = \frac{1000}{3{,}7 \cdot 0{,}05} = \frac{1000000}{37 \cdot 5} = \frac{1000000}{185} \approx 5405.$$

Ответ: $\frac{\rho_n}{\rho_в} = 5 \cdot 10^{-5}$; $\frac{V_n}{V_в} = 5405.$

№4

Дано:

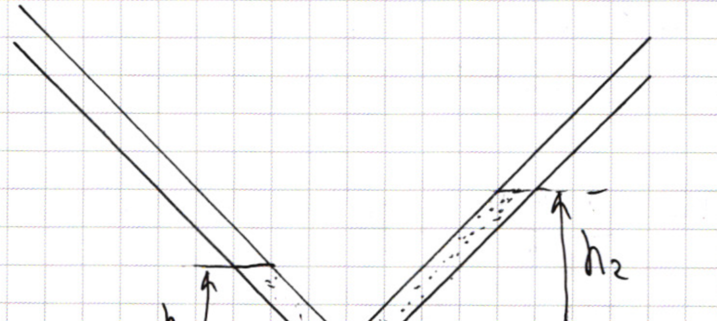
$\alpha = 45°$

$h_1 = 8$ см $= 0{,}08$ м

$h_2 = 12$ см $= 0{,}12$ м

1) a - ? ;

2) V - ? ;



Решение:

1) $\frac{m_1 a}{S} \cos\alpha + \rho_м g h_1 = \rho_м g h_2 - \frac{m_2 a \cos\alpha}{S}$ — 2 З Н.

$$\frac{a\cos\alpha}{S}(m_1 + m_2) = \rho_м g (h_2 - h_1)$$

$m_1 + m_2$ – масса всего масла в трубке (m)

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{ma\cos\alpha}{S} = \rho_ж g(h_2 - h_1)$$

$$a = \frac{S\rho_ж g(h_2 - h_1)}{m\cos\alpha} \qquad \frac{S\rho_ж}{m} = \frac{S}{V} = \frac{1}{h}, \text{ где}$$

$$a = \frac{g(h_2 - h_1)}{\cos\alpha(h_1 + h_2)} = \qquad h = h_1 + h_2$$

$$= \frac{10(0{,}12 - 0{,}08)\cdot 2}{\sqrt{2}(0{,}12 + 0{,}08)} = \frac{8}{2\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}\left(\frac{м}{с^2}\right)$$

Ответ: $a = 2\sqrt{2}$ $\frac{м}{с^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5 (продолжение)

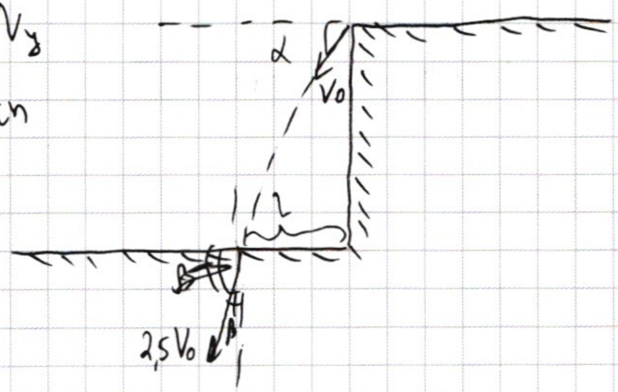
$$= \frac{1000000}{185} = \frac{200000}{37} = 5405{,}4\ldots \approx 5405.$$

Ответ: $\frac{P_n}{P_б} = 5 \cdot 10^{-5}$, $\frac{V_n}{V_б} = 5405$.

$$\begin{array}{r|l} 200000 & 37 \\ \hline -185 & 5405{,}4\ldots \\ 150 & \\ -148 & \\ 200 & \\ -185 & \\ 150 & \end{array}$$

№1

1) V_y
2) t_n
3) L



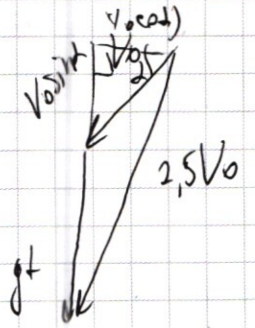
$\cancel{V_0 \cos\alpha = 2{,}5 V_0 \cos\beta}$

$\cancel{\cos\alpha = 2{,}5 \cos\beta}$

$\cancel{\cos\beta = \frac{\cos\alpha}{2{,}5}}$

$$2{,}5 V_0 \sin\beta = V_0 \cos\alpha$$

$$\sin\beta = \frac{V_0 \cos\alpha}{2{,}5 V_0} = \frac{\cos\alpha}{2{,}5} = \frac{1}{5}$$



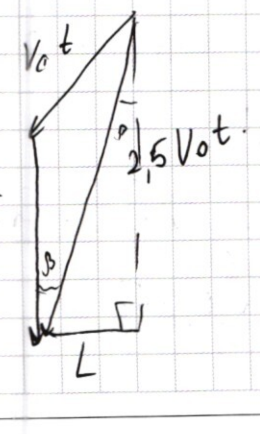
Если $\sin\beta = 0{,}2$, то $\cos\beta = \sqrt{0{,}96}$

$\beta = \arcsin(0{,}2)$

$$L = 2{,}5 V_0 t_n \sin\beta.$$

$$6{,}25 V_0^2 = (gt + V_0 \sin\alpha)^2 + V_0^2 \cos^2\alpha$$

$$6{,}25 V_0^2 = g^2t^2 + 2V_0 gt \sin\alpha + V_0^2 \sin^2\alpha + V_0^2 \cos^2\alpha$$



$g^2t^2 + 2V_0\sin\alpha\, g t + V_0^2(\overbrace{\sin^2\alpha + \cos^2\alpha}^{1} - 6{,}25) = 0$

$(g^2)t^2 + (2V_0\sin\alpha\, g)t - 5{,}25V_0^2 = 0.$

$100t^2 + \frac{16\cdot\sqrt3\cdot\cancel{10}^{5}}{\cancel{2}_{1}}t - 5{,}25\cdot 64 = 0$

~~16+2~~

$16 + 320 = 336$

$100t^2 + 80\sqrt3\, t - 336 = 0 \;|:4$

$25t^2 + 20\sqrt3\, t - 84 = 0$

$D = 1200 + 8400 = 9600$

$336 : 4 = 84$

$t_{12} = \frac{-b \pm \sqrt D}{2a}$

$t_{12} = \frac{-20\sqrt3 \pm 10\sqrt{96}}{\cancel{2a}\ 50}$

$t = \frac{-2\sqrt3 + \sqrt{96}}{5}$

$16 \cdot 80 = 4(4+20) = 16(1+5) = 6\cdot16$

$t = \frac{4\sqrt6 - 2\sqrt3}{5} = \frac{2\sqrt3(2\sqrt2-1)}{5}$ — (c)

2) $\vec V_k = \vec V_0 + \vec a t.$

В проекции на y:

$\underbrace{2{,}5V_0\cos\beta}_{V_y} = V_0\sin\alpha + gt$

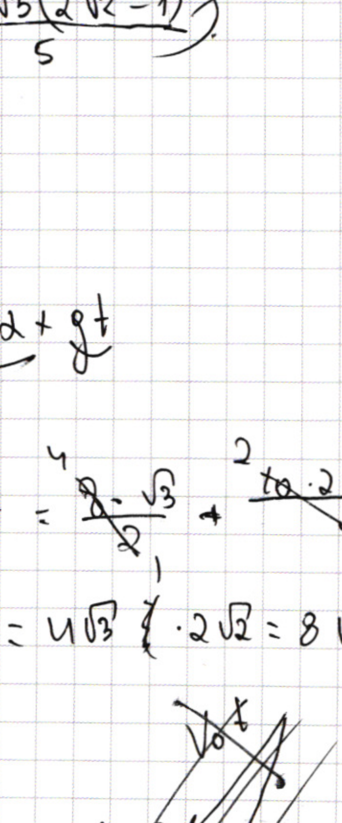
$V_y = V_0\sin\alpha + gt = \frac{\cancel{8}^{4}\cdot\sqrt3}{\cancel{2}_{1}} + \frac{\cancel{10}^{2}\cdot2\sqrt3(2\sqrt2-1)}{\cancel{5}_{1}} = 4\sqrt3 + \frac{4\sqrt3(2\sqrt2-1)}{1} =$

$= 4\sqrt3(1 + 2\sqrt2 - 1) = 4\sqrt3\cdot 2\sqrt2 = 8\sqrt6 \left(\frac{м}{с}\right)$

3) $L = V_0\cos\alpha \cdot t =$

$= \frac{8\cdot1\cdot2\sqrt3(2\sqrt2-1)}{2\cdot5} =$

$= \frac{8\sqrt3(2\sqrt2-1)}{5} = 1{,}6\sqrt3(2\sqrt2-1)$



☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

$\alpha = 60°$

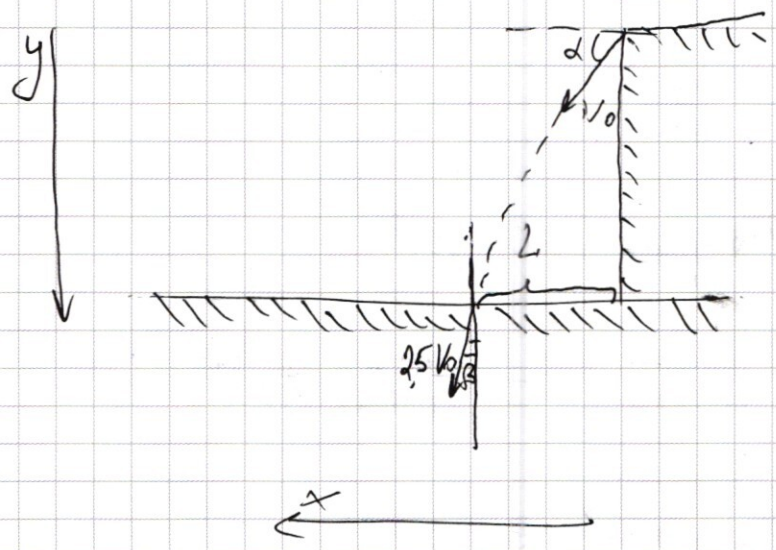
$V_0 = 8\ \frac{м}{с}$

$v_к = 2{,}5 V_0.$

1) V_y - ?

2) $t_п$

3) L



Решение:

1) $\vec{v}_к = \vec{v}_0 + \vec{a}t$

В проекции на ось x:

$\cancel{2,}2{,}5 V_0 \sin\beta = V_0 \cos\alpha + 0.$

$2{,}5 V_0 \sin\beta = V_0 \cos\alpha \mid : V_0$

$2{,}5 \sin\beta = \cos\alpha$

$\sin\beta = \frac{\cos\alpha}{2{,}5}$

$\sin\beta = 0{,}4 \cos\alpha$

$\beta = \arcsin(0{,}4\cos\alpha)$

В проекции на ось y:

$$\begin{cases} V_0 \sin\alpha + gt = 2{,}5 V_0 \cos\beta \\ 2{,}5 V_0 \sin\beta = V_0 \cos\alpha \mid : V_0 \end{cases}$$

0,4.

$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

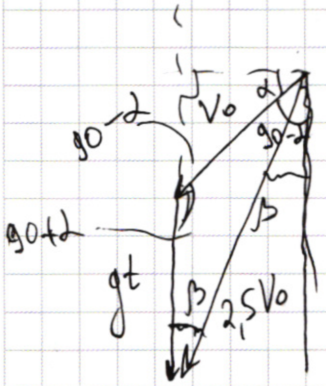
$\sin\alpha = \sqrt{1 - \cos^2\alpha}$

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

$\sin\beta = \sqrt{1 - \cos^2\beta}$

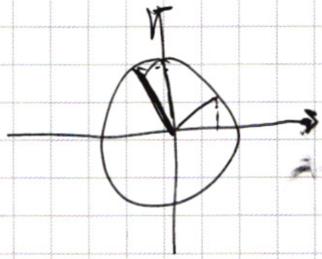
$$\begin{cases} V_0 \sin\alpha + gt = 2{,}5 V_0 \cos\beta \\ 2{,}5\sqrt{1-\cos^2\beta} = \sqrt{1-\sin^2\alpha} \end{cases} \Rightarrow 6{,}25(1-\cos^2\beta) = 1-\sin^2\alpha$$

$$5{,}25 = 6{,}25\cos^2\beta - \sin^2\alpha$$



$$\cos\beta = \sqrt{\frac{5{,}25+\sin^2\alpha}{6{,}25}}$$

$$180-(90-\alpha) = 90+\alpha$$



Теорема синусов:

$$\frac{V_0}{\sin\beta} = \frac{2{,}5V_0}{\sin(90+\alpha)} \quad \Big| : V_0$$

$$\sin(90+\alpha) = 2{,}5\sin\beta$$

$\cos\alpha$

$$t_{no} = \frac{V_0\sin\alpha}{g}$$

$$\frac{1}{2\cdot 2{,}5} = \frac{1}{5}$$

$$\cos\alpha = 2{,}5\sin\beta$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{\cos\alpha}{2{,}5}\right)$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{1}{5}\right)$$

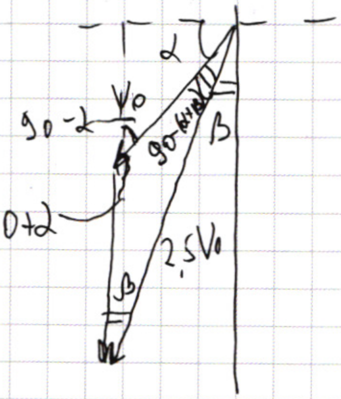
$$\vec{v}_к = \vec{V}_0 + \vec{a}t$$

В проекции на y:

$$V_y = V_0\sin\alpha + gt.$$

$$V_0\cos\alpha = 2{,}5V_0\sin\beta$$

$$\begin{cases} V_y = V_0\sin\alpha + gt \\ \cos\alpha = 2{,}5\sin\beta. \end{cases}$$



$$180-(90-\alpha) = 90+\alpha$$

$$(90+\alpha)+(90-(\alpha+\beta))+\beta = 180$$

$$90+\alpha+90-\alpha-\beta+\beta = 180$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

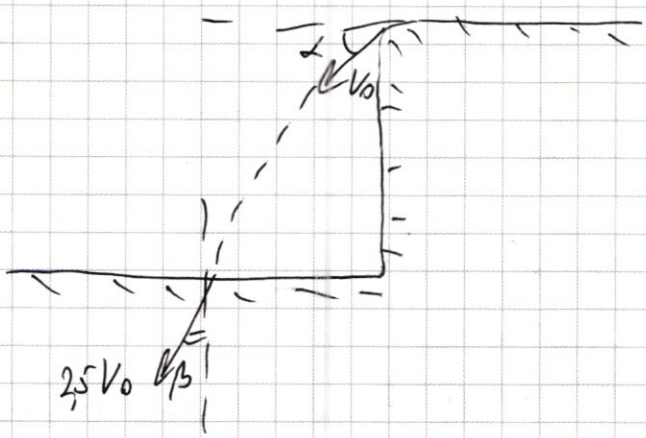
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

2) $t_n = \frac{V_0 \sin\alpha}{g}$

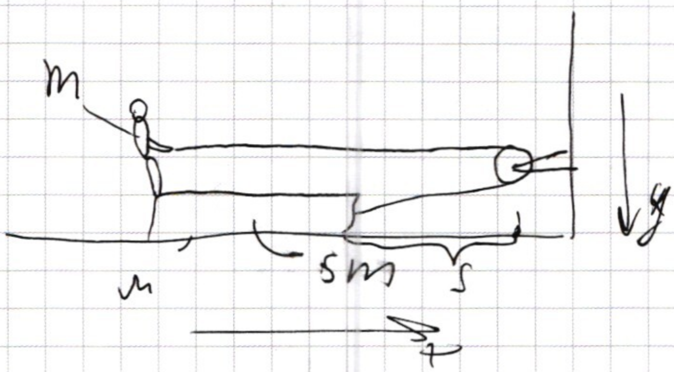
$t_n = \underline{\qquad\qquad}$



№ 2.

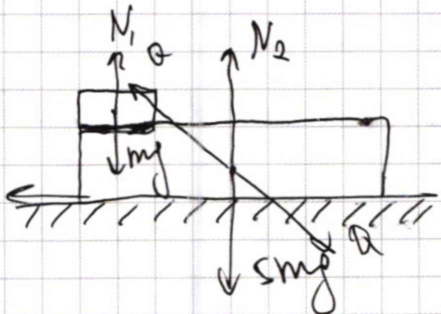
1) Q
2) F_0
3) V

Решение:



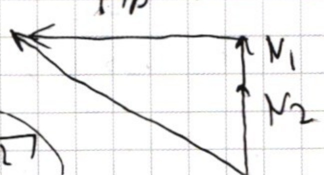
$\vec{Q} = (\vec{N_1} + \vec{N_2}) + \vec{F_{тр}}$

$Q = \sqrt{(N_1 + N_2)^2 + F_{тр}^2}$



По 2ЗН на Oy:

$N_1 + N_2 = 6mg$, и $\mu N = F_{тр} = \mu 6mg$



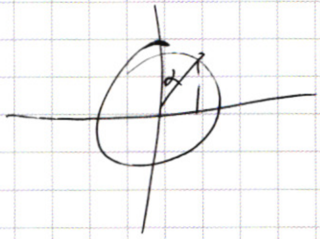
$Q = \sqrt{36m^2g^2 + 36\mu^2 m^2 g^2} =$

$= \sqrt{36m^2g^2(1+\mu^2)} = 6mg\sqrt{1+\mu^2}$

2) $F_{тр} = \mu N = F = 6\mu mg$.

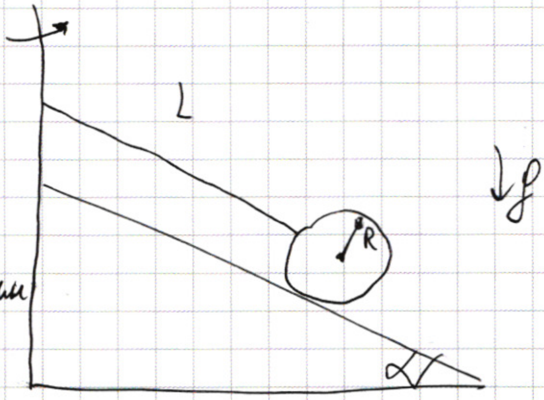
3) В проекции на ось x:

$-F - F_{тр}$.



№ 3.

m, R, α, L, ω



1) T_1

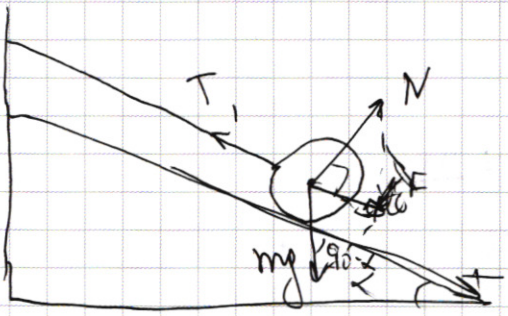
2) T_2.

Решение:

1) 2ЗН для шара в проекции на ось x:

$mg\cos(90-\alpha) = T_1$

$\boxed{T_1 = mg\sin\alpha}$

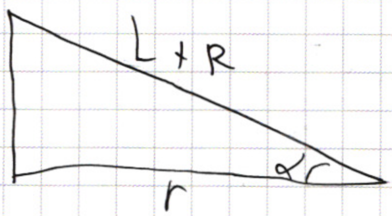


2) $r = (L+R)\cos\alpha$

$a_y = \omega^2 R = \frac{v^2}{R}$

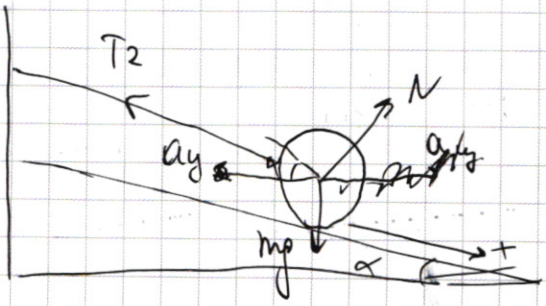
$v = \omega R$

$mg\cos(90-\alpha) - m\omega^2 r \cos\alpha - T_2 = 0$



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

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



Ответ: $T_1 = mg\sin\alpha$; $T_2 = m(g\sin\alpha - \omega^2(L+R)\cos^2\alpha)$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.

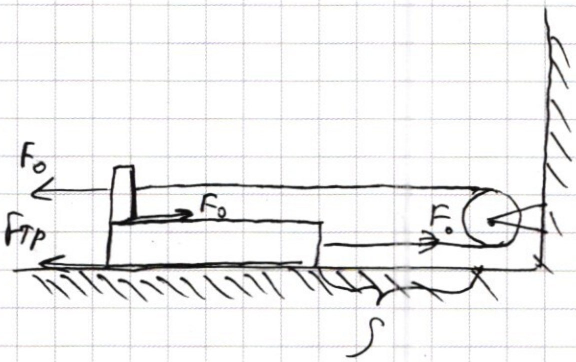
2) $2F_0 - F_{тр} = 0$

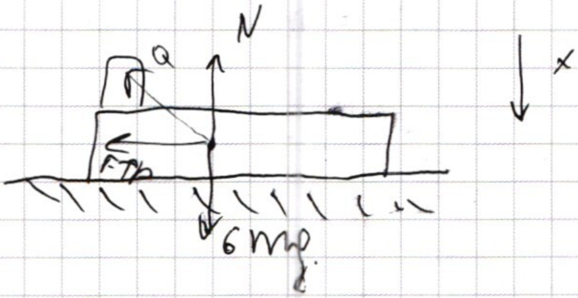
$2F_0 = F_{тр}$

$F_0 = \frac{F_{тр}}{2}$

$F_{тр} = \mu 6 mg$

$F_0 = \frac{6\mu mg}{2} = 3\mu mg$ (Н)





x: $N = 6mg$

1) $\vec{Q} = \vec{N} + \cancel{6m\vec{g}}\ \vec{F}_{тр}$

$Q^2 = N^2 + F_{тр}^2$

$Q^2 = (6mg)^2 + (\mu 6mg)^2$

$Q^2 = (6mg)^2(1 + \mu^2)$

$Q = 6mg\sqrt{1+\mu^2}$ (Н)

3) $2F - F_{тр} = 6ma$

$a = \frac{2F - F_{тр}}{6m} = \frac{2F - \mu \cdot 6mg}{6m} = \frac{F}{3m} - \mu g.$

$V_0 = 0.$

~~$V_к = V_0 + at$~~

$S = \frac{v_к^2}{2a} \Rightarrow v_к = \sqrt{2Sa} = \sqrt{2S\left(\frac{F}{3m} - \mu g\right)}$

Ответ: $Q = 6mg\sqrt{1+\mu^2}$ (Н), $F_0 = 3\mu mg$ (Н); $V_к = \sqrt{2S\left(\frac{F}{3m} - \mu g\right)}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

№4.

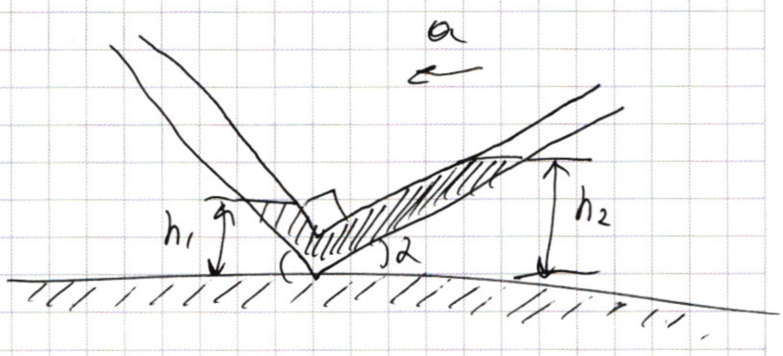
$\alpha = 45°$

$h_1 = 8$ см

$h_2 = 12$ см

1) a

2) V



Решение:

1) $\frac{m_1 a \cos\alpha}{S} + \rho_м g h_1 = \rho_м g h_2 - \frac{m_2 a}{S} \cos\alpha$

$\frac{a \cos\alpha}{S}(m_1 + m_2) = \rho_м g (h_2 - h_1)$

$m_1 + m_2 = m$ - общая масса масла в трубке.

$\frac{m a \cos\alpha}{S} = \rho_м g (h_2 - h_1)$

$a = \frac{S \rho_м g (h_2 - h_1)}{m \cos\alpha}$

$\frac{S\rho}{m}$ $\frac{\rho}{m} = \frac{1}{V}$ $\frac{S}{V} = \frac{1}{h}$ где

$h = h_1 + h_2$, т.к. ρ - плот масла, m - масса всего масла и S - сечение трубки.

$a = \frac{g(h_2 - h_1)}{\cos\alpha (h_1 + h_2)} =$

$= \frac{10(0{,}12 - 0{,}08) \cdot 2}{\sqrt{2}(0{,}12 + 0{,}08)} = \frac{20 \cdot 0{,}04}{\sqrt{2} \cdot 0{,}2} = \frac{8}{2\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2} \left(\frac{м}{с^2}\right)$

Ответ: $a = 2\sqrt{2}$ $\frac{м}{с^2}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4.

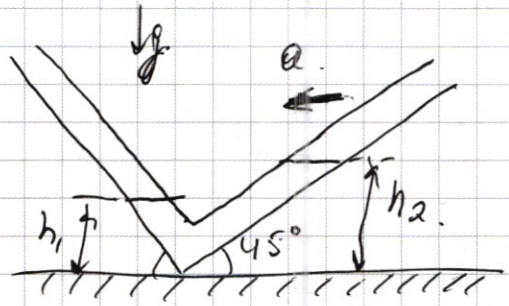
$\alpha = 45°$

$h_1 = 8$ см

$h_2 = 12$ см

1) a

2) V.



Решение:

1) Т.к система в равновесии, то для нее верно все условие равновесия:

$\rho_м h_2 g = \rho_м g h_1 + ma$.

$a = \frac{\rho_м g (h_2 - h_1)}{m} = $ ________

№5.

$p_{нп} = 8,5 \cdot 10^4$ Па

$T = 95° = 368$ К.

1) $\frac{\rho_п}{\rho_в}$ -?

2) $\frac{V_п}{V_в}$

$273 + 95 =$

$$\begin{array}{r} 273 \\ +\ 95 \\ \hline 368 \end{array}$$

Решение:

1) Т.к. пар сжимают и он конденсируется, то он насыщенный на всем промежутке сжатия пара, т.е.

$p = p_{нп} = 8{,}5 \cdot 10^4$ Па.

$p_{нп} V = \nu R T$.

$p_{нп} V = \frac{m}{\mu} R T$.

$\frac{m}{V} = \frac{p_{нп} \mu}{RT} = \rho_п$

$\rho_п = \frac{85 \cdot 10^3 \cdot 0{,}018}{8{,}31 \cdot 368} = \frac{8{,}5 \cdot \cancel{10^3} \cdot \cancel{18}^{9} \cdot \cancel{10^{-3}}}{8{,}31 \cdot \cancel{368}_{184}} = \frac{76{,}5}{8{,}31 \cdot 184} \approx \frac{765}{83 \cdot 184} =$

$= \frac{9{,}2}{184} = \frac{92}{1840} \approx 0{,}05 \left(\frac{кг}{м^3}\right)$

$\frac{\rho_п}{\rho_в} = \frac{0{,}05}{1000} = 0{,}00005 = 5 \cdot 10^{-5}$

$$\begin{array}{r|l} 765 & 83 \\ \hline -747 & 9{,}2010\ldots \\ 180 & \\ -166 & \\ 140 & \\ -83 & \\ 570 & \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} \cancel{920} & 1840 \\ \hline 9200 & 0{,}05 \\ -9200 & \\ 0 & \end{array}$$

$\cancel{1840}$

$9{,}2010\ldots \approx 9{,}2$.

(1) $p_{нп} V = \nu_1 R T$

(2) $p_{нп} V_2 = \nu_2 R T$

$\frac{(1)}{(2)} = \frac{V}{V_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$.

$\nu_1 = \frac{m_{п_1}}{\mu}$

$\nu_2 = \frac{m_{п_2}}{\mu}$

$$\begin{array}{r} 1840 \\ \times\ \ 4 \\ \hline 7360 \\ +\ 1840 \\ \hline 9200 \end{array}$$

$\frac{V}{V_2} = \frac{m_{п_1} \cancel{\mu}}{\cancel{\mu} \cdot m_{п_2}}$

$V_2 = \frac{V}{4{,}7}$

$4{,}7 = \frac{m_{п_1}}{m_{п_2}}$

$V = \frac{m}{\rho}$

$m_{п_1} = 4{,}7\, m_{п_2} = m_{п_2} = \frac{m_{п_1}}{4{,}7}$

$\frac{V_п}{V_в} = \frac{m_{п_2} \cdot \rho_в}{\rho_п \cdot m_в} = \frac{m_{п_1} \cdot \rho_в}{4{,}7 \cdot \rho_п \cdot \left(m_{п_1} - \frac{m_{п_1}}{4{,}7}\right)} = \frac{\cancel{m_{п_1}}\, \rho_в}{4{,}7 \cdot \rho_п \cdot \cancel{m_{п_1}} \left(1 - \frac{1}{4{,}7}\right)} =$

$= \frac{\rho_в \cdot 4{,}7}{4{,}7\, \rho_п \cdot 3{,}7} = \frac{\rho_в}{0{,}1\, \rho_п \cdot 3{,}7} = \frac{1000}{3{,}7 \cdot 0{,}05} = \frac{1000000}{37 \cdot 5}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)