

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.

David:

$$V_0 = 70 \text{ m/s}$$

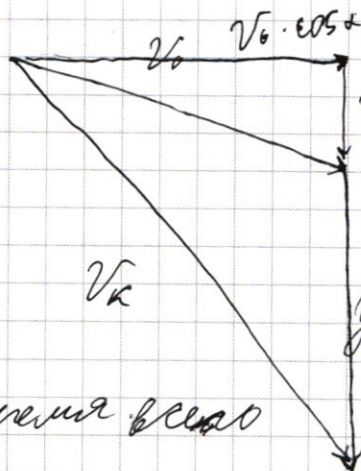
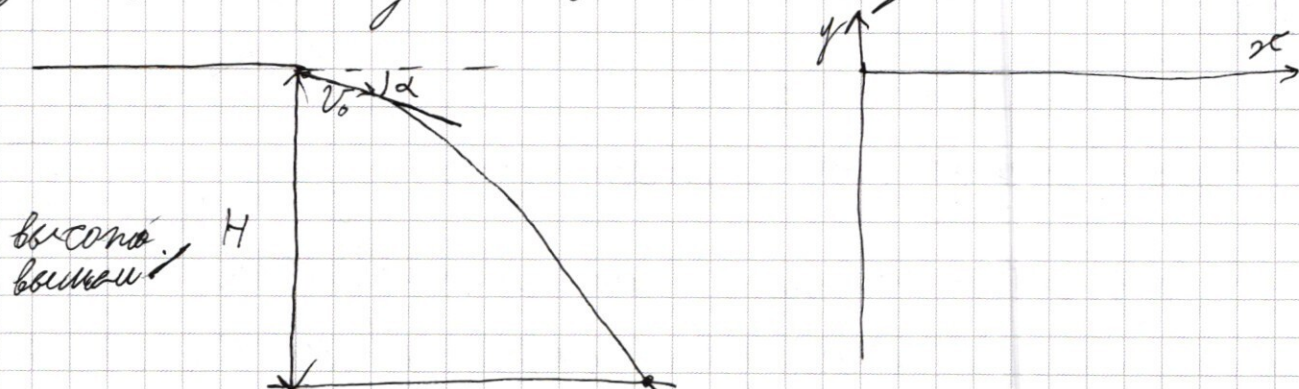
$$\alpha = 30^\circ$$

Ук-ты ~~бывш~~ судов во время падения  
25-го

$$V_R = 2V_0$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

П.с. ~~то~~ зайка всё время прыгает по кругу, но изначально она уже летала выше.



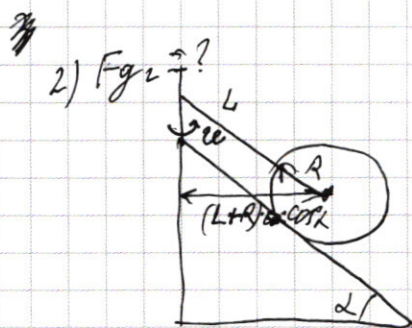
тн - время всего  
пожелания

Видно, что в момент  
единственности <sup>или</sup> шло, действ. на  
голуба была иная причина  
земли, то фактически действовало  
мало по  $\rho_y$

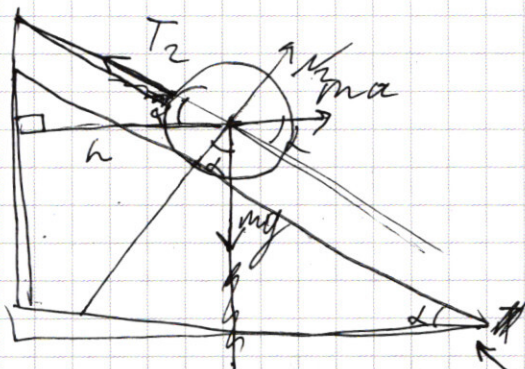
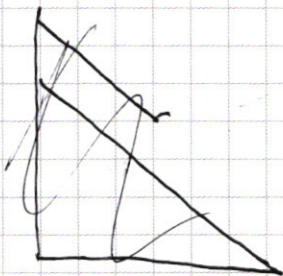
$$V_x = V_0 \cdot \cos \alpha$$

$$v_y = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot g t$$





Рассмотрим все силы, ~~действующие~~ ~~на~~ действующие на шар



~~Решение~~

$$O_y: N_2 + ma \cdot \sin \alpha = mg \cdot \cos \alpha$$

$F_{g\perp} = N_2$ , так же, как в первом пункте

$$N_2 = mg \cdot \cos \alpha - ma \cdot \sin \alpha, \quad ma \cdot \sin \alpha < mg \cdot \cos \alpha$$

т.к. шар не отрывался от поверхности и между объектами <sup>и</sup> ~~существовала~~ <sup>существовала</sup> связь

$$h = (L+R) \cdot \cos \alpha$$

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

$$F_{g\perp} = N_2 = mg \cos \alpha - ma \sin \alpha$$

$$F_{g\perp} = m(g \cos \alpha - \omega^2 (L+R) \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha) = m \cos \alpha (g - \omega^2 (L+R) \sin \alpha)$$

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

Итого:  $F_{g\perp} = m \cos \alpha (g - \omega^2 (L+R) \sin \alpha)$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$V_k = \sqrt{V_0^2 \cos^2 \alpha + (V_0 \sin \alpha + g t_n)^2}$$

$$V_k^2 = V_0^2 \cos^2 \alpha + V_0^2 \sin^2 \alpha + 2 V_0 \sin \alpha g t_n + g^2 t_n^2$$

$$4 V_0^2 = V_0^2 + 2 V_0 \sin \alpha g t_n + g^2 t_n^2$$

$$3 V_0^2 = 2 V_0 \sin \alpha g t_n + g^2 t_n^2$$

$$300 = 20 \cdot \frac{1}{2} \cdot V_0 + V_0^2$$

$$g t_n = V_0 \rightarrow$$

$$V_0^2 + 10 V_0 - 300 = 0$$

$$V_0 = \dots$$

$$D = 100 + 1200 = 1300 = 10^3 \sqrt{13}$$

$$V_0 = \frac{-10 \pm 10 \sqrt{13}}{2} = 5(\sqrt{13} - 1) \text{ м/с}$$

$$\sqrt{13} \approx 3,606$$

$$\begin{array}{r} 3,606 \\ \times 3,606 \\ \hline 1202 \\ 2202 \\ 2569 \\ \hline 1301,236 \end{array}$$

$$1) V_{ky} = ?$$

верт. сост.  $V_k$

$$V_{ky} = V_0 + V_0 \sin \alpha = 5 \cdot (\sqrt{13} - 1) + 10 = 5(\sqrt{13} + 1) \approx 5 \cdot 4,606 = 23,03 \text{ м/с}$$

$$\text{Ответ: } V_{ky} = 23,3$$

$$2) t_n \cdot g = V_0$$

$$t_n = \frac{V_0}{g} \approx \frac{5 \cdot 3,606}{10} \approx 1,803 \text{ с}$$

$$\text{Ответ: } t_n = 1,803$$

$$3)$$

$$H = V_0 \sin \alpha \cdot t_n + \frac{g t_n^2}{2} \approx 10 \cdot 1,803 + \frac{10 \cdot 1,803 \cdot 1,803}{2} = 18,03 + 16,22 = 34,25 \text{ м}$$

$$= 34,25 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } H = 34,25 \text{ м}$$



4.

Дано:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\beta = 90^\circ$$

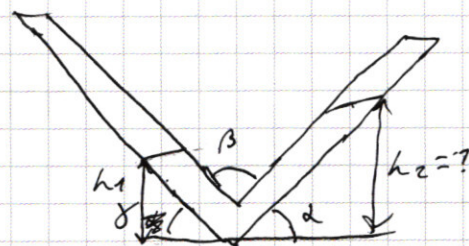
$$a = 4 \text{ м/с}^2$$

$$h_1 = 10 \text{ м}$$

Как мы знаем на поверхности ~~внутри~~ гидростатическое давление  $P_0$ , а внутри  $P_1 = P_0 + \rho_m g h$  при отсутствии ~~ускорения~~ ускорения, иначе  $g$ , но если в систему добавить ускорение  $a$ , то  $P_1 = P_0 + \rho_m g h$

$P_1 = P_0 + \rho_m a h$  при  $h$  величина постоянная ~~поверхности~~  $\vec{a}_{\text{цм}}$ , следовательно ~~поверхности~~  $\vec{a}_{\text{цм}}$  перпендикулярно  $\vec{a}_{\text{цм}}$ .

в нашем случае  $\vec{a}_{\text{цм}} = \vec{g} - \vec{a}$ , так как ~~сила~~ сила, вызывающая ~~ускорение~~ ускорение  $a$  направлена против него



$$\gamma = 180 - \beta - \alpha = 2$$



$$g = a_{\text{цм}} / \sin \varphi$$

$$\text{т.к. } \alpha = \gamma = 45^\circ, \text{ то } h_1 = h_2$$

$$a = a_{\text{цм}} \cdot \sin \varphi$$

$$a_{\text{цм}} = \sqrt{a^2 + g^2} = \sqrt{100 + 16} \text{ м/с} = 2\sqrt{29} \text{ м/с}$$

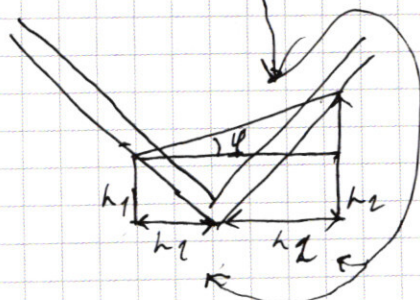
$$\sin \varphi = \frac{a}{a_{\text{цм}}} = \frac{4}{2\sqrt{29}} = \frac{2}{\sqrt{29}}$$

$$h_2 - h_1 = (h_1 + h_2) \cdot \sin \varphi$$

$$h_2 - h_2 \cdot \sin \varphi = h_1 + h_1 \cdot \sin \varphi$$

$$h_2 = \frac{h_1 (1 + \sin \varphi)}{(1 - \sin \varphi)} = 10 \text{ м} \cdot \left( \frac{1 + \frac{2}{\sqrt{29}}}{1 - \frac{2}{\sqrt{29}}} \right) \approx 10 \cdot \frac{1 + \frac{2}{5.38}}{1 - \frac{2}{5.38}} \approx 10 \cdot \frac{1.38}{0.62} = 22.3 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } h_2 = 10 \text{ м} \cdot \frac{1 + \frac{2}{\sqrt{29}}}{1 - \frac{2}{\sqrt{29}}}$$



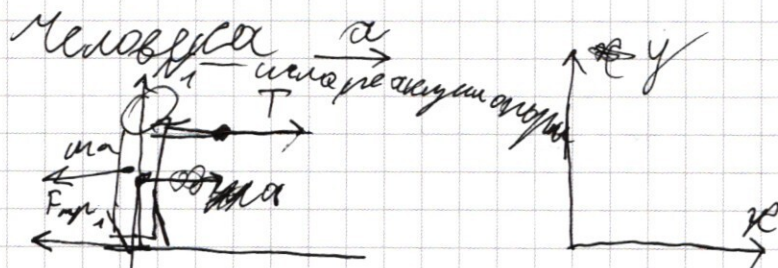
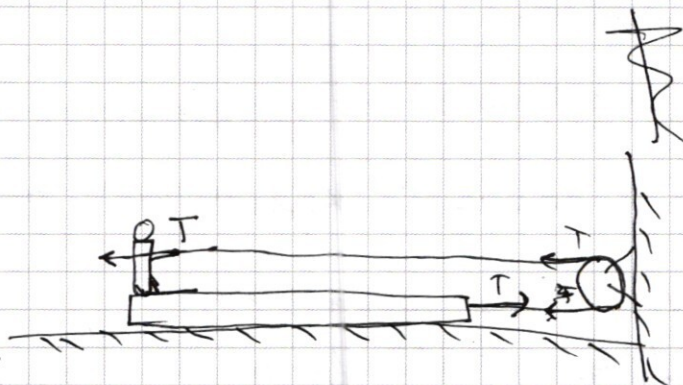


## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.

Дано:  $S, m, M=2m, \mu$

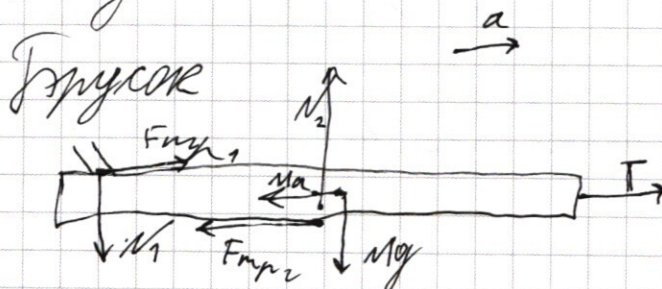
Рассмотрим силы, действующие на:



$F_{тр1}$  - между человеком и тележкой

$$Ox: T = ma + F_{тр1}$$

$$Oy: N_1 = mg$$



$F_{тр2}$  - между тележкой и поверхностью

$$F_{тр2} = N_1 \mu$$

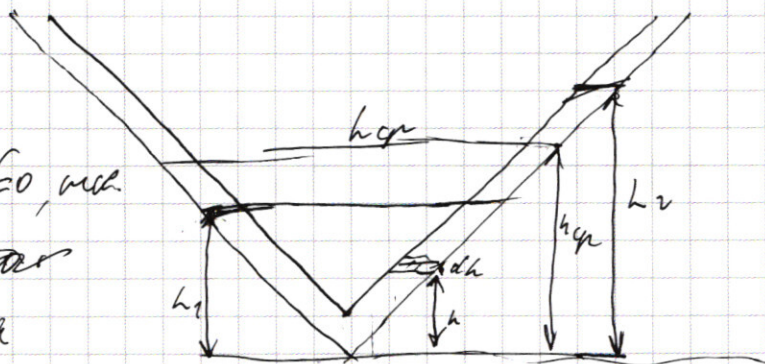
$$Ox: F_{тр1} + T = F_{тр2} + Ma$$

$$Oy: N_2 = Mg + N_1$$



2)

В начале  $V=0$ , вода  
~~начинает~~  
 двигаться  
 равномерно,  
 в дальнейшем по мере движения



ЗОЗ:  $dh \cdot \rho \cdot h_{cp}$  - масса элемента

$\rho$  - плотность воды

$$\int_0^{h_{cp}} \rho g \cdot dh \cdot h + \int_0^{h_{cp}} dh \cdot h = \frac{\rho g h_2^2}{2} + \frac{\rho g h_1^2}{2}$$

$$h_{cp} = h_1 + h_2$$

$$W = 2 \cdot \rho g \int_0^{h_{cp}} dh \cdot h = \frac{2 \rho g h_{cp}^2}{2} = h_{cp} \cdot \rho g + \frac{2 h^2 (h_1 + h_2) \rho}{2}$$

$$\frac{\rho g 22,3^2}{2} + \frac{\rho g 100}{2} = \rho g 16,15^2 + \frac{2 h^2 (32,3) \rho}{2}$$

$$2h = \sqrt{\frac{22,3^2}{2} + \frac{100}{2} - 10 \cdot 16,15^2} = \sqrt{\frac{2456}{10000} + \frac{500}{10000} - \frac{2602}{10000}}$$

$$= \sqrt{\frac{354}{10000}} \text{ м/с} = \frac{\sqrt{408}}{100} \text{ м/с} \approx \frac{\sqrt{7}}{10} \text{ м/с}$$

$$\text{Ответ: } V_k = \frac{\sqrt{7}}{10}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$N_2 = ?$$

$$N_2 = Mg + N_1$$

$$N_2 = 2mg + mg = 3mg$$

ответ:  $3mg$   
реакция  
опора

2)  $T = ?$  при  $\alpha$  ~~равно~~, немного больше 0

$$F_{\text{упр1}} = T - ma$$

$$F_{\text{упр1}} + T = F_{\text{упр2}} + Ma$$

$$2T = N_2 \cdot \mu$$

$$T = \frac{N_2 \cdot \mu}{2} = \frac{3mg \cdot \mu}{2} = 1,5mg \cdot \mu = F_0$$

ответ:  $F_{\text{упр2}} = 1,5mg \cdot \mu$

3)  $t = ?$

$$S = \frac{at^2}{2}$$

$$F > F_0$$

$$\begin{cases} F = ma + F_{\text{упр1}} \\ F_{\text{упр1}} + F = F_{\text{упр2}} + Ma \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_{\text{упр1}} = F - ma \\ F_{\text{упр1}} + F = F_{\text{упр2}} + Ma \end{cases}$$

$$F - ma + F = F_{\text{упр2}} + Ma$$

$$2F - ma + F = F_{\text{упр2}} + Ma$$

$$2F = F_{\text{упр2}} + a(M+m)$$

$$T_{\text{упр2}} = F_0$$

$$a = \frac{2F - F_{\text{упр2}}}{M+m} = \frac{2F - 3mg\mu}{3m}$$

$$t = \frac{\sqrt{2S}}{\sqrt{a}} = \sqrt{\frac{2S}{2F - 3mg\mu}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2S \cdot 3m}{2F - 3mg\mu}}$$

ответ:  $t = \sqrt{\frac{6Sm}{2F - 3mg\mu}}$



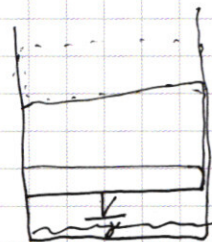
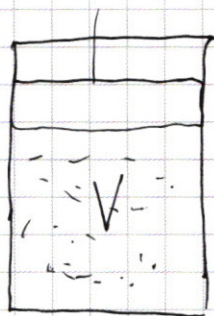
5.

Дано:

$$T = 27^{\circ}\text{C} = 300\text{K}, \gamma = 5,6$$

$$P = 3,55 \cdot 10^3$$

$$\rho = \frac{12}{\text{см}^3}, \mu_B = 182 \text{ мкг/моль}$$



$$PV = nRT$$

масса ~~плотность~~ паров при таких условиях

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

$$PV = nRT$$

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

$$\frac{m_{\text{кг}}}{V_{\text{м}^3}} = \frac{P \cdot \mu_{\text{мкг/моль}}}{R_{\text{Па} \cdot \text{м}^3 / \text{моль} \cdot \text{К}} \cdot T_{\text{К}}}$$

$$D_k? \quad P_n = \frac{(3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг})}{(8,31 \cdot 300) \text{ м}^3}$$

$$\frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 300} = \frac{63,9}{8,31 \cdot 300}$$

$$\frac{-0,213}{-8,31} = 0,0256 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$0,2130 \overline{) 8,39} \\ \underline{1661} \quad 0,0256 \\ \underline{4890} \\ \underline{-4954} \\ 5350$$

$$k = \frac{P_n}{P_0} = \frac{0,0256}{1000} = 2,56 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3} = 2,56 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Ответ: } k = 2,56 \cdot 10^{-5}$$

2) при сжатии часть ~~пара~~ конденсировалась, было  $V_{\text{пара}}$  из объема сох. масс ~~пара~~ паря, стало  $\frac{V}{\gamma} - V_{\text{водв}}$   $V_{\text{водв}} = k \cdot \Delta V$   $\text{мб} = \text{см}^3$

$$\Delta V = V - \frac{V}{\gamma} - V_0 \quad V_0 = k \left( V - \frac{V}{\gamma} - V_0 \right) \quad 1+k \approx 1$$

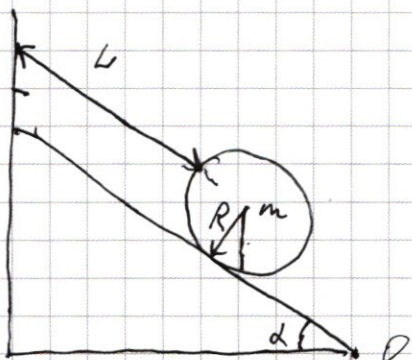
$$V_0(1+k) = k \left( V - \frac{V}{\gamma} \right) \quad V_0 = \frac{k \cdot \left( V - \frac{V}{\gamma} \right)}{1+k} = \frac{k \cdot \left( 4,6V - \frac{4,6V}{5,6} \right)}{1+k}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

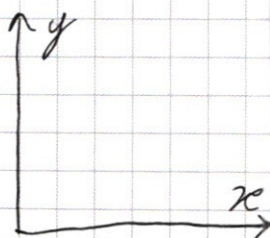
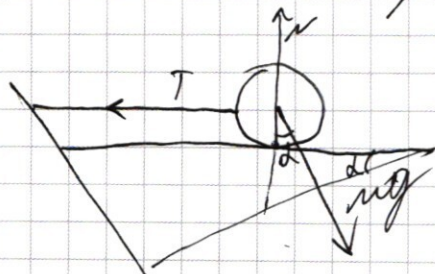
3.

Дано:  $\alpha, m, R, \Delta, L$



Рассмотрим силы на шар:

~~на~~ повернем шарик на  $\Delta$  против ч.с.



$$O_y: N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$O_x: T = mg \cdot \sin \alpha$$

$$1) F_g = ?$$

$F_g$  - сила тяжести, а значит сила, приложенная перпендикулярно поверхности, в нашем случае - это сила  $N$   $F_g = N = mg \cdot \cos \alpha$

$$\text{Ответ: } F_g = mg \cdot \cos \alpha$$



$$V_n = \frac{V}{5,6} - V_B$$

$$\frac{V_n}{V_B} = \frac{\frac{V}{5,6} - \cancel{K} \cdot \frac{4,6V}{5,6}}{K \cdot \frac{4,6V}{5,6}} =$$

$$\begin{array}{r} 1000 \overline{) 256} \\ \underline{768} \phantom{0} \\ 2320 \\ \underline{2304} \\ 16 \end{array}$$

$$\frac{1}{k} = 10^4 \cdot \frac{1}{0,256} \cdot 3,9$$

$$\frac{1}{4,6 \cdot k} - 1 = \frac{1}{k} \quad \frac{3,9 \cdot 10^4}{-1} \approx \frac{3,9 \cdot 10^4}{4,6} =$$

$$\begin{array}{r} 3,90 \overline{) 4,6} \\ \underline{3,68} \phantom{0} \\ 220 \\ \underline{124} \\ 960 \end{array}$$

$$= 0,85 \cdot 10^4 = 8,5 \cdot 10^3 = \frac{V_n}{V_B}$$

Answer:  $\frac{V_n}{V_B} = 8,5 \cdot 10^3$



# Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 10

## Вариант 10-02

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

1. Гайку бросают с вышки со скоростью  $V_0 = 10$  м/с под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. В полете гайка все время приближалась к горизонтальной поверхности Земли и упала на нее со скоростью  $2V_0$ .

1) Найти вертикальную компоненту скорости гайки при падении на Землю.

2) Найти время полета гайки.

3) С какой высоты была брошена гайка?

Ускорение свободного падения принять  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $M = 2m$ . Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в оси блока можно пренебречь. Коэффициент трения между ящиком и полом  $\mu$ .



1) С какой силой ящик с человеком давят на пол при движении ящика?

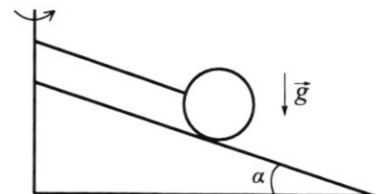
2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?

3) За какое время 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  $\alpha$  к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной  $L$ , привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.

1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.

2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью  $\omega$  вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

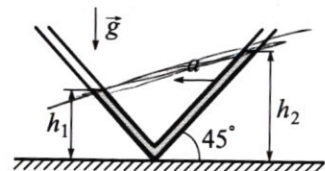


4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол  $\alpha = 45^\circ$ . При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении с ускорением  $a = 4$  м/с<sup>2</sup> уровень масла в одном из колен трубки устанавливается на высоте  $h_1 = 10$  см.

1) На какой высоте  $h_2$  установится уровень масла в другом колене?

2) С какой скоростью  $V$  будет двигаться жидкость в трубке относительно трубки после того как трубка внезапно станет двигаться равномерно (ускорение «исчезнет») и когда уровни масла будут находиться на одинаковой высоте?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Действие сил трения пренебрежимо мало.



5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре  $27^\circ\text{C}$  и давлении  $P = 3,55 \cdot 10^3$  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  $\gamma = 5,6$  раза. Плотность и молярная масса воды  $\rho = 1$  г/см<sup>3</sup>,  $\mu = 18$  г/моль.

$$\begin{array}{r} 16,1 \\ \times 16,1 \\ \hline 16,1 \\ 966 \\ 161 \\ \hline 26021 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5,5 \\ \times 5,5 \\ \hline 275 \\ 275 \\ \hline 302 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5,4 \\ \times 5,4 \\ \hline 220 \\ 220 \\ \hline 292 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16,1 \\ \times 16,1 \\ \hline 161 \\ 966 \\ 161 \\ \hline 26021 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 491,29 \\ \times 22,3 \\ \hline 98258 \\ 98258 \\ 98258 \\ \hline 10965757 \end{array}$$



