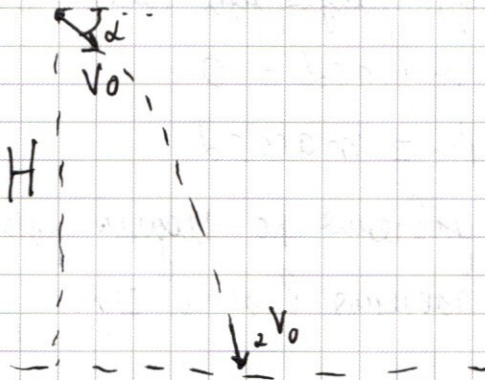


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1.

Поскольку гайка к поверхности всё время приближалась, то её запустили вниз, а не вверх.



- 1) горизонтальная компонента скорости всё время равна $V_0 \cos \alpha$. Поэтому вертикальная её компонента скорости шарика при падении на землю по теореме Пифагора равна:

$$V_{\text{вк}} = \sqrt{(2V_0)^2 - (V_0 \cos \alpha)^2} = \sqrt{4V_0^2 - V_0^2 \cos^2 \alpha} = \sqrt{4V_0^2 - \frac{3}{4}V_0^2} = \frac{\sqrt{13}}{2} V_0 = 5\sqrt{13} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

- 2) начальная вертикальная компонента скорости равна:

$$V_{\text{в0}} = V_0 \sin \alpha$$

$$V_{\text{вк}} - V_{\text{в0}} = g\tau \quad \tau - \text{ищемое время}$$

$$\tau = \frac{V_{\text{вк}} - V_{\text{в0}}}{g} = \frac{\frac{\sqrt{13}}{2} V_0 - \frac{1}{2} V_0}{g} = \frac{V_0}{g} \left(\frac{\sqrt{13}}{2} - \frac{1}{2} \right) = \frac{\sqrt{13} - 1}{2} \text{ с}$$

3) По закону сохранения энергии:

$$mgH + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{m(2v_0)^2}{2}$$

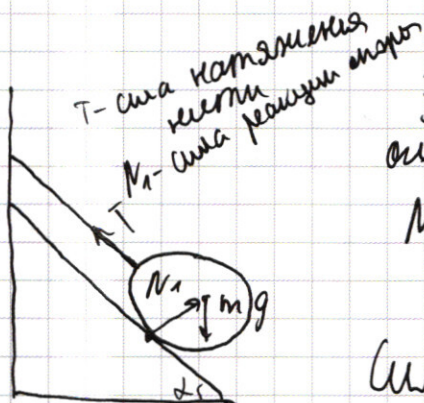
$$H = \frac{3}{2} \frac{v_0^2}{g} = 15 \text{ м}$$

H - с какой высоты кинули
тачку

m - масса тачки

Задача 3

1)



Запишем II закон Ньютона на ось перпендикулярную поверхности клина:

$$N_1 - mg \cos \alpha = 0$$

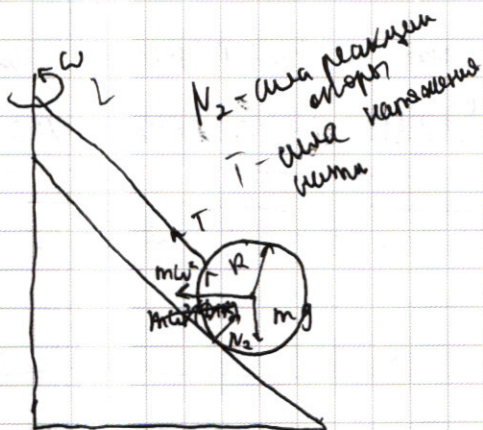
$$N_1 = mg \cos \alpha$$

Сила давления по модулю равна N_1 .

Значит сила давления в этом случае равна:

$$P_1 = N_1 = mg \cos \alpha$$

2)



Запишем II закон Ньютона на ось перпендикулярную клину

$$N_2 - mg \cos \alpha = m \omega^2 r \sin \alpha$$

(где $r = (R+L) \cos \alpha$ - расстояние до оси вращения)

Запишем II закон Ньютона на ось перпендикулярную клину:

$$mg \cos \alpha - N_2 = m \omega^2 r \sin \alpha, \text{ где } r = (R+L) \cos \alpha - \text{расстояние до оси вращения}$$

$$N_2 = mg \cos \alpha - m \omega^2 (R+L) \cos \alpha \sin \alpha = m \cos \alpha (g - \omega^2 (R+L) \sin \alpha)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Сила давления по модулю равна N_2 , значит сила давления в этом случае равна:

$$P_2 = N_2 = m \cos \alpha (g - \omega^2 (R+L) \sin \alpha)$$

так как шар не отрываясь от клина, то $P_2 > 0$ и всё хорошо.

Задача 2

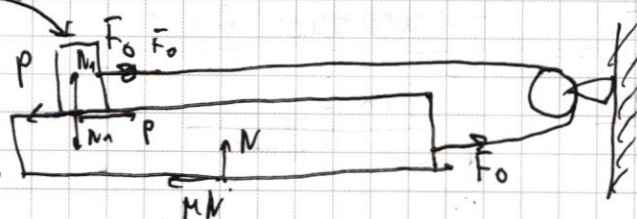
- 1) Поскольку мы рассматриваем движение клина сила трения о пол равна: $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu (m+M)g$, где μ - сила реакции ^{от пола} ~~от пола~~. Сила с которой клин с человеком давит на пол по теореме Пифагора равна:

$$Q = \sqrt{(\mu N)^2 + N^2} = N \sqrt{\mu^2 + 1} = \sqrt{\mu^2 + 1} (m+M)g = 3mg \sqrt{\mu^2 + 1}$$

- 2) При минимальной силе человек с клином едут с

наименьшей скоростью.

Человек тянет за канат, а канат тянет человека с такой же по модулю силой (III закон Ньютона)



P - сила с которой человек действует на клин (а по III закону Ньютона канатом) N - реакция от клина

III закон Ньютона на горизонтальную ось для человека:

$$F_0 - P = 0 \rightarrow P = F_0$$

II закон Ньютона на горизонтальной оси для системы:

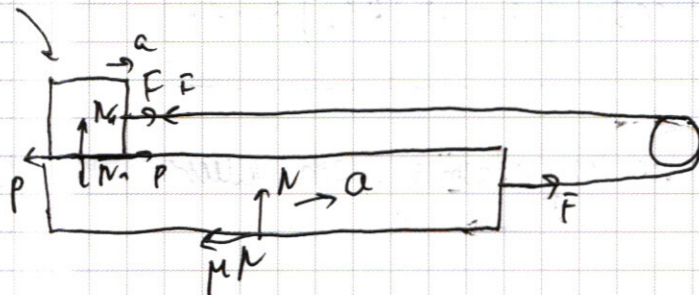
$$F_0 + P - \mu N = 0$$

$$2F_0 = \mu(m+M)g$$

$$F_0 = \frac{\mu(m+M)g}{2} = \frac{3}{2} \mu mg$$

3)

то человек



II закон Ньютона для горизонтальной оси для человека:

$$F - P = ma$$

для системы:

$$F + P - \mu N = Ma$$

Сложим эти уравнения

$$2F - \mu(m+M)g = (m+M)a$$

$$a = \frac{2F - \mu(m+M)g}{(m+M)} = \frac{2F - 3\mu mg}{3m}$$

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

t - искомое время

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{6mS}{2F - 3\mu mg}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5

1) Уравнение Менделеева - Клапейрона для пара:

$$pV = \frac{m_{\text{п}}}{\mu} RT, \text{ где } m_{\text{п}} - \text{масса}$$

$$pV_0 = \frac{m_0}{\mu} RT, \text{ где } m_0 - \text{масса пара начальная}$$

R - универсальная газовая постоянная

$$p = \frac{\rho_{\text{п}}}{\mu} RT$$

$$\rho_{\text{п}} = \frac{m_0}{V_0} - \text{плотность пара}$$

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

m, V - масса и объем пара соответственно

$$p = \frac{\rho_{\text{п}}}{\mu} RT$$

$$\rho_{\text{п}} = \frac{m}{V} - \text{плотность пара}$$

примем $\rho_{\text{п}} = \text{const}$ так как $T = \text{const}$ (изотермический процесс) и $p = \text{const}$ (так как пар насыщенный, идет конденсация и температура постоянна)

$$\rho_{\text{п}} = \frac{\mu p}{RT} = 2,6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Отношение плотности пара к плотности воды:

$$n = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho} = \frac{2,6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 2,6 \cdot 10^{-5}$$

2)

Уравнение Менделеева - Клапейрона для пара в начале:

$$p_0 p V_0 = \frac{m_0}{\mu} R T$$

При объеме V_0/γ уравнение будет выглядеть так:

$$p V_0/\gamma = \frac{m}{\mu} R T$$

m - конечная масса пара
 m_0

Из этих уравнений найдем, что:

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

Масса воды:

$$m_B = m_0 - \frac{m_0}{\gamma} = m_0 \frac{\gamma-1}{\gamma}$$

Объем пара:

$$V_n = V_0/\gamma = \frac{m_0}{\rho n \gamma}$$

Объем воды:

$$V_B = \frac{m_B}{\rho} = \frac{m_0(\gamma-1)}{\rho \gamma}$$

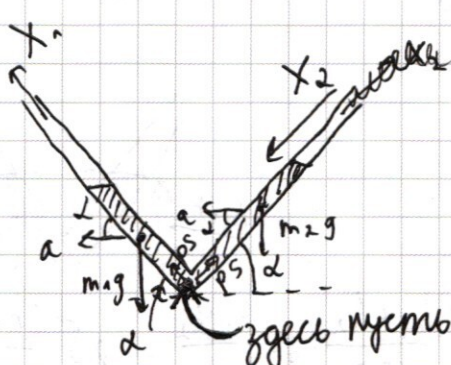
Из отношения:

$$K = \frac{V_n}{V_B} = \frac{\rho}{\rho n (\gamma-1)} = \frac{8360}{6860}$$

Задача 4

- 1) Масса ^{масла} ~~воды~~ в левом колене равна: $m_1 = \rho S \frac{h_1}{\sin \alpha}$, где ρ - плотность масла, S - сечение трубки. В правом:
- $$m_2 = \rho S \frac{h_2}{\sin \alpha}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



(углы между трубами и
стеной равны по α (так как
 $180 - 90 - \alpha = 45^\circ = \alpha$)

здесь пусть давление равно p

Запишем II закон Ньютона для масла в левом колесе
на ось направленную вдоль трубы (ось X_1):

$$m_1 a \cos \alpha = pS - m_1 g \sin \alpha$$

$$\rho \frac{h_1}{\sin \alpha} a \cos \alpha = pS - \rho g h_1 S / g$$

$$p = \rho h_1 (a \cot \alpha + g)$$

$$p = \rho h_1 (a \cot \alpha + g)$$

II закон Ньютона на ось X_2 для масла в правом колесе

$$m_2 a \cos \alpha = m_2 g \sin \alpha - pS$$

$$\rho S h_2 a \cot \alpha = \rho g S h_2 - pS$$

$$S a h_2 \cot \alpha = \rho g h_2 - S \rho h_1 (a \cot \alpha + g)$$

$$h_2 (g - a \cot \alpha) = h_1 (a \cot \alpha + g)$$

$$h_2 (g - a \cot \alpha) = h_1 (a \cot \alpha + g)$$

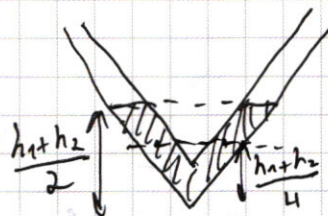
$$h_2 = h_1 \frac{a \cot \alpha + g}{g - a \cot \alpha} = 10 \text{ см} \cdot \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1 + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1} =$$

$$= 23,3 \text{ см}$$

2) Запишем закон сохранения энергии масла в момент
 когда ~~то~~ уровни в коленах станут одинаковыми и
 равными $\frac{h_1+h_2}{2}$:

$$m_1 g \frac{h_1}{2} + m_2 g \frac{h_2}{2} = (m_1 + m_2) g \frac{h_1 + h_2}{4} + \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2}$$

v - скорость масла



$$\cancel{\rho S} g \frac{h_1^2}{2 \sin \alpha} + \cancel{\rho S} g \frac{h_2^2}{2 \sin \alpha} = \cancel{\rho S} \frac{h_1 + h_2}{\sin \alpha} \cdot g \cdot \frac{h_1 + h_2}{4} + \cancel{\rho S} \frac{(h_1 + h_2) v^2}{2 \sin \alpha}$$

$$g \frac{h_1^2}{2} + g \frac{h_2^2}{2} = g \frac{(h_1 + h_2)^2}{4} + \frac{(h_1 + h_2) v^2}{2}$$

$$\frac{g}{4} (2h_1^2 + 2h_2^2 - h_1^2 - 2h_1h_2 - h_2^2) = \frac{(h_1 + h_2) v^2}{2}$$

$$\frac{g}{4} (h_1 - h_2)^2 = \frac{(h_1 + h_2) v^2}{2}$$

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

$$v = (h_2 - h_1) \sqrt{\frac{g}{2(h_1 + h_2)}} = 13,3 \sqrt{15} \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

