Часть 1

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

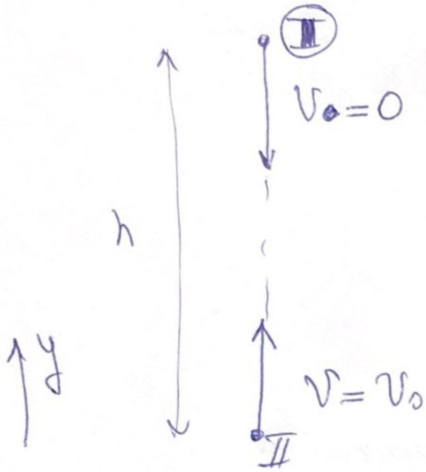
Шифр: **21204737**

ID профиля: **375451**

Вариант 2

Лист 1. Чистовик.
Задача №1

1) Когда первый мячик достиг наивысшей точки, он стал падать с нулевой скоростью. Рассмотрим данную модель движения.



2) Для второго шара:
$$y_2(t) = V_0 t - \frac{gt^2}{2}, \quad x_2(t) = 0$$

3) Первого: $y_1(t) = -\frac{gt^2}{2} + h, \quad x_1(t) = 0$

4) Момент встречи, когда $y_1(\tau) = y_2(\tau)$

$$-h + V_0\tau - \cancel{\frac{g\tau^2}{2}} = -\cancel{\frac{g\tau^2}{2}}$$

$$h = V_0\tau \Rightarrow \tau = \frac{h}{V_0}$$ – время встречи шаров с момента, когда верхний шар находился в верхней точке.

5) Определим высоту h:

$V_{01} = V_0 - gt$ – зависимость скорости от времени, для шарика, брошенного с земли.

$V_{01}(T_{max}) = 0$, $V_0 = gT_{max}$ – время подъема на max высоту

$$T_{max} = \frac{V_0}{g}$$

6) $y_{01}(t) = V_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow y(T_{max}) = h;$

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

7) Время полета первого мяча до столкновения:

$$T_1 = T_{max} + \tau = \frac{V_0}{g} + \frac{V_0^2}{2g}\cdot\frac{1}{V_0} = \frac{V_0}{g} + \frac{V_0}{2g} = \frac{3}{2}\frac{V_0}{g}$$

Лист 2. чистовик.

8) Время полета второго шара до столкновения.

$$T_2 = \tau = \frac{h}{v_0} = \frac{v_0^2}{2g} \cdot \frac{1}{v_0} = \frac{v_0}{2g}$$

9) $$n = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{2}\frac{\cancel{v_0}}{\cancel{g}} \cdot \frac{2g}{\cancel{v_0}} = \underline{\underline{3}}$$

10) Определим высоту столкновения:

$$y_2(T) = h_x = v_0 T - \frac{gT^2}{2} = \frac{h}{\cancel{v_0}} \cdot \cancel{v_0} - \frac{g \cdot h^2}{v_0^2 \cdot 2} =$$

$$= h - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^4}{4g^2} \cdot \frac{1}{v_0^2} = \cancel{g v_0^2} h - \frac{v_0^2}{8g} =$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = 0{,}375 \frac{v_0^2}{g}$$ — высота столкновения

Лист 3. Чистовик.

~~(Водяной пар —)~~

Задача №3

$t = 81^\circ C\ (T=const)$

$7V_2 = V_0,\ V_1 = 1{,}7$ л

$p_2 = 3{,}6\, p_0$

$p_0 = ?$

$m_0 = ?$

1) Уравнение состояния для первого случая:

$$p_0 V_0 = \nu_1 R T_0\ ;\quad p_0 = n_1 k T_0$$

2) Для второго случая

$$\cancel{p_0V_0}\ p_2 V_2 = \nu_2 R T_0$$

3) Если пар не стал насыщенным после указанных процессов, то $\nu_1 = \nu_2 \rightarrow p_0V_0 = p_2V_2 \Rightarrow$

$7p_0V_2 = p_2 \Rightarrow p_0 = \frac{p_2}{7}$, но $p_2 = 3{,}6 p_0 \Rightarrow$

Пар стал насыщенным $\Rightarrow$

$p_2 = p = 0{,}5\cdot 10^5$ Па $\Rightarrow \frac{p_2}{3{,}6} = p_0 = \frac{p}{3{,}6} \approx 0{,}14\cdot 10^5$ ПА

4) Определим начальную массу пара:

$$pV_2 = \nu_2 R T_0 \Rightarrow \nu_2 = \frac{pV_2}{RT_0} = \frac{m_2}{\mu}$$

$$\nu_1 = \frac{p_0V_0}{RT_0} = \frac{m_1}{\mu}$$

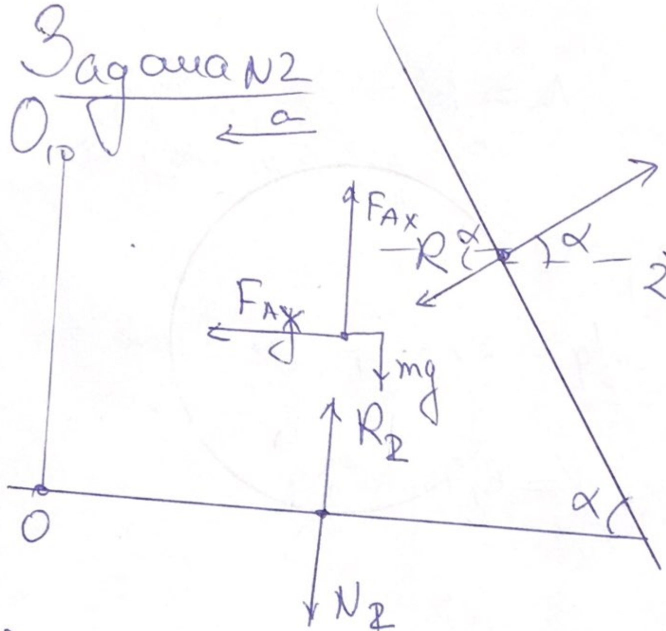
$$\frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{pV_2}{\cancel{RT_0}}\cdot\frac{\cancel{RT_0}}{p_0V_0} = \frac{pV_2}{p_0V_0} = \frac{3{,}6\cancel{p_0}\cancel{V_2}}{\cancel{p_0}\cdot 7\cancel{V_2}} = \frac{3{,}6}{7} = 0{,}514 \Rightarrow$$

$$\frac{m_2}{\cancel{\mu}}\cdot\frac{\cancel{\mu}}{m_1} = 0{,}514,\quad \frac{m_2}{0{,}514} = m_1 = \frac{\mu p V_2}{RT_0\cdot 0{,}514} =$$

$$m_1 = \frac{18\cdot 0{,}5\cdot 10^5\text{ ПА}\cdot 1{,}7\cdot 10^{-3}}{8{,}31\cdot(81+273)\cdot 0{,}514} = \frac{1530}{1512} = \underline{\underline{1{,}01\text{ г}}}$$

Лист 4. Мистовил.

Задача №2



1) $|R_2| = |N_2|$ по III з.н.

2) ~~$F_{Ay} =$~~

2) II з.н

$$\vec{F_{Ay}} + \vec{F_{Ax}} + \vec{R} + \vec{R_2} + m\vec{g} = -m\vec{a}$$

3) $a = w^2(1{,}5R) = 1{,}5w^2R$

4) $F_{Ay} = \rho V g$; $F_A = \rho V a = 1{,}5w^2R\rho V$

5)

OX: $F_{Ax} + R\cos\alpha = mw^2 1{,}5R$

$R\cos\alpha = 1{,}5w^2R(m-\rho V)$

Oy: ~~$R + F_{Ay} + R_2 - mg = 0$~~ $-R\sin\alpha + \rho V g - mg = 0$ $+R_2$

$R\sin\alpha = \rho V g + R_2 - mg$

$$\Rightarrow \quad tg\alpha = \frac{\rho V g + R_2 - mg}{1{,}5w^2R(m-\rho V)}$$

$$\frac{3}{2}(1{,}5w^2R(m-\rho V)) = \rho V g + R_2 - mg$$

$$(1{,}5w)^2R(m-\rho V) - \rho V g + mg = R_2$$

$m = 8\pi R^3\rho$; $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

$$|N_2| = \left[(1{,}5w^2)R\left(8\pi R^3\rho - \frac{4}{3}\pi R^3\rho\right) - \rho\frac{4}{3}\pi R^3 g + 8\pi R^3\rho g\right] = R_2$$

$$(1{,}5^2w^2)R(\pi R^3\rho \cdot 6{,}67) - \pi R^3 6{,}67\rho g = 6{,}67\pi R^3\rho(1{,}5^2w^2R - g)$$

Лист 5 - чистовик.

Пункт 1

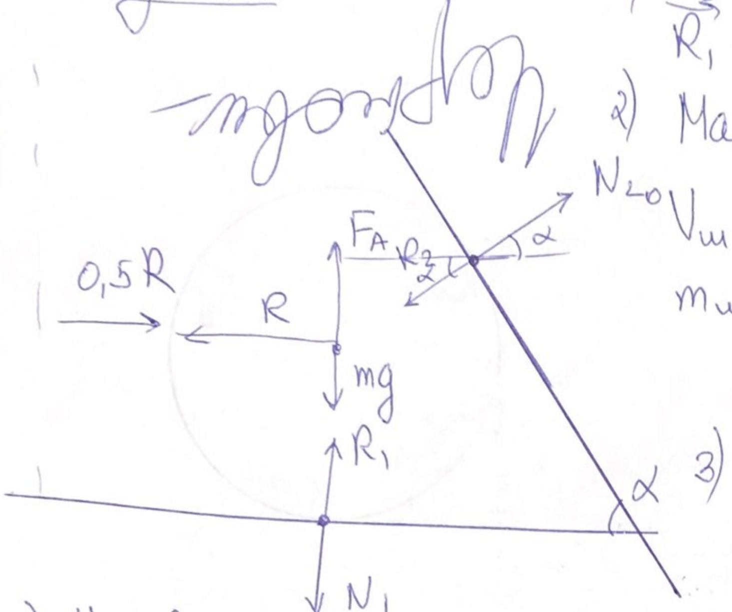
Т.к $F_{A_x} = 0$ и $a = 0$, то $R' = 0$ (следствие из II з-н на Ox) $\Rightarrow$

Oy: $R_1 + F_{A_y} - mg = 0$

$$N_1 = |R_1| = mg - \rho V g = 8\pi R^3 \rho g - \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g =$$

$$= \pi R^3 \rho g \left(8 - \frac{4}{3}\right) = 6{,}7\pi R^3 \rho g$$

Задача №2



1) $\vec{R_2} = -\vec{N_2}$ (по III з-н)

$\vec{R_1} = -\vec{N_1}$ (по III з-н)

2) Масса шара:

$V_ш = \frac{4}{3}\pi R^3$

$m_ш = 6\rho \cdot \frac{4\pi R^3}{3} = 8\pi R^3 \rho$

3)

3) Условие равновесия: $\vec{R_{общ}} = \vec{0}$, $\sum_{i=0}^{i=N} \vec{M_i} = \vec{0}$ (н

4) $\vec{F_{A_y}} + m\vec{g} + \vec{N_1} + \vec{N_2} = \vec{0}$

Oy: $R_1 + F_{Ay} - mg - R_{2_0}\sin\alpha = 0$

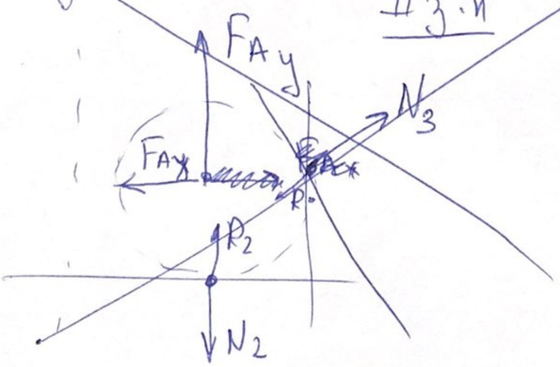
$F_{Ay} - mg - R_2\sin\alpha + R_1 = 0$

Ox: $R_{2_0}\cos\alpha = 0 \Rightarrow R_{2_0}\cos\alpha = 0 \Rightarrow$

$R_2 = 0$

2) Шар движется ~~ра~~ вместе с сосудом вращательно:

II з-н



Часть 2

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

Шифр: **21204737**

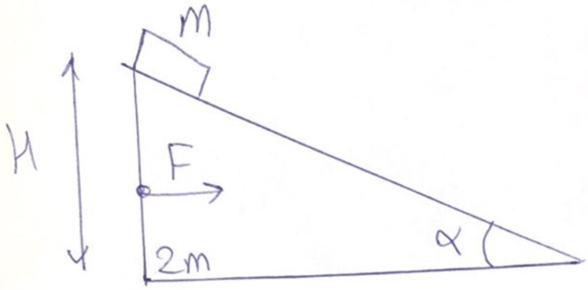
ID профиля: **375451**

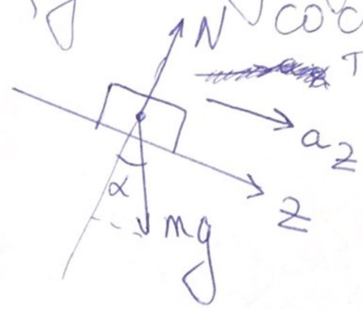
Вариант 2

Лист 1. чистовик.

Задача №4

Силы, действующие на брусок со стороны Земли:





1) Если клин неподвижен отн земли, то найдем время движения бруска по клину:

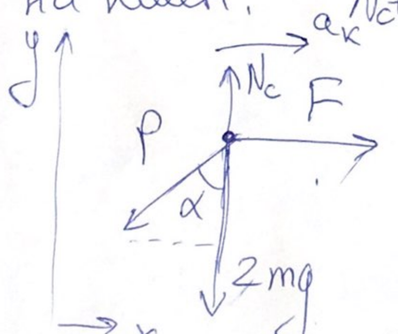
$$mgH = \frac{mV_k^2}{2} \quad (З.С.Э) \Rightarrow V_k^2 = 2gH$$

$$S = \frac{\cancel{V_0} + V_k}{2} \cdot t \Rightarrow \frac{2S}{t} = V_k ; \frac{2S}{V_k} = t$$

$$S = \frac{H}{\sin\alpha} = \frac{H}{\sqrt{1-\cos^2\alpha}} \Rightarrow$$

$$t = \frac{2 \cdot H}{\sqrt{1-\cos^2\alpha} \cdot \sqrt{2gH}} = \frac{2 \cdot \sqrt{H}}{0{,}8 \cdot \sqrt{2g}} = 2{,}5\sqrt{\frac{H}{2g}} = 1{,}25\sqrt{\frac{2H}{g}}$$

2) Рассмотрим силы, действующие на клин: $\vec{N_c} + \vec{P} + \vec{F} + 2m\vec{g} = 2m\vec{a}$, где $|\vec{P}| \overset{\text{по III}}{\underset{\text{З.Н}}{=}} |\vec{N}|$

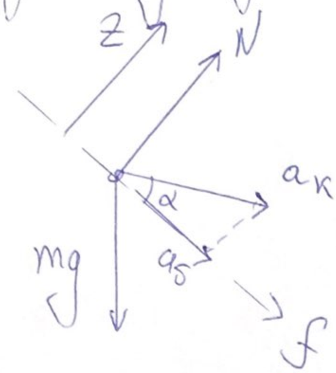


$$Ox: -P\sin\alpha + F = 2ma_k$$

$$Oy: +P\cos\alpha + 2mg = N_c$$

Лист 2. Чистовик

3) Силы, действующие на брусок.



$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}_{полн}$, где

$\vec{a}_{полн} = \vec{a}_к + \vec{a}_б$

OZ: $N - mg\cos\alpha = ma_к\sin\alpha$

$N = mg\cos\alpha + ma_к\sin\alpha \Rightarrow$

$|P| = |N| \Rightarrow$

$-(mg\cos\alpha + ma_к\sin\alpha)\sin\alpha + F = 2ma_к$

$-mg\cos\alpha\sin\alpha + ma_к\sin^2\alpha + mg = 2ma_к$

$\cancel{m}g(1 - \cos\alpha\sin\alpha) = \cancel{m}a_к(2 - \sin^2\alpha)$

$\frac{g(1 - \sin\alpha\cos\alpha)}{2 - \sin^2\alpha} = a_к$ — ускорение клина $\Rightarrow$

$= \frac{g(1 - 0,6\cdot 0,8)}{2 - 0,36} = g\cdot\frac{0,52}{1,36} = 0,38g$

4) Через какое время ~~клин~~ брусок достигнет стола?

Of: $\cancel{m}g\sin\alpha = \cancel{m}a_б + \cancel{m}a_к\cos\alpha$

$g\sin\alpha - a_к\cos\alpha = a_б \Rightarrow$

$a_б = 0,8g - 0,6\cdot 0,38g = 0,57g$ — ускорение бруска отн клина $\Rightarrow$

$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{a_б T_2^2}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{2H}{\sin\alpha\cdot a_б}} = T_2 =$

$= \sqrt{4,4\frac{H}{g}} \approx \cancel{2\sqrt{\frac{H}{g}}} = \sqrt{4,4\frac{H}{g}} \approx 2,09\sqrt{\frac{H}{g}}$

Лист 2, чистовик.

Задача №5

$p_0 = 1{,}01 p_1 = a p_1$

$V_1 = 1{,}02 V_0 = b V_0$

Знак $\Delta T = ?$ $\Delta T \times n$?

1) Уравнение с-яния:

$p_0 V_0 = \nu R T_0$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$ $\Rightarrow$

$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} = \frac{b V_0 \cdot p_0}{a p_0 V_0} = \frac{b}{a} = \frac{102}{101} \Rightarrow$$

$T_1 = \frac{102}{101} T_0 = 1\frac{1}{101} T_0 \Rightarrow$ увеличилось на $\frac{100}{101}\% \approx 0{,}99\%$

$\Delta T = T_1 - T_0 = \left(\frac{102}{101} - 1\right) T_0$, т.к. $\frac{102}{101} > 1 \Rightarrow \underline{\Delta T > 0}$

2) $\frac{Q_+}{\Delta U}$; Т.к изменение ~~давлени~~ макропараметров достаточно мало, то ~~A~~ работу можно считать как площадь под графиком прямой на P-V диаграмме

$\Rightarrow A = \frac{p_0 + p_1}{2} \cdot \Delta V$, $A > 0$ (газ расширяется

$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \nu R$

Первый з-н термодинамики: $Q = A + \Delta U \Rightarrow$

$n = \frac{Q}{\Delta U} = A/\Delta U + 1$; $p_1 V_1 = \nu R T_1$

$\cancel{\frac{p_1 V_1}{\nu R}} =$

Определим ΔU:

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} R \left(\frac{1}{101}\right) T_1$

$A = \frac{a p_1 + p_1}{2} \cdot \left(\frac{-V_1}{b} + V_1\right) = \frac{p_1 V_1 (a+1)\left(\frac{-1}{b} + 1\right)}{2}$

$n = 1 + \frac{A}{\Delta U} = 1 + \frac{p_1 V_1 (a+1)\left(\frac{1}{b} - 1\right)}{2 \cdot \frac{3}{2} \cdot R \cdot \frac{1}{101} \cdot T_1} = 1 + \frac{(a+1)\left(\frac{-1}{b} + 1\right)}{3 \cdot \frac{1}{101} \cdot} = \frac{0{,}03941}{0{,}0297} =$

$= 1.33 + 1 = 2{,}3$

Лист и. Чистовик.

$$n = \frac{Q}{\Delta U} = \frac{A}{\Delta U} + 1$$

$$A = \frac{p_0 + p_1}{2} \cdot (V_1 - V_0) = \frac{\left(p_0 + \frac{p_0}{a}\right)}{2} \cdot (bV_0 - V_0) =$$

$$= \frac{p_0V_0\left(1 + \frac{1}{a}\right)(b-1)}{2}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T \overset{\nu=1}{=} \frac{3}{2} R \frac{1}{101} T_0 \Rightarrow$$

$$\frac{A}{\Delta U} = \frac{p_0V_0\left(1+\frac{1}{a}\right)(b-1)}{\cancel{2}} \cdot \frac{\cancel{2}}{3 R \frac{1}{101} \cdot T_0} =$$

$$= \frac{\nu R\left(1+\frac{1}{a}\right)(b-1)}{3R \cdot \frac{1}{101}} = \frac{101\left(1+\frac{1}{a}\right)(b-1)}{3} =$$

1.99 $\quad$ 0.02

$$= \frac{101 \cdot \left(1 + \frac{1}{1.01}\right) \cdot (1.02 - 1)}{3} = 1,33 \Rightarrow$$

$$n = \frac{A}{\Delta U} + 1 = \underline{\underline{2,33}}$$

Ответ: $\Delta T > 0$; на $0,99\%$ увеличилась температура;

$n = 2,33$

Черновик.

$\cancel{mg\cos}$ $mg\sin\alpha = ma_z$

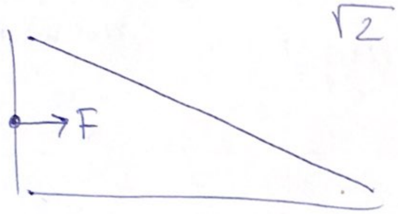
$g\sin\alpha = a_z \Rightarrow$ $S = \frac{H}{\sin\alpha}$

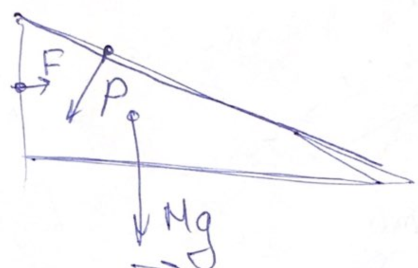
$\cancel{pV=}$ $\boxed{p = nkT}$

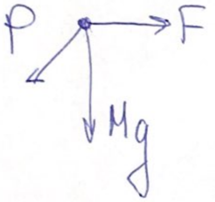
$S = \frac{aT^2}{2}$ $\sqrt{\frac{2S}{g\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}} =$

$\sqrt{\frac{2S}{a}}$ $= \frac{\sqrt{2H}}{\sqrt{g}\sin\alpha}$

$\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

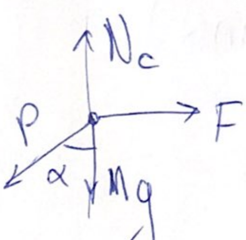






$\vec{F} + M\vec{g} + \vec{P}$

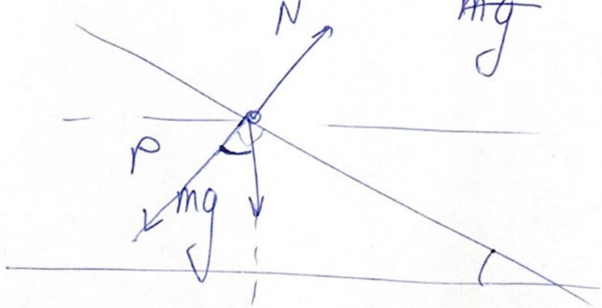
$\cancel{P\cos\alpha}$



$-P\sin\alpha + F = 2ma_к$

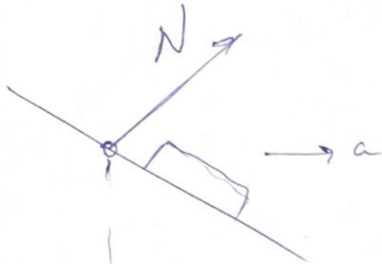
$\vec{a}_{полное} = \vec{a}_к + \vec{a}_б$

$\cancel{mg}$



Чертеж

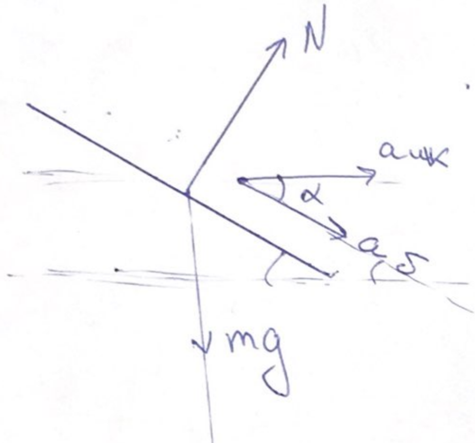
$T_1 =$



$a = g\sin\alpha = 0{,}8g$

$\frac{4}{0{,}8} = \frac{0{,}8 \cdot t^2}{2}$

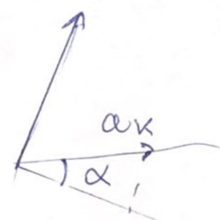
$\sqrt{\frac{2h}{0{,}8^2}} =$



$N - mg\cos\alpha = ma_к\sin\alpha$

$N = mg\cos\alpha + ma_к\sin\alpha$

$N = m(g\cos\alpha + a_к\sin\alpha)$



$-m(g\cos\alpha + a_к\sin\alpha) + mg = 2ma_к$

$-mg\cos\alpha - ma_к\sin\alpha + mg = 2ma_к$

$\cancel{m}g(1-\cos\alpha) = \cancel{m}a_к(2 - 1\sin\alpha)$

$a_к =$