

Часть 1

Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21205535**

ID профиля: **134075**

Вариант 2

101

Циговыя мот 1 цр 3

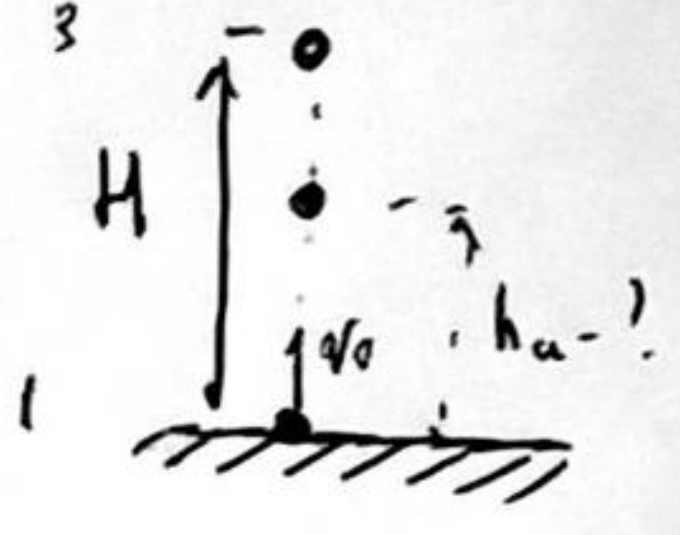
Вариант 10-02

Дано: v_0, g

Скорость 1-2

Скорость 2-1

$h_{max} = ?$



Для мяча, брошенного 1-им, полет происходит под углом 90° к горизонту - 1-й, набор высоты H , мяч высколится с v_0 в поле зрения g и свободное падение.

Тогда: $t_1 = t_H + t_x$

1) где $t_H = \frac{v_0}{g}$, т.е. в вершине траектории

Скорость у мяча 1 равно 0 (выразим H для удобства расчетов через В.С.)

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh$$

(т.е. кинетическая энергия улетит в гравитационную) $\Rightarrow H = \frac{v_0^2}{2g}$

2) За t_x , равное времени полета 2-ого мяча с точки 1-2 пролетит в сумме высоту $H \Rightarrow H = v_0 t_x - g \frac{t_x^2}{2} + g \frac{t_x^2}{2} = v_0 t_x \Rightarrow$

$$t_x = \frac{H}{v_0} = \frac{v_0}{2g}$$

$$t_1 = \frac{v_0}{g} + \frac{H}{v_0} = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3}{2} \frac{v_0}{g}$$

3) Тогда $\frac{t_1}{t_2} = \frac{t_1 + t_x}{t_x} = \frac{\frac{3}{2} \frac{v_0}{g}}{\frac{v_0}{2g}} = \frac{3 \frac{v_0^2}{2g}}{2gH} = 3$

4) $h_{путь 2} = h_{полета} = v_0 t_x - g \frac{t_x^2}{2} = H - \frac{H^2 g}{v_0^2 \cdot 2} = H - \frac{H \cdot \frac{v_0^2}{4g}}{2 \cdot \frac{v_0^2}{2g}} = \frac{3}{4} H = \frac{3}{4} \cdot \frac{v_0^2}{2g} = \frac{3}{8} \frac{v_0^2}{g}$

Ответ: $t_1 = \frac{3}{2} \frac{v_0}{g}$

$$\frac{t_1}{t_2} = 3$$

$$h_{путь} = \frac{3}{8} \frac{v_0^2}{g}$$

03

Задача 2 из 3

Дано:

$$T = \text{const}$$

$$T = 81(^{\circ}\text{C}) = 354(\text{K})$$

$$V = \frac{1}{7} V_0 = 1,7(\text{л})$$

$$P_1 = 0,5 \cdot 10^5 (\text{Па})$$

$$P = 3,6 P_0$$

$$M = 18 (\text{моль})$$

$$R = 8,31 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{К}} \right)$$

$$P_0 = ?$$

$$M = ?$$

т.к. пар рассматривается как идеальный газ, для него выполняются закон Менделеева-Клапейрона для идеального состояния

$$\frac{pV}{T} = \nu R = \text{const} \quad (\text{Если сравнивать между собой!})$$

$T = \text{const}$, при изотермическом процессе \Rightarrow

$$pV = \text{const}, \text{ если } \nu = \text{const}$$

1) В начале: $P = P_0, V = V_0 \quad pV = p \cdot V_0$

Восле сжатия: $P = 3,6 P_0, V = \frac{1}{7} V_0 \quad pV = \frac{3,6}{7} P_0 V_0 = 0,514 P_0 V_0$

\Rightarrow чтобы пара конденсировалась, что возможно

только при $P_2 = P_1 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \Rightarrow P_0 = \frac{P}{3,6} = 0,14 \cdot 10^5 (\text{Па})$

2) Тогда запишем уравнение состояния для газа после сжатия:

$$\frac{P_1 \cdot \frac{1}{7} V_0}{T} = \nu R = \frac{M}{M} R \Rightarrow M = \frac{P_1 \cdot \frac{1}{7} V_0 \cdot M}{R T}$$

где M и P_0 ищем

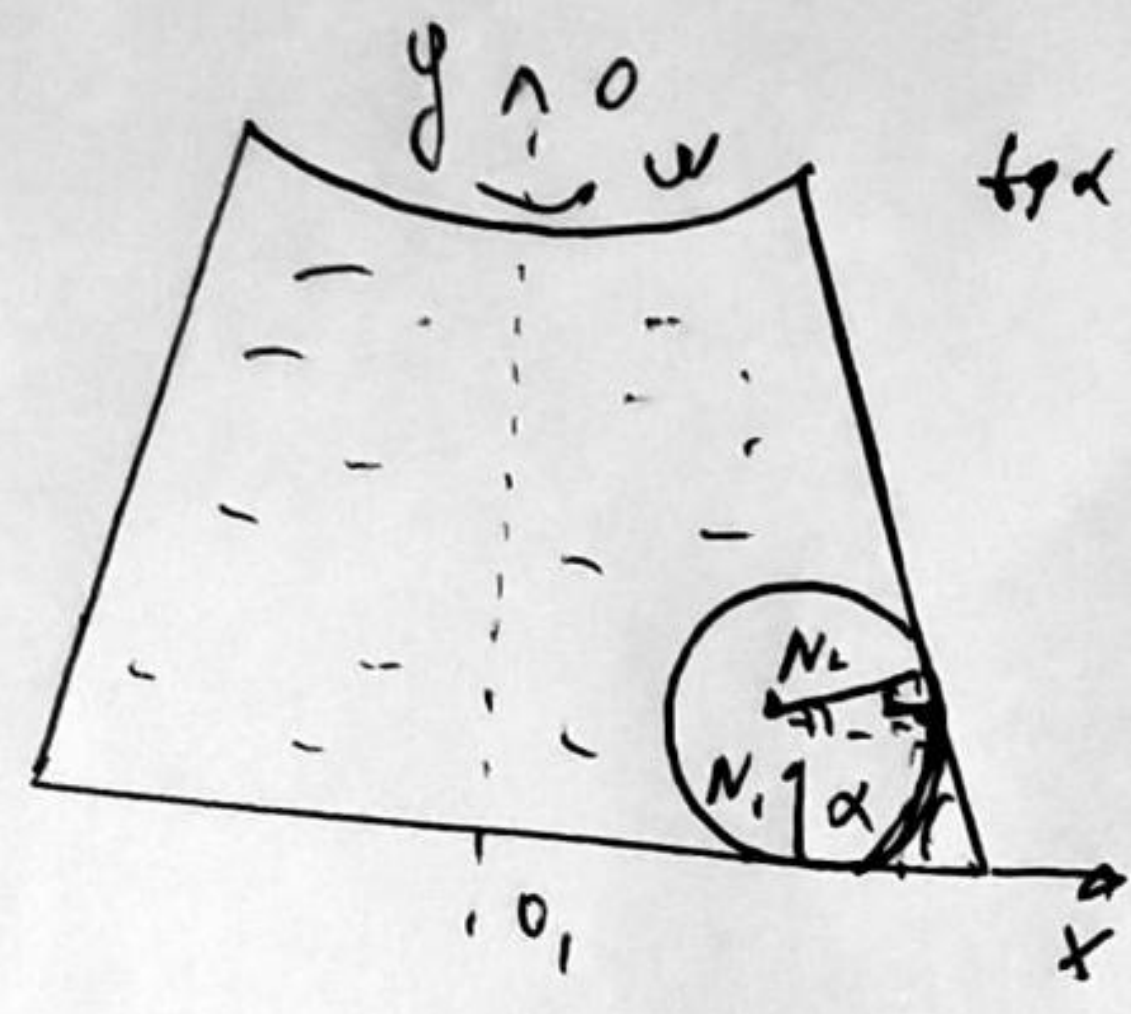
$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T} = \nu R \Rightarrow M = \frac{P_0 \cdot V_0 \cdot M}{R T} = \frac{P_1 \cdot V_0 \cdot M}{3,6 R} = \frac{0,5 \cdot 10^5 \cdot 7 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{3,6 \cdot 8,31 \cdot 354}$$

$$= 1,018 (\text{г})$$

Ответ: $P_0 = 0,14 \cdot 10^5 (\text{Па})$
 $M = 1,018 (\text{г})$

102

Условие $\omega = 3 \text{ и } 3$



$\tan \alpha = \frac{3}{2}$ 4) В центре, сила Архимеда в поперечном сечении a соуде направлена вверх сила тяжести \Rightarrow

по Oy : $N_2 \cos \alpha + m_p g = N_1 + F_A$
 по Ox : $N_2 \sin \alpha = 0 \Rightarrow N_1 = m_p g - F_A =$

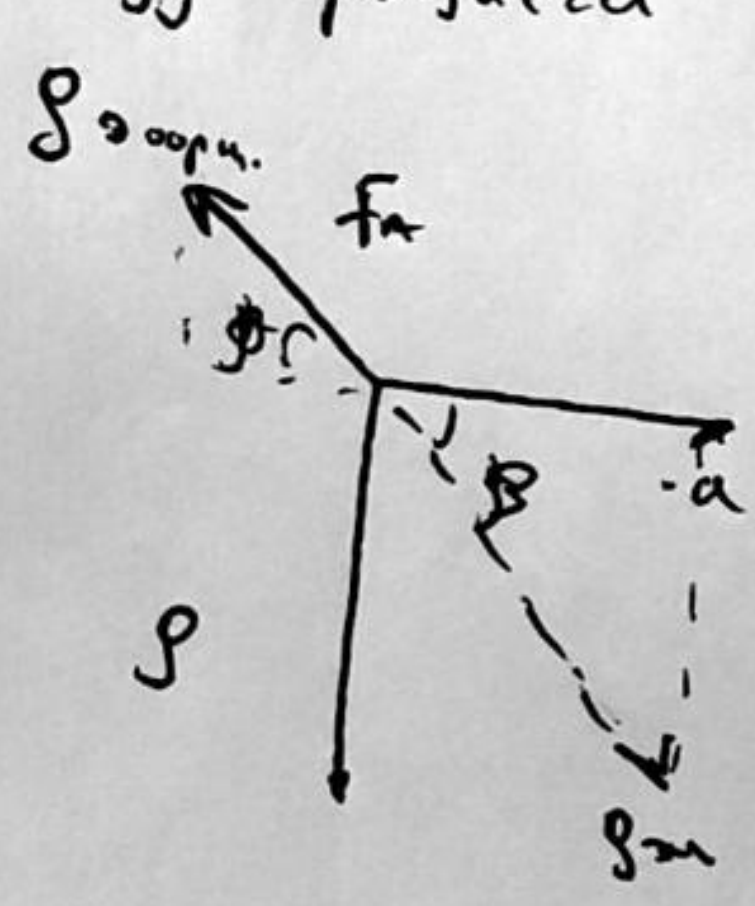
$$= 6 \rho g V - \rho g V = 5 \rho g V = 5 \rho \cdot \frac{1}{3} \pi R^3 g = \frac{20}{3} \rho \pi R^3 g$$

$\sin \alpha = \frac{3}{\sqrt{13}}$
 $\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$
 $\tan^2 \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{1 - \sin^2 \alpha} \Rightarrow \frac{1}{\tan^2 \alpha} = \frac{1 - \sin^2 \alpha}{\sin^2 \alpha} = \frac{1}{\sin^2 \alpha} - 1$



$\frac{1 + \tan^2 \alpha}{\tan^2 \alpha} = \frac{1}{\sin^2 \alpha} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} = \frac{\frac{3}{2}}{\sqrt{1 + \frac{9}{4}}} = \frac{3}{\sqrt{13}}$

2) Когда соуд вращается с угловой скоростью ω , сила Архимеда направлена



$\cos \beta = \frac{a}{\sqrt{p^2 + a^2}}$
 $\sin \beta = \frac{p}{\sqrt{p^2 + a^2}}$, тогда $F_{2m} = \sqrt{p^2 + a^2}$

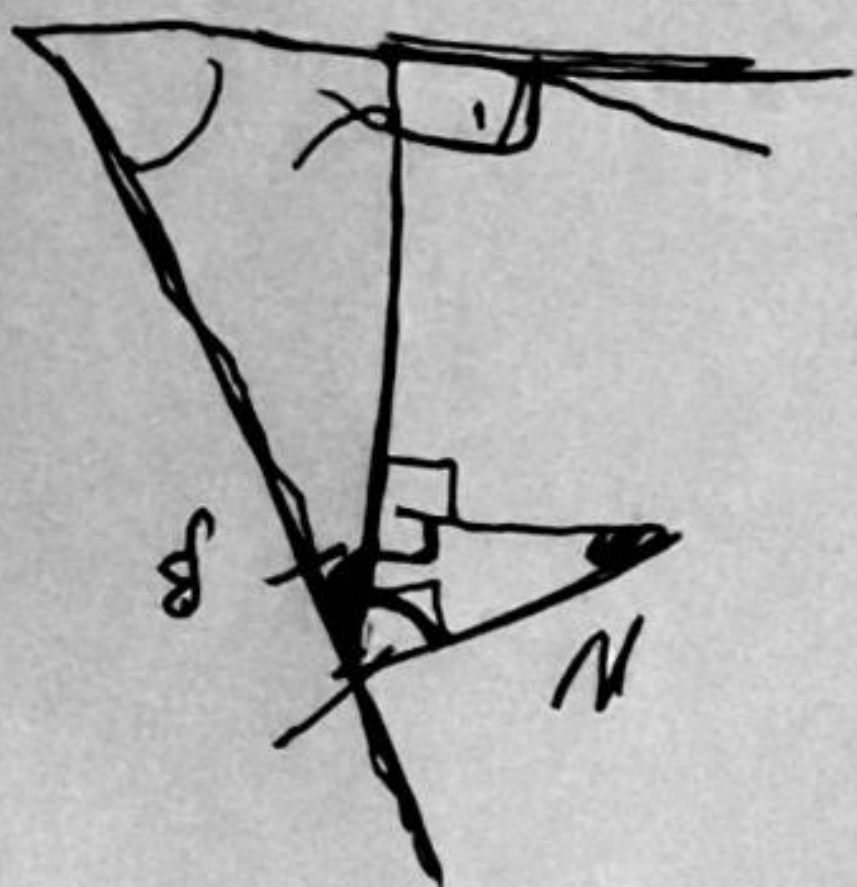
по Oy : $N_2 \cos \alpha + m_p g = N_1 + F_A \cdot \sin \beta$
 по Ox : $N_2 \sin \alpha + F_A \cdot \cos \beta = m_p g \Rightarrow$

$N_2 = \frac{m_p g - F_A \cos \beta}{\sin \alpha} =$

$$= \frac{6 \rho V a - \rho V \sqrt{p^2 + a^2} \cdot \frac{a}{\sqrt{p^2 + a^2}}}{\sin \alpha} = \frac{5 \rho V a}{\sin \alpha} = \frac{20}{3} \rho \pi R^3 \cdot \omega^2 \cdot 15 R \sqrt{13} = \frac{20 \cdot \sqrt{13}}{3} \rho \pi R^4 \omega^2 = \frac{10}{3} \sqrt{13} \rho \pi R^4 \omega^2$$

20/14

of 23



$$\frac{h}{s} = \frac{r}{s}$$

~~$$\cos \alpha = \frac{h}{s}$$

$$\cos \alpha = \frac{r}{s}$$

$$\cos \alpha = 1 + \dots$$~~

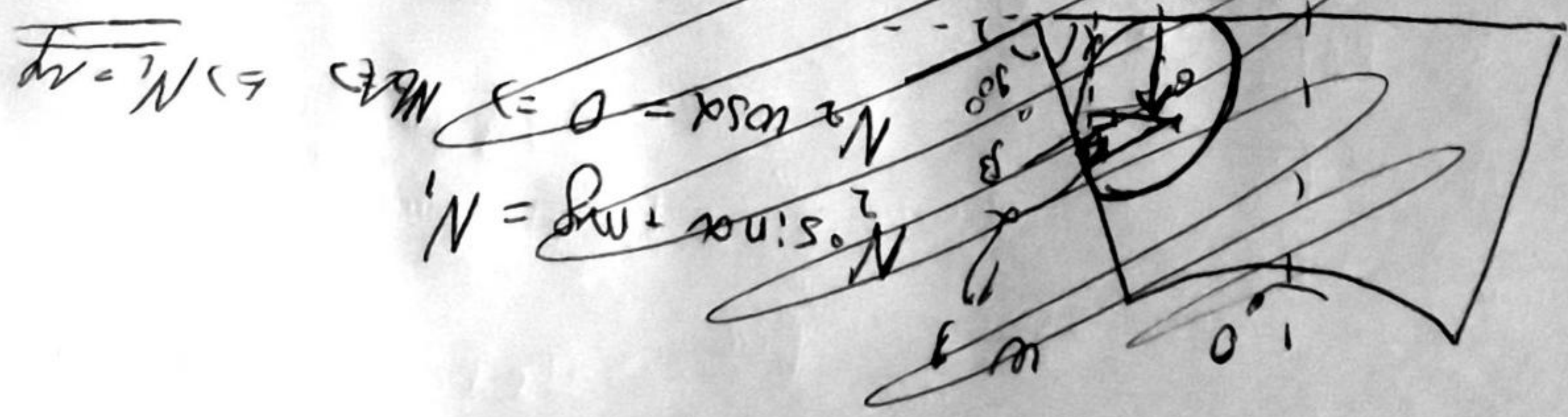
~~$$N_2 \cos \alpha = N_1 \sin \alpha$$

$$N_2 \sin \alpha + m_2 g = N_1$$

$$N_2 = \frac{m_2 g}{\cos \alpha}$$~~

~~2) n pu epson compare~~

~~$$m_2 g = 60 \cdot \frac{1}{4} \pi R^3 g$$~~



~~$$N_2 \sin \alpha + m_2 g = N_1$$

$$N_2 \cos \alpha = 0$$~~

~~$$N_1 = m_2 g$$~~

(a)

1) τ_{ax}

2) $\frac{\tau_{ax}}{\tau_{ax}}$

3) h

1) $\tau_{max} = \tau_{avg} \tau_x$

~~$\tau_{ax} \rho = \rho b \Rightarrow$~~ $\tau_{ax} = \frac{V_0}{\rho}$

~~Handwritten scribbles~~

$$V_0 \tau_x - \rho \frac{\tau_x^2}{2} + \rho \frac{\tau_x^2}{2} = h \Rightarrow$$

$$\tau_x = \frac{h}{V_0} \Rightarrow$$

$$\tau_{ax} = \frac{V_0}{\rho} + \frac{h}{V_0}$$

2) $\frac{\tau_{ax}}{\tau_x} = \frac{\frac{V_0}{\rho} + \frac{h}{V_0}}{\frac{h}{V_0}} = \frac{V_0^2 + \rho h}{\rho h} \cdot \rho =$

$$= \frac{V_0^2 + \rho h}{\rho h} = \frac{3\rho h}{\rho h} = 3$$

$h = \frac{V_0^2}{2g}$

3) ~~$\tau_x = \frac{h}{V_0} \Rightarrow$~~ $h = \rho V_0 \tau_x - \frac{\rho \tau_x^2}{2} =$

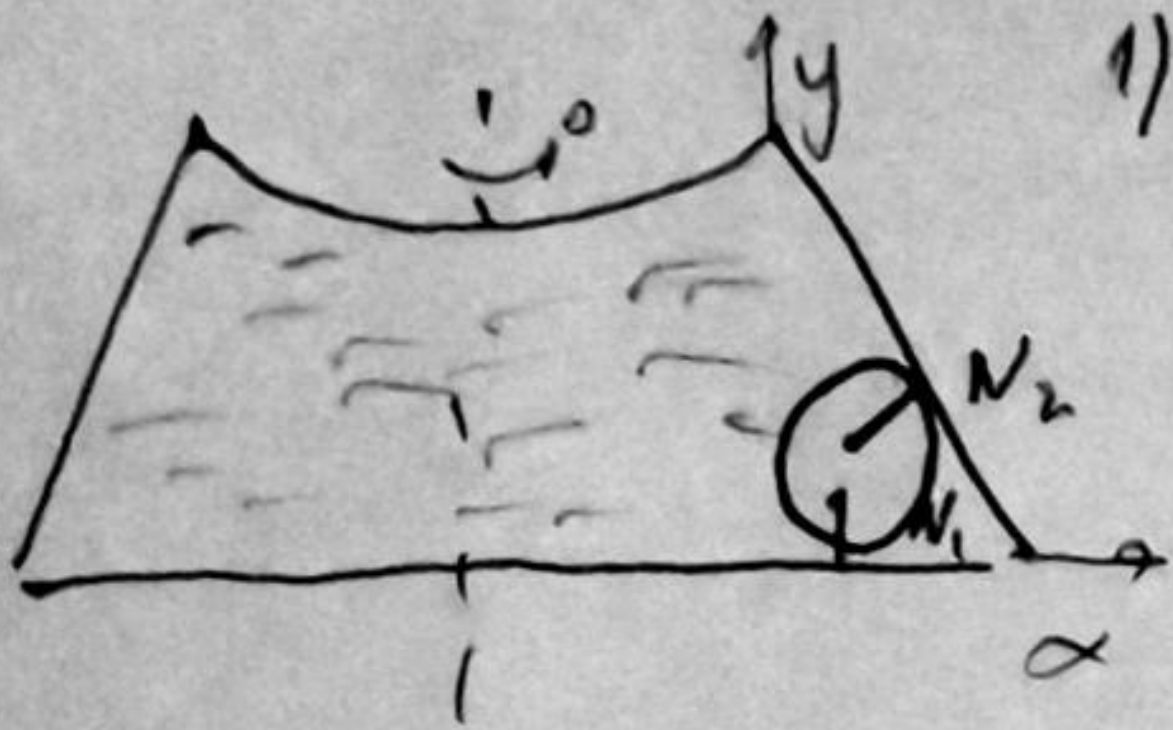
$$= \rho \cdot \frac{h}{V_0} - \frac{\rho h^2}{V_0^2 \cdot 2} =$$

$$= h - \frac{\rho h^2}{V_0^2 \cdot 2} =$$

$$h = \frac{V_0^2}{2g}$$

$$= h - \frac{h \cdot \rho V_0^2}{2\rho \cdot V_0^2 \cdot 2} = \frac{3}{4} h$$

$$h = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow h_{avg} = \frac{3}{8} \frac{V_0^2}{g}$$



1) В равновесии, центр тяжести Δ находится в центре тяжести

$$\text{по } OY: N_1 + F_A = mg + N_2 \sin \alpha$$

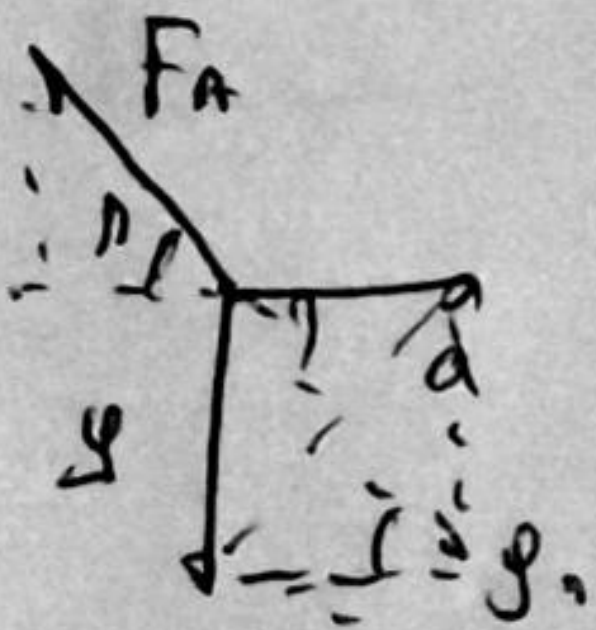
$$\text{по } OX: N_2 \cos \alpha = 0 \quad (*)$$

$$N_1 = mg - F_A =$$

$$= 6\rho \frac{4}{3}\pi R^3 g - \rho \frac{4}{3}\pi R^3 g =$$

$$= 5\rho \frac{4}{3}\pi R^3 g$$

2) Когда ось z вертикальна с углом отклонения ω , центр тяжести находится в центре тяжести



$$\tan \beta = \frac{g}{a} = \frac{g}{\omega^2 R \cdot 1.5} = \frac{g}{1.5 R \omega^2}$$

тогда по OY :

$$N_2 \cos \alpha + F_{Ax} = mg$$

по OY :

$$N_1 + F_{Ay} = mg + N_2 \sin \alpha$$

$$\cos \beta = \frac{g}{\sqrt{g^2 + a^2}}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \tan^2 \alpha}} =$$

$$= \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{g^2}{4}}} =$$

$$= \frac{2}{\sqrt{13}}$$

$$N_2 \cos \alpha = mg - F_{Ax}$$

$$N_2 = \frac{mg - F_{Ax}}{\cos \alpha} =$$

$$= \frac{6\rho g V - \rho g V \cdot \cos \beta}{\cos \alpha} =$$

$$= \frac{6\rho g V a - \rho V \frac{g^2}{\sqrt{g^2 + a^2}}}{\cos \alpha} =$$

$$= \frac{\rho V (6a - \frac{g}{\sqrt{1 + (\frac{a}{g})^2}})}{\cos \alpha}$$

$$T = 0.15 \text{ s}$$

$$T = 91^\circ \text{C} = 354 \text{ (K)}$$

$$V = \frac{1}{4} V_0 \Rightarrow V_0 = 11.8$$

$$P = 3.6 P_0$$

$$P_{\text{max}} = 0.5 \cdot 10^5 \text{ (Pa)} \quad \mu = 18$$

1) $P_{\text{max}} - ?$

2) $M_{\text{max}} - ?$

т.е. при сжатии, у нас уменьш. объем, (то б,м пад-т)

$$P_u = P_{\text{max}} = 0.5 \cdot 10^5 \text{ (Pa)} \quad P_m = \frac{P_m}{3.6} = 0.14 \cdot 10^5 \text{ (Pa)}$$

$$\Rightarrow \frac{P_0 \cdot V_0}{T} = \frac{m_{\text{max}}}{\mu} R$$

$$\frac{P_u \cdot V_u}{T} = \frac{m_u}{\mu} R \Rightarrow m_u = \frac{P_u V_u}{T_u R} \mu =$$

$$= \frac{0.14 \cdot 10^5 \cdot 11.8 \cdot 10^{-3}}{354 \cdot 8.31} \mu$$

$$\approx 0.64 \text{ (g)}$$

1 мкм. Ггг = 1 м
1000 мкм (мг)

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21205535**

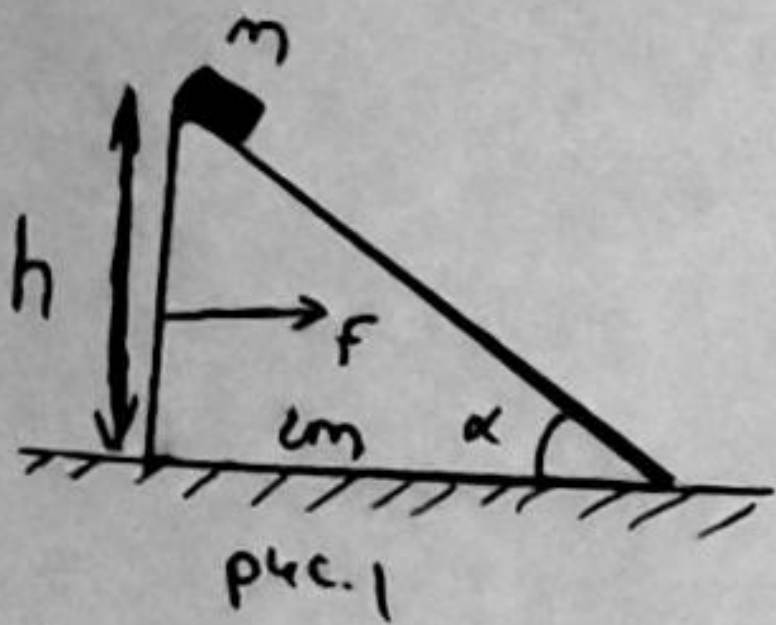
ID профиля: **134075**

Вариант 2

104

Условије

Лист 1 од 2



1) Если клин удерживается то можно рассмотреть движение клина относительно бруска, когда.

из 3.6.3

$$mgh = \frac{mv_{0.к}^2}{2} \Rightarrow v_{0.к}^2 = 2gh$$

$$v_{0.к}^2 = (g \cdot \sin \alpha \cdot t)^2, \text{ т.е. } \delta_{бруска}$$

скорости по направлению движения \Rightarrow

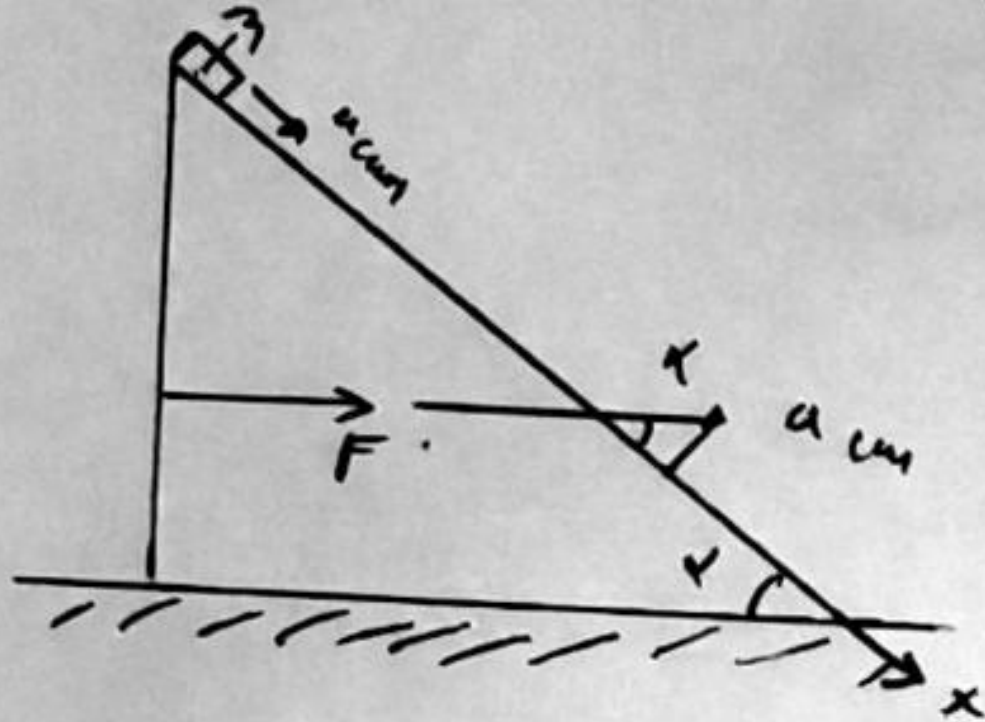
$$\text{т.е. } \cos \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{4}{5}$$

$$2gh = \rho^2 \sin^2 \alpha \cdot t^2 \Rightarrow$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{\rho \sin^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{2h}{\rho}} \cdot \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{5}{4} \sqrt{\frac{2h}{\rho}}$$

2) Если клин не имеет ускорения $f = mg$



когда клин движется по ox:

$$M a_{клин} = mg \sin \alpha + m a_{клин} \cdot \cos \alpha$$

и oy:

$$N - mg \cos \alpha + m \cdot a_{клин} \cdot \sin \alpha = 0 \Rightarrow$$

$$N = m(a_{клин} \cdot \sin \alpha + g \cos \alpha)$$

а на клин клин - бруска, движение $\delta_{бруска}$ по ox₂:

$$-\frac{N}{\sin \alpha} + f = 3m a_{клин}$$

$$F - mg \cot \alpha + m a_{клин} = 3m a_{клин}$$

$$mg(1 - \cot \alpha) = 2m a_{клин} \Rightarrow$$

$$a_{клин} = g \cdot \frac{1}{8}$$

3) когда, бруска ползет вниз через δ_2 , клин не имеет ускорения

$$a_{бруска} = g \sin \alpha + a_{клин} \cdot \cos \alpha = g \cdot \frac{4}{5} + g \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{3}{5} = \frac{1}{5} g \left(4 + \frac{3}{8} \right) = \frac{35}{5} \cdot \frac{1}{8} g = \frac{7}{8} g \Rightarrow$$

$$\frac{a_{клин} \cdot t_2^2}{2} = \frac{H}{\sin \alpha} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2H}{a_{клин} \cdot \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{7}{8} g \cdot \frac{4}{5}}} = \sqrt{\frac{20H}{7g}} = 2\sqrt{\frac{5H}{7g}}$$

№5

Цитович мот 2 из 2

Дан: $i = 3$
 $\alpha p = -1 \cdot 10^{-4}$
 $\alpha V = +1 \cdot 10^{-6}$
 $\alpha T = ?$
 $\frac{\delta Q}{\delta U} = ?$

Решение: Найти коэффициент температурного расширения из уравнения состояния

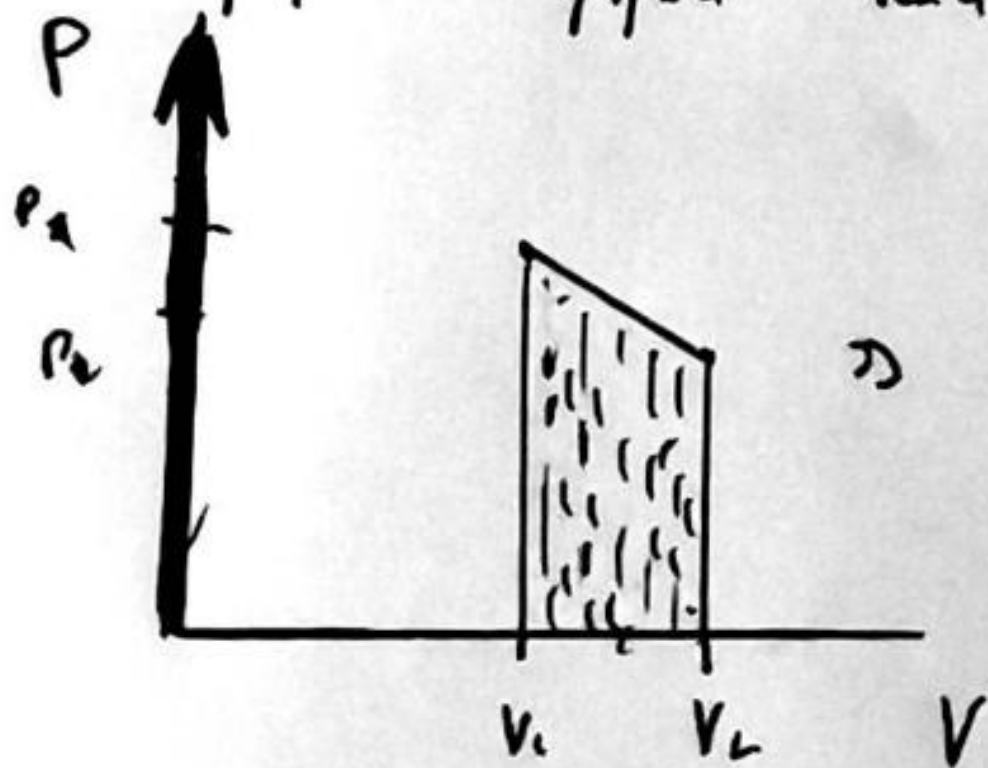
$$1) \frac{pV}{T} = \nu R = \frac{p \cdot 0,99 \cdot V \cdot 1,02}{T_2} \Rightarrow$$

$$\frac{T_2}{T} = 0,99 \cdot 1,02 \cdot 100\% = 100,98\% \Rightarrow$$

$$\alpha T = 0,98\% \approx 1\%$$

2) Из первого закона термодинамики $\delta Q = dU + \delta A$ или $Q = \Delta U + A$
 следовательно $\frac{\delta Q}{\delta U} = 1 + \frac{\delta A}{\delta U}$

т.к. в процессе, все происходит изотермически очень медленно, то в приближении, можно считать процесс как изотермический



$$\Rightarrow \delta A = \int_{V_1}^{V_2} p_{тр} dV = \frac{p_1 + p_2}{2} dV = 0,995 \cdot 0,02 pV$$

$$\Rightarrow \frac{\delta Q}{\delta U} = 1 + \frac{0,995 \cdot 0,02 pV}{\frac{1}{2} (0,99 \cdot 1,02 - 1) pV} =$$

$$= 1 + \frac{0,995 \cdot 0,02}{\frac{1}{2} (0,0098)} =$$

$$= 2,35$$

Ответ: $\approx 1\%$ и $2,35$

$\frac{V_L}{V} \quad \frac{T_2}{T} \ll 1 \Rightarrow$

$d\left(\frac{pV}{T}\right) = dUR$

$\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} - \frac{dT}{T} = \frac{dU}{U}$

$\ln p + \ln V - \ln T = \ln U$

$\ln \frac{pV}{T} = \ln U$

$i=3$

$\frac{pV}{T} = UR \quad ; \quad UR = \text{const}$

$\frac{pV}{T} = \frac{p_2 V_L}{T_2}$

$\frac{p \cdot V}{T} = \frac{995 \text{ D} \cdot 1,02 \text{ V}}{T_2}$

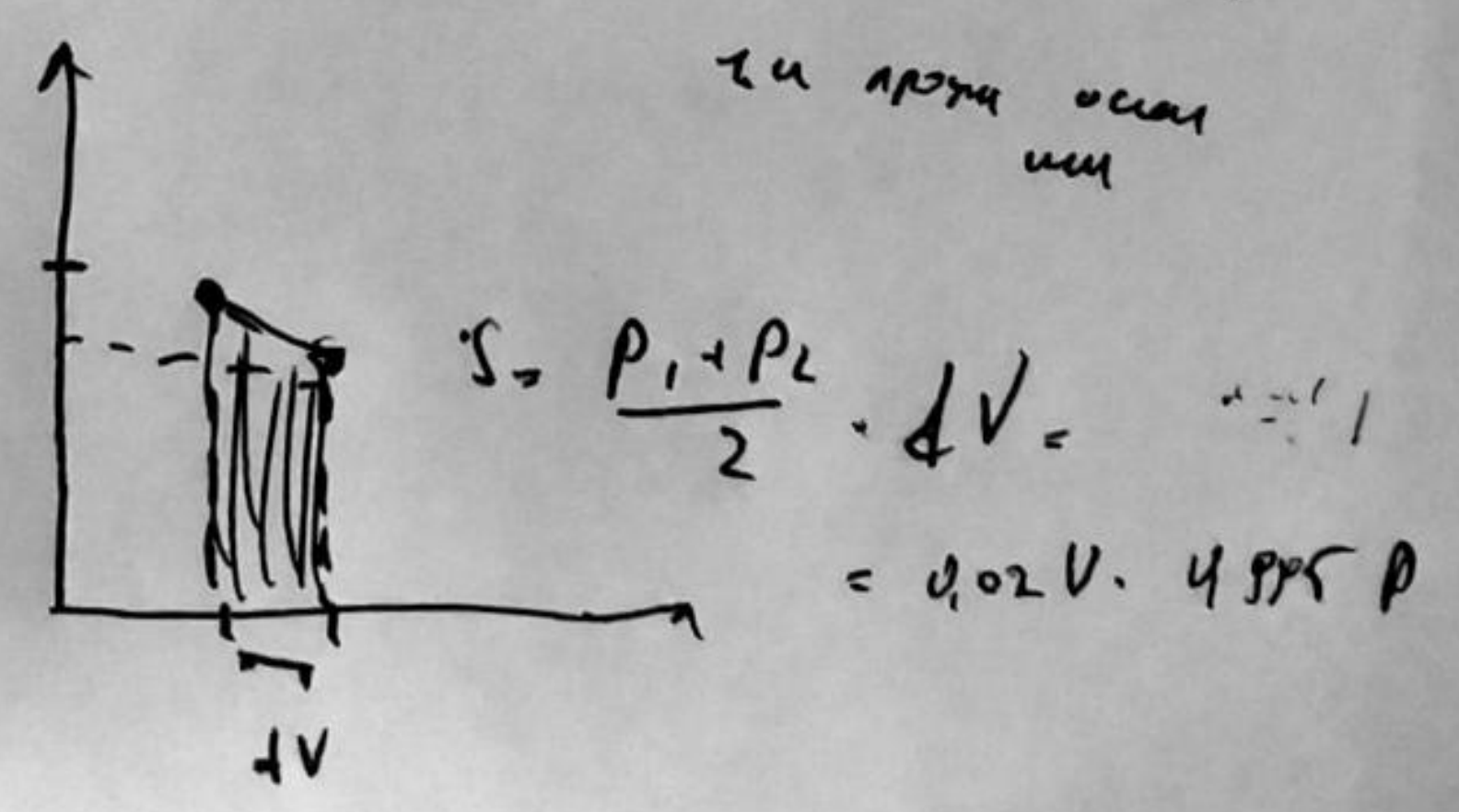
$\frac{T_2}{T} = 0,99 \cdot 1,02 = 1,0098 \Rightarrow$

$T_2 > 1,0098 T \Rightarrow$
 $\Delta T = 0,98\% \text{ - изменение}$

zu neuen Zustand

$Q = \Delta U + A_{\text{расшреш}}$

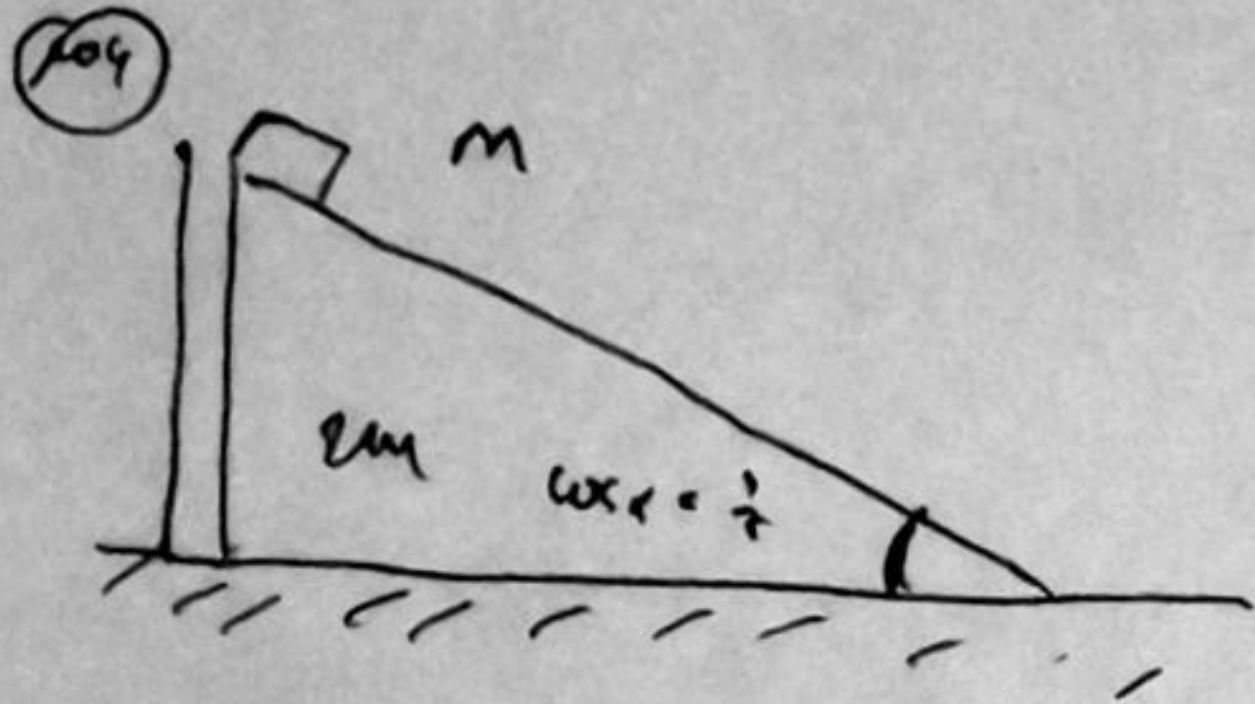
$\delta Q = \frac{i}{2} UR \Delta T + A_{\text{расшреш}}$



$UR \Delta T = p_2 V_L - p_1 V = 1,0098 - 1 = \underline{0,0098}$

$Q = \text{расшреш} - 0,0147 - \text{расшреш} = \frac{0,0346}{0,0142} = \underline{2,43}$

V_L $T_c < 1 \rightarrow$



1) $H = \frac{H}{\sin \alpha}$
 $\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{H}{\sin \alpha}$

$\frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2} = \frac{H}{\sin \alpha}$

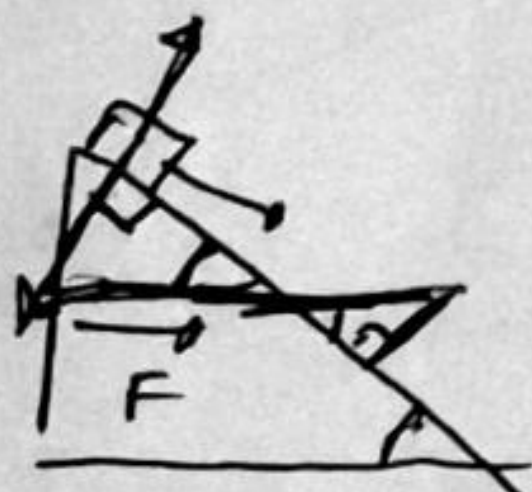
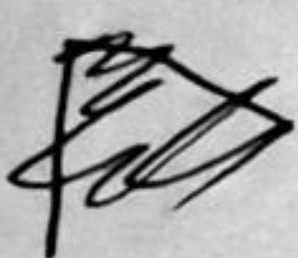
$\frac{g \sin^2 \alpha \cdot t^2}{2} = H$
 $t = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}}$

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

$\sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha = 1 - \frac{16}{25} = \frac{9}{25}$

$\sin \alpha = \frac{3}{5}$

4



$mg \sin \alpha = ma$
 $mg \cos \alpha = N$

$N = F \sin \alpha$

$F \sin \alpha = N \Rightarrow F \sin \alpha = \frac{N}{\sin \alpha} = mg \cot \alpha$

$mg \sin \alpha = F - F \sin \alpha = mg - mg \cot^2 \alpha$
 $mg (1 - \cot^2 \alpha) = \frac{1}{2} mg$

~~old work~~

$mg \sin \alpha + m a_{\text{spring}} = m a$
 $mg \cos \alpha = N + m a_{\text{spring}} \cdot \sin \alpha$

$m(g \cos \alpha - a_{\text{spring}} \sin \alpha) = N$

$a = \frac{1}{10} g$

$F \sin \alpha = N$
 $F = \frac{N}{\sin \alpha}$

$a = g \sin \alpha + a_{\text{spring}} \cdot \cos \alpha$
 $= g \cdot \frac{4}{5} + \frac{1}{10} g \cdot \frac{3}{5}$
 $= \frac{g}{5} (4 + \frac{3}{10}) = \frac{67}{10} \frac{g}{5} = \frac{67}{50} g$

$3) m a_{\text{spring}} = mg \cot \alpha + m a_{\text{spring}}$
 $4) a_{\text{spring}} = g - g \cot^2 \alpha = g (1 - \frac{9}{16}) = \frac{7}{16} g$

$a_{\text{spring}} = \frac{1}{10} g$

$= \sqrt{\frac{200H}{67g}}$

$\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{a t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{\sin \alpha a}} = \frac{2 \cdot H}{\frac{4}{5} \cdot \frac{67}{50} g} = \frac{40}{5} = 8$