

# 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/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  $M = 5m$ . Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в оси блока можно пренебречь. Коэффициент трения между ящиком и полом  $\mu$ .



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

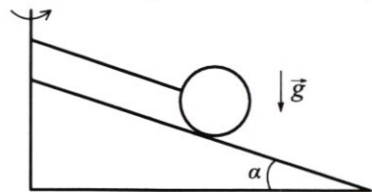
2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?

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

1) Найти силу натяжения нити, если система покоится.

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

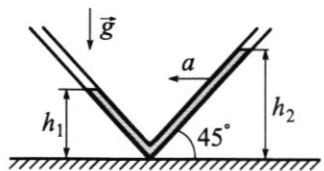


4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол  $\alpha = 45^\circ$ . При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении уровни масла в коленях трубки устанавливаются на высотах  $h_1 = 8$  см и  $h_2 = 12$  см.

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/с<sup>2</sup>. Действие сил трения пренебрежимо мало.



5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре  $95^\circ\text{C}$  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/см<sup>3</sup>,  $\mu = 18$  г/моль.



① Камень в момент времени приоткрылся к горизонтальной поверхности, то есть его вертикальная составляющая скорости в момент времени была направлена вниз, то есть камень движется как показано на рисунке:

$$V_{x0} = V_0 \cos \alpha$$

$$V_{y0} = V_0 \sin \alpha$$

$$x_0 = 0$$

$$y_0 = 0$$

$$a_x = 0$$

$$a_y = g$$

$$x(t) = V_0 \cos \alpha t; \quad y(t) = V_0 \sin \alpha t + \frac{gt^2}{2}$$

$$V_x(t) = V_0 \cos \alpha \quad V_y(t) = V_0 \sin \alpha + gt$$

Из того, что в конце скорости  $\frac{5}{2}V_0$ , а горизонтальная составляющая скорости камня постоянно идет

треугольник скорости:

$$1) (V_0 \cos \alpha)^2 + V_y^2 = \left(\frac{5}{2}V_0\right)^2$$

$$\left(\frac{V_0}{2}\right)^2 + V_y^2 = \left(\frac{5}{2}V_0\right)^2$$

$$V_y^2 = 6V_0^2$$

$$V_y = \sqrt{6} V_0$$

$$\sqrt{6} \approx 2,45$$

$$V_y = 2,45 \cdot 8 \frac{м}{с} = 19,6 \frac{м}{с}$$

$$2) V_y(t) = V_0 \sin \alpha + gt$$

$$\sqrt{6} V_0 = V_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + gt$$

$$t = \left(\sqrt{6} - \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \frac{V_0}{g} = \frac{\sqrt{3}(2\sqrt{2}-1)}{2} \frac{V_0}{g}; \quad t = 1,6 \cdot \frac{8 \frac{м}{с}}{10 \frac{м}{с^2}} = \frac{12,8}{10} = 1,28 с$$

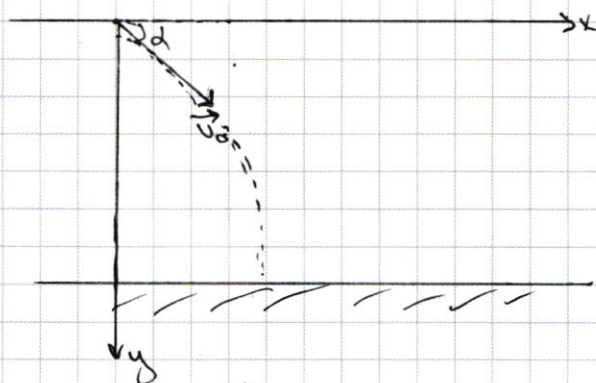
$$\frac{2\sqrt{2}-1}{2} \approx 1,82$$

$$\sqrt{6} = 2,45$$

$$\sqrt{3} = 1,7$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = 0,85$$

$$\sqrt{6} - \frac{\sqrt{3}}{2} = 1,6$$



$$\begin{array}{r} V_0 \cos \alpha \\ \times 2,45 \\ \hline 1225 \\ + 980 \\ \hline 2205 \\ \times 2,45 \\ \hline 5512,5 \\ + 1960 \\ \hline 7472,5 \end{array}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)

Diagram showing a projectile launched from height \$h\$ with initial velocity \$U\_0\$ at an angle. The horizontal distance is \$x\$.

Calculations:

$$mgh + \frac{mU_0^2}{2} = \frac{m(2.5U_0)^2}{2}$$

$$2gh + U_0^2 = \frac{25}{4}U_0^2$$

$$2gh = \frac{21}{4}U_0^2$$

$$h = \frac{21U_0^2}{8g}$$

Velocity components:

$$U_x = U_0 \cos \alpha$$

$$x = U_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$U_y = U_0 \sin \alpha$$

$$y = U_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{gt^2}{2}$$

Using the range formula:

$$(2.5U_0)^2 = \left(\frac{U_0}{2}\right)^2 + U_y^2$$

$$U_y^2 = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}U_0 + \frac{1}{2}U_0\right)\left(\frac{\sqrt{3}}{2}U_0 - \frac{1}{2}U_0\right) = 2U_0 \cdot 3U_0$$

$$U_y = \sqrt{6}U_0$$

Time of flight:

$$\frac{21U_0^2}{8g} = \frac{U_0 \cdot \sqrt{3}}{2} \cdot t$$

$$t = \frac{21U_0^2}{8g} \cdot \frac{2}{U_0 \cdot \sqrt{3}} = \frac{21U_0}{4g\sqrt{3}}$$

Horizontal distance:

$$x = U_0 \cos \alpha \cdot t = \frac{\sqrt{3}}{2}U_0 \cdot \frac{21U_0}{4g\sqrt{3}} = \frac{21U_0^2}{8g}$$

Diagram showing the velocity vector \$U\_0\$ at an angle \$\alpha\$ to the horizontal, with components \$U\_0 \cos \alpha\$ and \$U\_0 \sin \alpha\$.

Diagram showing the velocity vector \$U\_0\$ at an angle \$\alpha\$ to the horizontal, with components \$U\_0 \cos \alpha\$ and \$U\_0 \sin \alpha\$.

Diagram showing the velocity vector \$U\_0\$ at an angle \$\alpha\$ to the horizontal, with components \$U\_0 \cos \alpha\$ and \$U\_0 \sin \alpha\$.

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$3) x(t) = v_0 \cos \alpha t$$

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

горизонтальное  
смещение

$$S = 0,8 \cdot \frac{64 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{51,2}{10} = 5,12 \text{ м}$$

Ответ: 1)  $v_y = \sqrt{6} v_0 = 19,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  вниз

2)  $t = \left( \sqrt{6} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \frac{v_0}{g}$ ;  $t = 1,28 \text{ с}$

3)  $S = \frac{1}{2} \left( \sqrt{6} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \frac{v_0^2}{g}$ ;  $S = 5,12 \text{ м}$

4) Трением в нешероховатую поверхность  
ответа, связанную с трубой. В ней введем  
эффективное ускорение  $g^*$ . ~~Зависит~~ см. рис.

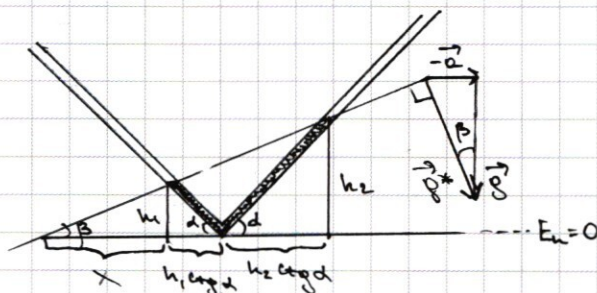
$$\tan \beta = \frac{h_1}{x} = \frac{h_2}{x + (h_1 + h_2) \tan \alpha}$$

$$h_1 x + h_1 (h_1 + h_2) \tan \alpha = h_2 x$$

$$x = \frac{h_1 (h_1 + h_2) \tan \alpha}{h_2 - h_1}$$

$$\tan \beta = \frac{h_1 (h_2 - h_1)}{h_1 (h_1 + h_2) \tan \alpha} = \frac{h_2 - h_1}{h_1 + h_2} \tan \alpha$$

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

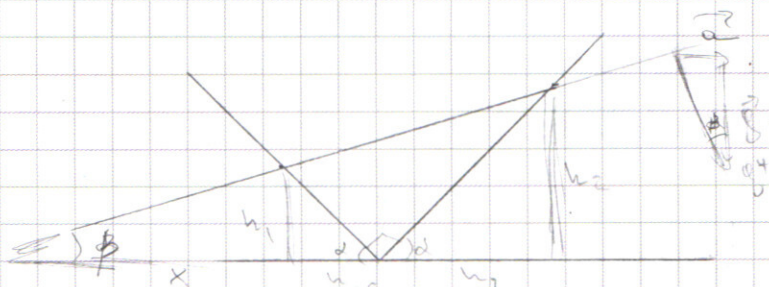


$$\Rightarrow a = \frac{h_2 - h_1}{h_2 + h_1} g \tan \alpha$$

$$a = \frac{12 \text{ см} - 8 \text{ см}}{12 \text{ см} + 8 \text{ см}} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1$$

$$a = \frac{4}{20} \cdot 10 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \quad (\text{или } \frac{g}{5})$$

2) Такое "показанное" ускорение из-за разности  
высот ступеней недействительно возникнет сила,  
стремющаяся эту разность убрать. Пока  
высота ступица права больше, чем слева  
недействительно ускорение (скорость ее увеличивать), то



$$\tan \beta = \frac{h_1}{x} = \frac{h_2}{x + (h_1 + h_2) \cot \alpha}$$

$$\cot \alpha = \frac{h_1 + h_2}{x}$$

$$h_1 x + h_1 (h_1 + h_2) \cot \alpha = x h_2$$

$$x = \frac{h_1 (h_1 + h_2) \cot \alpha}{h_2 - h_1}$$

$$\tan \beta = \frac{h_1 (h_2 - h_1)}{h_1 (h_1 + h_2) \cot \alpha} = \frac{h_2 - h_1}{h_2 + h_1} \tan \alpha$$

$$\tan \beta = \frac{4}{20} \cdot 2 = \frac{4}{5}$$

$$\tan \beta = \frac{a}{b} \quad a = b \tan \beta = \frac{4}{5}$$

$$\frac{h_1 + h_2}{2 \sin \alpha}$$

$$0,04 \cdot \sqrt{\frac{40}{2 \cdot 0,2}} = 0,04 \cdot \sqrt{\frac{4000}{2}} = 0,2$$

$$Q = \frac{\rho g (h_2 - h_1) S}{\rho S \frac{(h_1 + h_2)}{\cos \alpha}} = \frac{h_2 - h_1}{h_2 + h_1} \cos \alpha$$

$$\frac{m_1 g h_1}{2} + \frac{m_2 g h_2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) U^2}{2} + \frac{2 (m_1 + m_2) g h}{2}$$

$$\frac{\rho_1 g h_1}{2} + \frac{\rho_2 g h_2}{2} = \frac{(\rho_1 + \rho_2) U^2}{2} + \frac{(\rho_1 + \rho_2) g h}{2}$$

$$\frac{\rho h_1^2}{2 \sin \alpha} + \frac{\rho h_2^2}{2 \sin \alpha} = \frac{h_1 + h_2}{2 \sin \alpha} U^2 + \frac{h_1 + h_2}{2 \sin \alpha} g \cdot \frac{h_1 + h_2}{2}$$

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

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

$$U^2 = \frac{64 + 144}{20} g - \frac{g \cdot 20}{2} = \left( \frac{208}{20} - \frac{200}{20} \right) g = \frac{8}{20} g = \frac{4}{10} g$$

$$U = \sqrt{\frac{4}{10} g} = 2 \frac{m}{c}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

есть в момент, когда труба была  
 $h_2$  до момента, когда <sup>столбов жидкости</sup> высоты сравнялись  
скорость <sup>жидкости</sup>  $v$  увеличивалась, а значит макси-  
мальная скорость  $v$  жидкости достигла-  
ется в момент, когда  $h$  равнялись.  
Продолжение объяснения

$$\rho S \cdot \frac{h_1}{\sin \alpha} + \rho S \frac{h_2}{\sin \alpha} = 2\rho S \cdot \frac{h}{\sin \alpha} \quad \left( \begin{array}{l} \text{масса воды} \\ \text{сохраняется} \end{array} \right)$$

$$h = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

$E_k + E_p = \text{const}$ , т.е.  $E_k$  - макс, когда  $E_p$  - мин.  
В состоянии покоя тело обладает экстремальной  
потенциальной энергией, а как известно для  
воды в таком случае состояние покоя - минимум.

В КСО трубы найдем закон сохранения  
энергии: (потенциальная энергия), когда уровни  
воды в шестах трубы одинаковы.

$$\text{ЗЛЭ: } \rho S \frac{m_2 g h_2}{2} + \frac{m_1 g h_1}{2} = \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2} + \frac{(m_1 + m_2) g h}{2}$$

$\left( \frac{m_1 g h}{2} \right)$ , т.к. жидкость однородна, центр масс  
по середине)

$$\rho S l_2 g h_2 + \rho S l_1 g h_1 = \rho S (l_1 + l_2) v^2 + \rho S (l_1 + l_2) g h$$

$$\frac{g h_2^2}{\sin \alpha} + \frac{g h_1^2}{\sin \alpha} = \frac{h_1 + h_2}{\sin \alpha} v^2 + \frac{h_1 + h_2}{\sin \alpha} g \frac{h_1 + h_2}{2}$$

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

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

$$v = \frac{(12 \text{ см} - 8 \text{ см})}{100} \sqrt{\frac{10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 100}{2(12 + 8)}} = \frac{4}{100} \sqrt{\frac{1000}{2 \cdot 20}} = \frac{4}{200} \cdot 5 = 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1)  $a = \frac{h_2 - h_1}{h_2 + h_1} g$ ; 2)  $a = \frac{g}{2} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ; 3)  $v = (h_2 - h_1) \sqrt{\frac{g}{2(h_1 + h_2)}}$   
 $v = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

5)

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$pM = \frac{m}{V} RT$$

$$pM = \frac{pM}{RT}$$

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

$$pM = \frac{8,5 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 368} = \frac{8,5 \cdot 18}{8,31 \cdot 368}$$

$$\begin{array}{r} \times 8,31 \\ 368 \\ \hline 6648 \\ 1986 \\ 2193 \\ \hline 305808 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 153000 \\ \hline 305808 \end{array}$$

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

368

~~pM~~

$$\frac{pV}{m}$$

$$\frac{pV}{m_0} = \frac{pV}{\delta m}$$

$$\delta m = m_0$$

$$m = \frac{m_0}{\delta}$$

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

$$\begin{array}{r} 1530,0 \quad 3058 \\ - 222 \quad 0,500 \\ \hline 15280 \\ - 100000 \\ \hline 1000 \end{array}$$

$$0,5 \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$$

$$\frac{Nn}{V_0} = \frac{m_n \cdot p_0}{p_n \cdot m_0} = \frac{m_n}{m_0} \cdot \frac{p_0}{p_n} = \frac{m_0}{\delta} \cdot \frac{1}{\delta - 1} \cdot \frac{p_0}{p_n}$$

$$m_0 - m$$

$$m_0 - \frac{m_0}{\delta} = \frac{\delta - 1}{\delta} m_0$$

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

$$\begin{array}{r} \times 368 \\ 8,31 \\ \hline 368 \\ 1104 \\ 2344 \\ \hline 305808 \end{array}$$

$$R = \frac{pV}{nT}$$

$$R = \frac{p_0 \cdot M^3}{m_0 \cdot n \cdot T} = \frac{p_0 \cdot M^3}{m_0 \cdot n \cdot T}$$

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

$$\begin{array}{r} 1530,0 \quad 3058 \\ - 15280 \quad 0,5003 \\ \hline - 1000 \\ - 1000 \\ \hline - 10000 \\ \hline 9124 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100000 \quad 125 \\ - 925 \\ \hline 250 \\ - 240 \\ \hline 1000 \end{array}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

⑤ Закон Менделеева-Клапейрона:

$$1) \quad pV = \frac{m}{M} RT$$

$$pM = \rho RT$$

$$\rho_n = \frac{pM}{RT}$$

$$\frac{\rho_n}{\rho_b} = \frac{pM}{p_b RT}$$

$$\frac{\rho_n}{\rho_b} = \frac{8,5 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 368 \text{ К}} = \frac{85 \cdot 18}{8,31 \cdot 368} \cdot 10^{-3} =$$

$$= \frac{1530}{3058,08} \cdot 10^{-3} \approx 0,5003 \cdot 10^{-3} \dots \approx 0,5 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-4}$$

$$2) \quad pV = \frac{m}{M} RT; \quad \frac{pV}{m} = \left( \frac{RT}{M} \right) = \text{const}, \text{ т.е. } \frac{pV}{m} = \text{const}$$

Объем пара уменьшается, <sup>оставаясь</sup> <sup>частично</sup> конденсируется (при  $T = \text{const}$ ), <sup>каждый элемент</sup>  $p = \text{const} = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$ .

$$\frac{pV_1}{m_1} = \frac{pV_2}{m_2}; \quad \frac{V_1}{m_1} = \frac{V_2}{m_2} \cdot \delta; \quad m_2 = \frac{m_1}{\delta}$$

$m_1$  — начальная масса пара

$m_2$  — конечная масса пара

$$m_1 = m_2 + m_b \quad (\text{масса воды} + \text{пар} = \text{const})$$

$$m_1 = \frac{m_1}{\delta} + m_b; \quad m_b = \frac{\delta - 1}{\delta} m_1$$

$$\rho_n = \frac{pM}{RT} = \text{const}$$

$$\frac{V_n}{V_b} = \frac{m_2}{\rho_n} \cdot \frac{\rho_b}{m_b} = \frac{m_1}{\delta} \cdot \frac{\delta}{(\delta - 1)m_1} \cdot \frac{\rho_b}{\rho_n} = \frac{1}{\delta - 1} \cdot \frac{\rho_b}{\rho_n}$$

$$\frac{V_n}{V_b} = \frac{1}{4,7 - 1} \cdot \frac{1}{5 \cdot 10^{-4}} = \frac{10^4}{3,7 \cdot 5} = \frac{10^4}{18,5} = 540,5 \dots$$

$$\frac{V_n}{V_b} \approx 540$$

Ответ: 1)  $\frac{p_n}{p_b} = \frac{p_M}{p_B R T}$ ;  $\frac{p_n}{p_b} = 5 \cdot 10^{-4}$

2)  $\frac{V_n}{V_b} = \frac{1}{\gamma - 1} \cdot \frac{p_b}{p_n} = \frac{p_B R T}{(\gamma - 1) p_M}$ ;  $\frac{V_n}{V_b} = 540$

③ 1)

$$\vec{T}_1 + \vec{N}_1 + m\vec{g} = 0$$

$$\begin{cases} 0.x: N_1 \sin \alpha - T_1 \cos \alpha = 0 \\ 0.y: T_1 \sin \alpha + N_1 \cos \alpha - mg = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_1 = T_1 \cot \alpha \\ T_1 \sin \alpha + T_1 \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} = mg \end{cases}$$

$$T_1 \frac{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}{\sin \alpha} = mg$$

$$T_1 = mg \sin \alpha$$

2)  $\vec{T}_2 + \vec{N}_2 + m\vec{g} = m\vec{a}$

$$\begin{cases} 0.x: ma_y = T_2 \cos \alpha - N_2 \sin \alpha \\ 0.y: T_2 \sin \alpha + N_2 \cos \alpha - mg = 0 \end{cases}$$

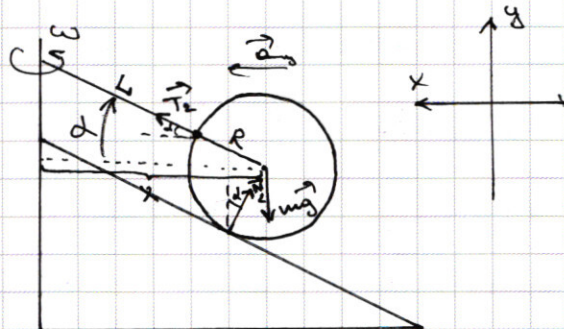
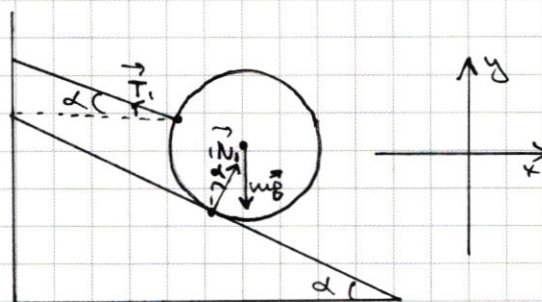
$$\begin{cases} N_2 = T_2 \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} - \frac{ma_y}{\sin \alpha} \\ T_2 \sin \alpha + T_2 \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} - \frac{ma_y \cos \alpha}{\sin \alpha} = mg \end{cases}$$

$$\frac{T_2}{\sin \alpha} - \frac{ma_y \cos \alpha}{\sin \alpha} = mg; T_2 = mg \sin \alpha + ma_y \cos \alpha$$

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

Ответ: 1)  $T_1 = mg \sin \alpha$

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



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$N = 6m\mu g$

$T \cos \alpha = N \sin \alpha$  ,  $N = T \tan \alpha$

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

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

$\frac{T}{\sin \alpha} = mg$

$T = mg \sin \alpha$

$T \cos \alpha - N \sin \alpha = m \omega^2 L \cos \alpha$  |  $N = T \tan \alpha - m \omega^2 L \tan \alpha$

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

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

$\frac{T}{\sin \alpha} - \frac{m \omega^2 L \cos^2 \alpha}{\sin \alpha} = mg$

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

$F_0 = \mu(m + m)g$

$F_0 = 6m\mu g$

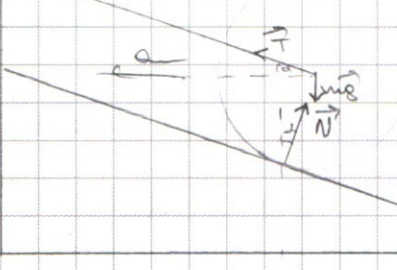
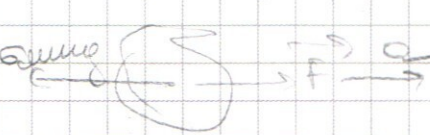
$6m\mu g = F - 6m\mu g$

$a = \frac{F}{6m} - \mu g$   $\mathbb{E}_1$

$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$

$v = \sqrt{2as}$

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

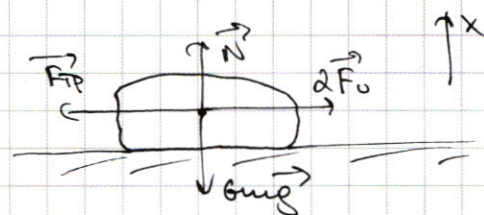



2) Человек упирается ногами в ящик, то есть он может двигаться только вместе с ящиком.

Человек тянет канат с силой  $F$ , зн. (по 3-ему 3-му Ньютону) канат действует на человека с силой  $F$ . Но и на ящик канат действует с силой  $F$ , так.

Иногда из вышесказанного, можно рассматривать человека с ящиком, как единую систему массы  $m+M=6m$ , на которую действуют сила трения, сила реакции опоры и сила натяжения нити (а ее <sup>вышесказанно</sup> можно и найти  $\frac{1}{2}$ : она будет равна <sup>двум</sup> силе, с которой человек тянет нить)

ш. рис:  $0.x: N=6mg$   
Чтобы ш-м двигалась с места нулю, чтобы



$2F > F_{тр.ск}$ , т.е. минимальная сила  $F_0 = \frac{\mu N}{2} = \frac{6\mu mg}{2} = 3\mu mg$

$$3) \vec{F}_{Tp} + 2\vec{F} + \vec{N} + 6m\vec{g} = 6m\vec{a}$$

$$\begin{cases} 0.x: N = 6mg \\ 0.y: 2F - \mu N = 6ma \end{cases}$$

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

$$a = \frac{2F}{6m} - \mu g$$

$$S = \frac{V^2 - V_0^2}{2a}; \quad V = \sqrt{2aS}; \quad V = \sqrt{2S \left( \frac{2F}{6m} - \mu g \right)} = \sqrt{2S \left( \frac{F}{3m} - \mu g \right)}$$

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