Часть 1

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

Шифр: **21206190**

ID профиля: **127888**

Вариант 2

1 Дано:
V_0

$t_{1\,\text{встр}}$ — ?
h — ?
$h_{\text{встр}}$ — ?

Решение:

$h = \frac{t_{1\,\text{встр}}}{t_{2\,\text{встр}}}$

~~tрост~~ Запишем ЗСЭ для 1 тела

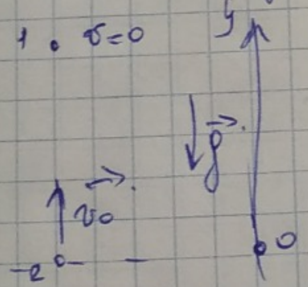
$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH_{max}$$

$$H_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$V_0 - g\,t_{\text{верш}} = 0.$$

$$t_{\text{верш}} = \frac{V_0}{g} = t_0.$$

После ~~её~~ достижения вершины:



закон движ первого после вершины:

$$y_1 = -\frac{gt^2}{2} + H_{max}$$

второго:

$$y_2 = -\frac{gt^2}{2} + V_0 \cdot t.$$

Встреча, когда $y_1 = y_2$.

$$-\frac{gt_x^2}{2} + H_{max} = -\frac{gt_x^2}{2} + V_0 \cdot t_x$$

$\frac{V_0^2}{2g} = V_0 \cdot t_x$ $\quad t_x = \frac{V_0}{2g}$ — время встречи для 2 тела.

$$t_x = t_{2\,\text{встр}} = \frac{V_0}{2g}$$

Первой мяч ещё время t верш. пока до вершины, т.е.

$$t_{1встр} = t_{1верш} + t_x = \frac{V_0}{g} + \frac{V_0}{2g} = \frac{3}{2}\frac{V_0}{g}.$$

Подставим $t_{2встр}$ в y_2, чтобы найти $h_{встр}$.

$$y_2 = -\frac{gt^2}{2} + V_0 \cdot t$$

$$h_{встр} = -\frac{g}{2}\left(\frac{V_0}{2g}\right)^2 + \frac{V_0 \cdot V_0}{2g} = -\frac{V_0^2}{8g} + \frac{V_0^2}{2g} = \frac{3}{8}\frac{V_0^2}{g}$$

$$n = \frac{t_{встр1}}{t_{встр2}} = \frac{\frac{3}{2}\frac{V_0}{g}}{\frac{V_0}{2g}} = 3.$$

Ответ: 1) $\frac{3}{2}\frac{V_0}{g}$ 2) 3 3) $\frac{3}{8}\frac{V_0^2}{g}$.

2.

2. Дано:

ω

ρ

6ρ

R

$1{,}5R$

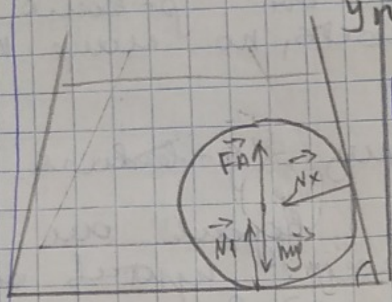
$tg\alpha = 3/2$

N_1 -?

N_2 -?

Решение: 1). ~~Но~~ сосуд покоится

N_x – сила р-я на шар со стороны стенки



Т.к. N_x – единственная сила ~~р-я~~ горизонт. имеющая гориз. проекцию, то $N_x = 0$, т.к. никакая сила не может её скомп. по гориз., а шар не должен не сосуда коснуться.

$N_x = 0$.

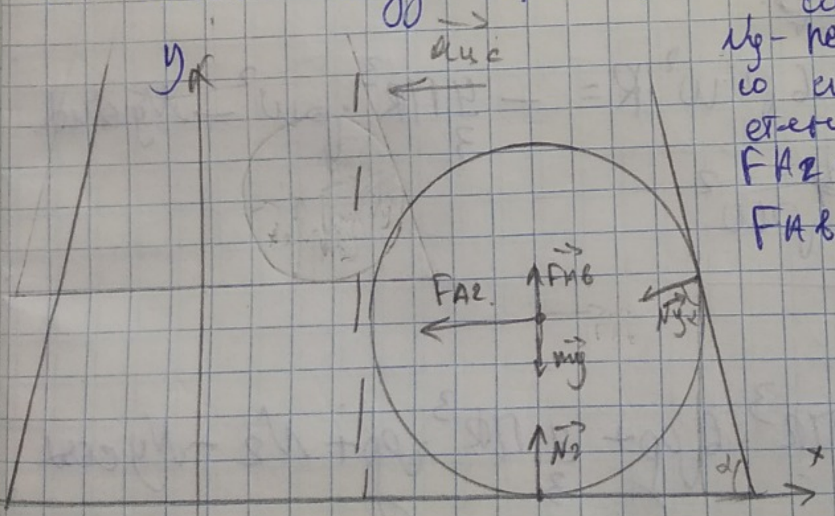
Тогда запиши силы, без учёта N_x со сто[роны] на шар. по 2 з. Ньютона на оу.

$$m \cdot 0 = -mg + F_A + N_1.$$

$$m = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 6\rho \qquad F_A = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho.$$

$$N_1 = mg - F_A = \frac{20\pi R^3 \rho g}{3}$$

2) Если сосуд вращ.



N_y – реакция силы опоры со стороны боковой стенки.

$F_{Aг}$ – гориз. сила Арх.

$F_{Aв}$ – вертк. сила Арх.

3

Сила Архимеда — это по модулю это та сила, которая бы ρ-воды на вытесненную жидкость, по напр. противоположная.

На жидкость по гориз. g-тавшая бы центробежная сила вдоль оси x, значит на шар против оси x.

$$\cancel{a_{ц.с.} = \frac{m v^2}{1{,}5R} = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 2\rho v^2}{\frac{3}{2}R} = \frac{16}{3}\pi R^2 \rho v^2}$$

$F_{Ав} = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g$ $\quad F_{Аг} = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho \cdot a_{ц.с.} = \frac{4\pi R^4}{3}\rho\omega^2$

$a_{ц.с.} = \omega^2 \cdot R$ $\quad m = \cancel{8\pi R^3 \rho}\ \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 6\rho.$

Второй з. Ньютона:

$$m\vec{a}_{ц.с.} = m\vec{g} + \vec{F}_{А г} + \vec{F}_{А в} + \vec{N_2} + \vec{N_y}$$

Проецируем:

$\cancel{oy}$: ox: $\cancel{8\pi R^3 \rho}$

$$-\frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 6\rho\omega^2 \cdot R = -\frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho\omega^2 - N_y \sin\alpha$$

$$N_y = \frac{5 \cdot \frac{4}{3}\pi R^4 \rho\omega^2}{\sin\alpha}$$

$$oy:\ 0 = -\frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 6\rho g + \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g + N_2 - N_y\cos\alpha$$

$N_2 = \frac{4}{3} \cdot 5\pi R^3 \rho g + N_y \cdot \cos\alpha = \frac{4}{3} \cdot 5\pi R^3 \rho g$ ~~$+ ctg$~~

$+ \; ctg\alpha \cdot 5 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \rho \omega^2 \cdot R \; =$

$= \frac{20}{3}\pi R^3 \rho \left(g + \omega^2 R \cdot \frac{2}{3} \right).$

По 3 закону Ньютона $|F_{g\ \text{сжатия}}| = |N_2|$

$F_{g\ \text{сжатия}} = \frac{20}{3}\pi R^3 \rho \left(g + \omega^2 R \cdot \frac{2}{3} \right)$

Ответ: 2) $\frac{20}{3}\pi R^3 \rho \left(g + \omega^2 R \cdot \frac{2}{3} \right).$

1) $\frac{20}{3}\pi R^3 \rho g$

5.

$\begin{array}{r} +273 \\ 81 \\ \hline 354 \end{array}$

3. Дано:

$T_1 = 354K$.

$n_V = 7 \downarrow$

$V_2 = 1{,}7л$.

$k_p = 3{,}6 \uparrow$

$p_{н.п.} = 0{,}5 \cdot 10^5 Па$

$\mu = 18 \frac{г}{моль}$

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot К}$.

$p_0 - ?$

$m_0 - ?$

Решение:

Запишем ур-е Менд.-Клапейр. для 1 и 2 случаев.

$p_1 \cdot V_1 = \nu_1 \cdot R \cdot T$.

$p_1 \cdot k_p \cdot \frac{V_1}{n_V} = \nu_2 \cdot R \cdot T$.

поделим

$\frac{k_p}{n_V} = \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{3{,}6}{7} < 1$,

т.е. $\frac{\nu_2}{\nu_1} < 1$ $\nu_2 < \nu_1$,

т.е. газ ~~частично~~ сконденсировался, т.е достигнут $p_{н.п.}$

т.е. $p_2 = p_{н.п.}$ $\frac{p_2}{p_0} = k_p$

p_2 - в конце

p_0 - в нач

$p_0 = \frac{p_2}{k_p} = \frac{p_{н.п.}}{k_p} = \frac{0{,}5 \cdot 10^5}{3{,}6} = \frac{10^5}{7{,}2} \approx 13{,}8\cancel{9}\,кПа$.

~~Зап~~ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{n_V}$ $V_1 = V_2 \cdot n_V$.

6. Запишем ур-е Менделеева-Клапейрона для нач. сост.

$p_0 \cdot V_1 = \nu_1 \cdot R \cdot T_1$.

$\nu_1 = \dfrac{m_0}{\mu}$.

$\dfrac{p_2}{k_p} \cdot V_2 \cdot n_v = \dfrac{m_0}{\mu} \cdot R \cdot T_1$. $V_2 = 1{,}7 л = 1{,}7 \cdot 10^{-3} м^3$.

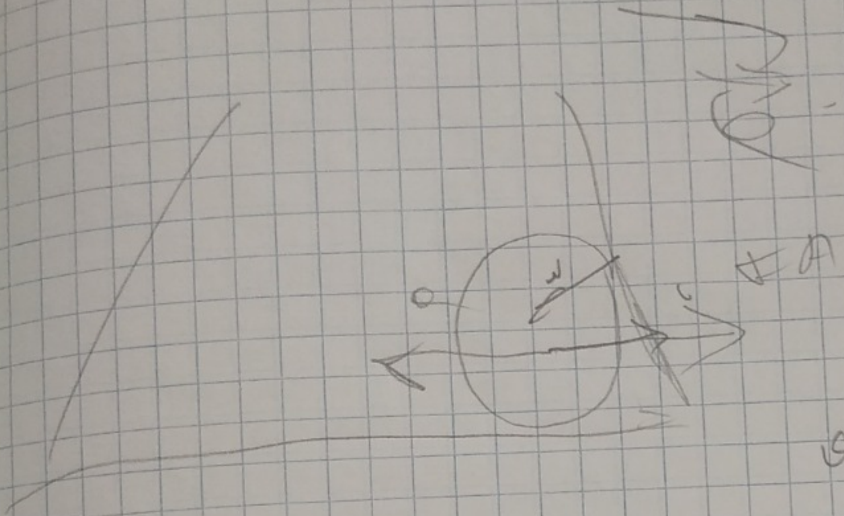
$\mu = 18 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$.

$m_0 = \dfrac{p_{н.п.} \cdot V_2 \cdot n_v \cdot \mu}{k_p \cdot R \cdot T_1} = \dfrac{\cancel{10^5} \cdot 1{,}7 \cdot \cancel{10^{-3}} \cdot 7 \cdot \cancel{18} \cdot \cancel{10^{-3}}}{4 \cdot \frac{3{,}6}{\cancel{10}} \cdot 8{,}31 \cdot 354 \cdot \cancel{10}} =$

$= \dfrac{1{,}7 \cdot 7}{4 \cdot 8{,}31 \cdot 354} = 1{,}01 г$.

Ответ: 1) $p_0 = 13{,}9 кПа$

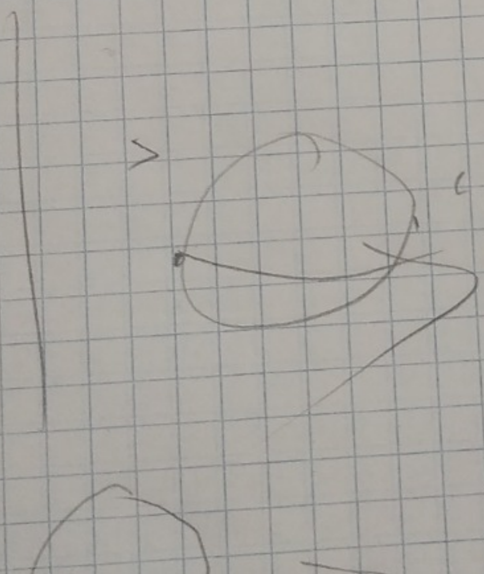
2) $m_0 = 1{,}01 г$.

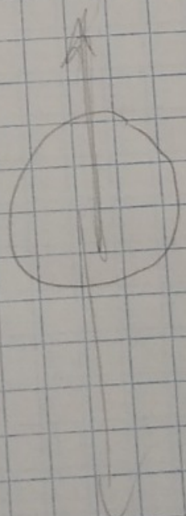


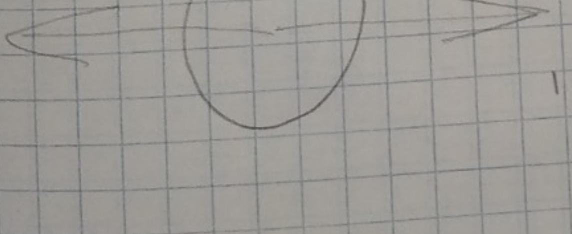
$\vartheta_n = \frac{mv^2}{R}$

F_A из-за разн. дав.

$\rho \cdot g \cdot h$







Часть 2

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

Шифр: **21206190**

ID профиля: **127888**

Вариант 2

5. Дано:

$\frac{\Delta p}{p} = 1\%$ ↓

$\frac{\Delta V}{V} = 2\%$ ↑

$\frac{\Delta T}{T}$ – ?

$\frac{Q}{\Delta U}$ – ?

Решение:

~~Для малых изменений~~

~~Заменим~~

Для малых изм. параметров газа справедлива формула:

$$\pm\frac{\Delta p}{p} \pm \frac{\Delta V}{V} = \pm\frac{\Delta T}{T},$$ где знак зависит от (+) ... (−)

Тогда в данном случае

$$-\frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta T}{T}.$$

$$\frac{\Delta T}{T} = 2\% - 1\% = 1\%.$$

Д-во формулы: $\frac{pV}{T} = const$

$$\frac{pV}{T} = \frac{(p+\Delta p)(V+\Delta V)}{(T+\Delta T)}$$

$$\cancel{pVT} + pV\Delta T = \cancel{pVT} + p\Delta VT + \Delta pVT + \Delta p\Delta VT$$ Разделим все на pVT

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta p\Delta V}{pV}$$

Везде по одной малой величине, а тут их произв. Сл-но этим членом можно пренебречь.

1

т.к. $\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V}$ -

2). Для малых изм. справедлива формула

$\frac{\Delta p}{p} + \frac{n \Delta V}{V} = 0$, где n - показатель политропы.

$n = \cancel{-\Delta V} \; -\frac{\Delta p}{p} : \frac{\Delta V}{V} = \cancel{\ldots} \; \frac{-(-1)}{2} = \frac{1}{2}$

т.к. газ одноатомный, то кол-во ст. свободы $i = 3$ и $c_p = \frac{5}{2}R$ $c_V = \frac{3}{2}R$.

~~Для газа~~

Теплоёмкость газа в процессе можно выразить так:

$$c = \frac{c_p - n c_V}{1-n} = \frac{\frac{5}{2}R - \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{2}R}{\cancel{1-\frac{1}{2}}} =$$

$= \frac{10}{2}R - \frac{3}{2}R = \frac{7}{2}R$. — теплоёмкость газа в этом процессе.

2

$Q_{подв} = C \cdot \Delta T$.

$\Delta U = C_V \cdot \Delta T$.

$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{C \cdot \cancel{\Delta T}}{C_V \cdot \cancel{\Delta T}} = \frac{7}{2} \cdot \frac{3}{2} = \frac{7}{3}$.

Ответ: 1) Вырастет на 10% 2) $\frac{7}{3}$.

3

4\. Дано:

$\cos\alpha = 3/5$

H

m

$2m$

$F = mg$

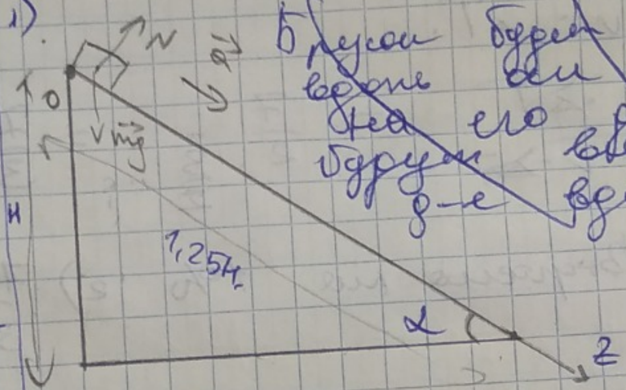
1) Δt_1 - ?

2) a - ?

3) Δt_2 - ?

Решение: $\sin\alpha = \frac{4}{5}$

1)



~~Брусок будет двигаться вдоль оси OZ, сл-но на его движение будут влиять силы д-е вдоль OZ.~~

2 з. Ньютона ~~на~~ OZ.

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N}.$$

Будет двигаться вдоль OZ, сл-но интересуют только силы на OZ.

OZ: $ma = mg\sin\alpha$

$a = 0{,}8g.$

Длина пути бруска это $\frac{H}{\sin\alpha} = 1{,}25H.$

Запишем закон дв-я:

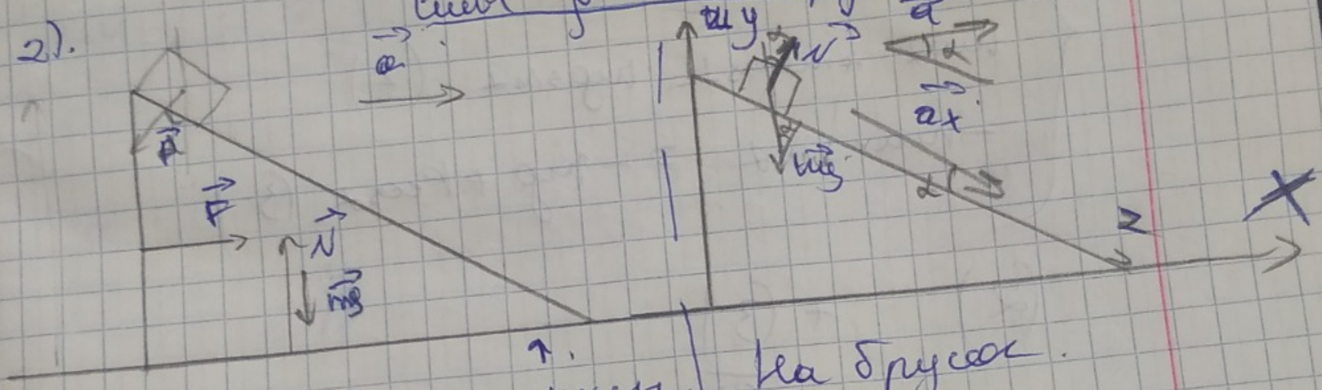
$$z(t) = \frac{at^2}{2} = \frac{0{,}8g \cdot t^2}{2} = 0{,}4gt^2$$

$$z(\Delta t_1) = 1{,}25H = 0{,}4g\Delta t_1^2$$

$$\Delta t_1^2 = \frac{1{,}25H \cdot 5}{g \cdot 2} = \left(\frac{5}{4}\right)^2 \cdot 2\frac{H}{g} = \frac{25}{8}\frac{H}{g}.$$

4

$\Delta t = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}$.

2). 

Сила р-е на брусок не

сила р-е на клин | На брусок.

$P = N$ по 3 закону Ньютона

Брусок будет двигаться вдоль оси z с неким ускорением, и за счёт ускорения клина будет ещё гориз. двигаться с a.

2 3. Ньютона для!

• клина

$m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{P}$.

На ось ох:

$-P\sin\alpha + F = 2ma \qquad ma = \frac{-P\sin\alpha + F}{2} = \frac{-P\sin\alpha + mg}{2}$.

• Брусок. $m(\vec{a_x} + \vec{a}) = \vec{N} + m\vec{g}$

~~ох:~~ oz: $ma_x + ma\cos\alpha = mg\sin\alpha$.

oy: $\overline{m}a_x\sin\alpha = -mg + P\cos\alpha$.

5

Получим:

$$\begin{cases} ma = \dfrac{-P\sin\alpha + mg}{2} & (1) \\ ma_x + ma\cos\alpha = mg\sin\alpha & (2) \\ -ma_x\sin\alpha = -mg + P\cos\alpha & (3) \end{cases}$$

$$(2) + \frac{(3)}{\sin\alpha}$$

$$ma\cos\alpha = mg\sin\alpha - \frac{mg}{\sin\alpha} + \frac{P\cos\alpha}{\sin\alpha}$$

↑ подст. (1).

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

$\cos\alpha = 0{,}6$

$$\frac{(-P\sin\alpha + mg)\cos\alpha}{2} = mg\sin\alpha - \frac{mg}{\sin\alpha} + \frac{P\cos\alpha}{\sin\alpha}$$

$$(-P\cdot 0{,}8 + mg)\cdot 0{,}3 = 0{,}8mg - 1{,}25mg + 0{,}75P$$

$$-P\cdot 0{,}24 + \overset{0{,}3}{mg} = 0{,}8mg - 1{,}25mg + 0{,}75P$$

$$(0{,}3 + 1{,}25 - 0{,}8)\,mg = (0{,}75 + 0{,}24)\,P$$

$$P = \frac{0{,}75\,mg}{0{,}99} = \frac{25}{33}\,mg.$$

подст. в (1.)

$ma = -\frac{P \cdot 0{,}2 + mg}{2}$

$a = -\frac{\frac{\cancel{25}^{5}}{33} \cdot \frac{4}{\cancel{5}} g + g}{2} = \frac{g - \frac{20}{33} g}{2} =$

$= \frac{13}{66} g.$

3). Рассм общее ускорение бруска по оси ау:

$a_{oy} = a_x \cdot \sin\alpha$

Из предыд. формул $a_x = \frac{mg - P\cos\alpha}{m\sin\alpha} =$

$= \frac{5g - \frac{25}{33} \cdot \frac{3}{\cancel{5}} g}{4} = \frac{\left(5 - \frac{\cancel{75}^{25}}{\cancel{33}_{11}}\right)}{4} g = \frac{30}{44} g.$

$a_{oy} = a_x \sin\alpha = \frac{\cancel{30}^{6}}{\cancel{44}_{11}} \cdot \frac{\cancel{4}}{5} g = \frac{6}{11} g.$

Тогда $H = \frac{a_{oy} \Delta t_2^2}{2}$ — т.к. H — верт. перемещение.

21206190 (U127888 M1279196)

$$\frac{2H}{a_{oy}} = \Delta t_2^2 = \frac{11}{3}\frac{H}{g} \Rightarrow \Delta t_2^2.$$

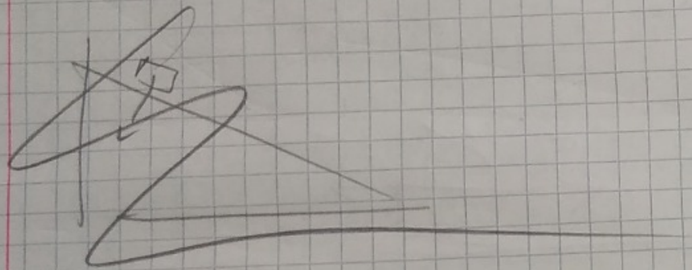
~~Н~~ $\Delta t_2 = \sqrt{\frac{11}{3}\frac{H}{g}}$.

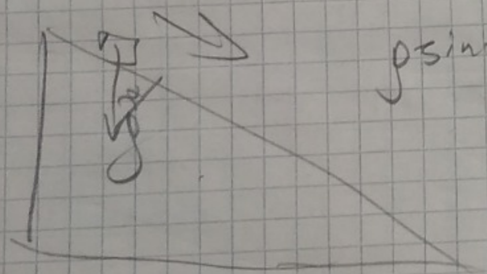
Сравним с Δt_1^2.

$\Delta t_1^2 = \frac{25}{8}\frac{H}{g}$ $\qquad$ $\Delta t_2 = \frac{11}{3}\frac{H}{g}$.

$\frac{25}{8} < \frac{11}{3}$, так получилось, потому что здесь из-за ускорения ~~клина~~ клина брусок прижимало к нему и замедлился.

Ответ: 1) $\frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}$ 2) $\frac{13}{66}g$ 3) $\sqrt{\frac{11}{3}\frac{H}{g}}$.

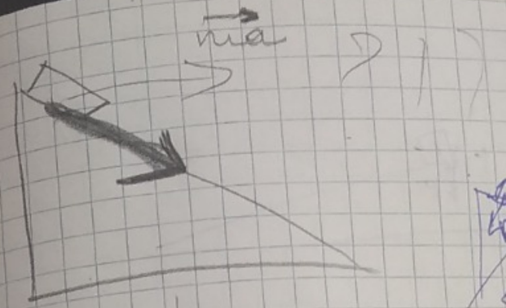


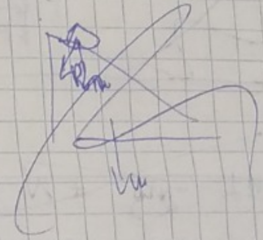


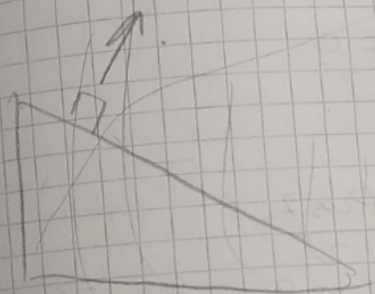
$g \sin\alpha = g \cdot \frac{4}{5}$.

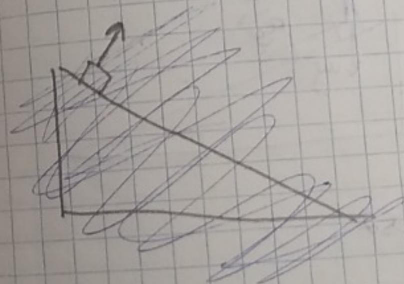
$g \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{t^2}{2} = H \cdot \frac{5}{4}$.

$t = \sqrt{\frac{5}{4} \ldots}$





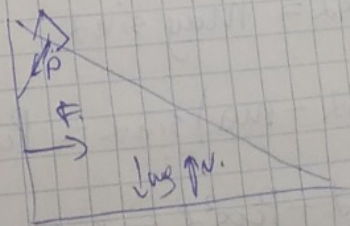


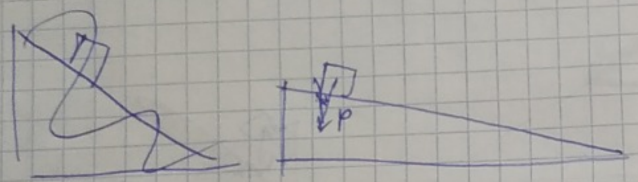


$2aS = v_k^2 - v_0^2$ –

$m\vec{a}_x$

$F =$

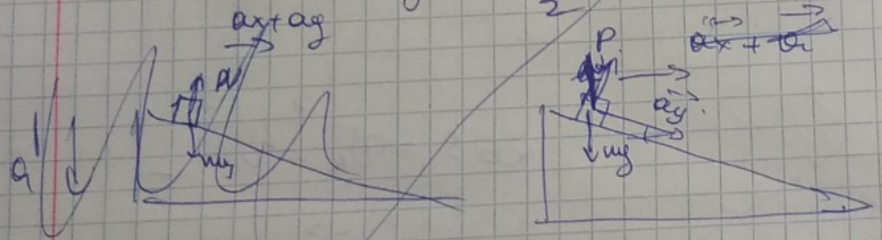




$\cancel{-P\sin\alpha - 2mg + N = 0}$

$-P\cos\alpha + 2mg = 2ma$

$ma = mg - \frac{P\cos\alpha}{2}$



$P\sin\alpha = ma_x + ma_y\cos\alpha$

$P\cos\alpha = ma_y\sin\alpha$

$(P\sin\alpha - ma)\sin\alpha = P\cos^2\alpha$

$P\sin^2\alpha - P\cos^2\alpha - mg + \frac{P\cos\alpha\sin\alpha}{2} = 0$

2P206190 (U127888 M1279196)

$P = \frac{mg}{\left(\sin^2\alpha - \cos^2\alpha + \frac{\cos\alpha\sin\alpha}{2}\right)} =$

$= \frac{mg}{\frac{16}{25} - \frac{9}{25} + \frac{3\cdot4}{25\cdot2}} = \frac{25}{13}mg$