Часть 1

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

Шифр: **21205359**

ID профиля: **810841**

Вариант 1

№1 Вариант 10-01

Дано:

$v_1 = v_2 = v_0$;

H;

1) t_2 - ?

2) v_0 - ?

3) S_1 - ?

Решение:

1) $h_{max} = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$, $v_0 = gt$, $t = \frac{v_0}{g}$, откуда

$h_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$; т.к. мячи встретятся на высоте H, то $y_1 = y_2 = H$;

$$\begin{cases} v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = H, \\ \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g t_2^2}{2} = H; \end{cases} \Rightarrow t_2 = \frac{v_0}{2g};$$

2) $H = \frac{v_0 \cdot v_0}{2g} - \frac{g \cdot v_0^2}{2 \cdot 4 \cdot g^2} = \frac{3}{8} \cdot \frac{v_0^2}{g}$, откуда $v_0 = \sqrt{\frac{8gH}{3}} = 2\sqrt{\frac{2gH}{3}}$;

Тогда $t_2 = \frac{v_0}{2g} = \frac{2\sqrt{2gH}}{2 \cdot g \cdot \sqrt{3}} = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$

3) $S_1 = h_{max} + (h_{max} - H) = 2h_{max} - H = 2 \cdot \frac{v_0^2}{2g} - H = \frac{v_0^2}{g} - H =$

$= \frac{8gH}{3g} - H = \frac{5}{3}H$;

Ответ: 1) $\sqrt{\frac{2H}{3g}}$; 2) $2\sqrt{\frac{2gH}{3}}$; 3) $\frac{5}{3}H$;

№3

Дано:

$m_1 = 3 \cdot 10^{-3}$ кг;

$T = const$, $T_1 = 354$ К;

$V_1 = 3,5 V_2$; $p_2 = 1,8 p_1$;

Решение:

1) Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для 1-го и 2-го состояний:

$p_1 V_1 = \nu_1 R T_1$ и $p_2 V_2 = \nu_2 R T_2$, где $T_1 = T_2$,

1

$p_н(81°C) = 5 \cdot 10^4$ Па; $M = 18 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$; $R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot К}$;	так как процесс изотермический, $V_1 = 3{,}5 V_2$, $p_2 = 1{,}8 p_1$ (по условию);
1) $p_1 - ?$ 2) $V_2 - ?$	$\begin{cases} p_1 \cdot 3{,}5 V_2 = \frac{m_1}{M} R T_1, \\ 1{,}8 p_1 \cdot V_2 = \frac{m_2}{M} R T_2 \end{cases}$, откуда $m_2 = \frac{1{,}8 m_1}{3{,}5} = \frac{18 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{35} \approx 1{,}54 \cdot 10^{-3}$ (кг), так как

$m_1 > m_2$, то часть водяного пара сконденсировалась, следовательно $\varphi_2 = 100\%$, откуда $p_2 = p_н(81°C) = 5 \cdot 10^4$ Па;

т.к. $p_2 = 1{,}8 p_1$, то $p_1 = \frac{p_2}{1{,}8} = 27777{,}(7) \approx 2{,}78 \cdot 10^4$ Па;

2) Найдём V_2 из уравнения Менделеева-Клапейрона для 2-го состояния: $p_2 V_2 = \frac{m_2}{M} R T_1$, $V_2 = \frac{m_2 R T_1}{p_2 M} =$

$= \frac{1{,}8 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 354 \cdot 8{,}31}{3{,}5 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}5 \cdot 10^4} = \frac{6 \cdot 354 \cdot 8{,}31}{35 \cdot 10^3} \approx 0{,}5043 \approx 0{,}5$ ($м^3$);

Ответ: 1) $2{,}78 \cdot 10^4$ Па; 2) $0{,}5\ м^3$.

N2

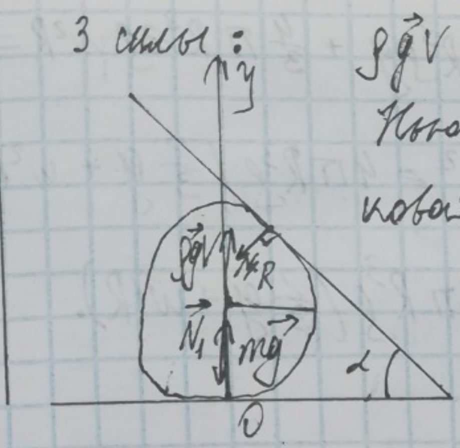
Дано:	Решение:
R; $r = 2R$; ρ; 3ρ; $tg\alpha = 2$;	1) Так как в данном случае отсутствует центростремительное ускорение ($W' = 0$), то на шар будут действовать только

2

$\omega, \omega' = 0$

1) $N_1 - ?$

2) $N_2 - ?$

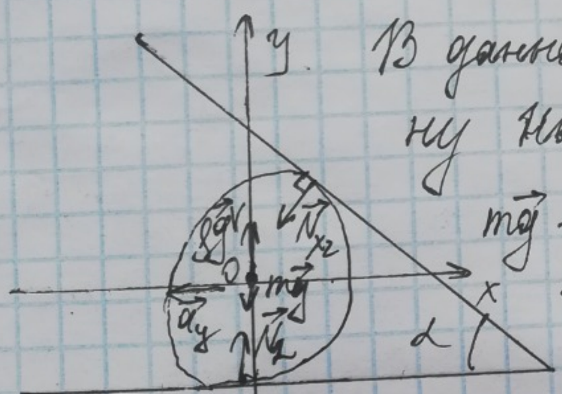


3 силы: $\rho\vec{g}V + m\vec{g} + \vec{N}_1 = 0$ (из 2-го закона Ньютона, так как $\vec{N}_x = 0$ (боковая сила реакции опоры); выберем ось Oy, тогда

$Oy: N_1 + \rho g V = mg$,

Тогда $N_1 = mg - \rho g V = 3\rho g V - \rho g V = 2\rho\frac{4}{3}\pi R^3 g = \frac{8}{3}\pi R^3 \rho g$; (где $\rho\vec{g}V = \vec{F}_A$ - сила Архимеда)

2)



где $\rho\vec{g}V = \vec{F}_A$ - сила Архимеда

В данном случае по 2-му закону Ньютона запишем:

$m\vec{g} + \rho\vec{g}V + \vec{N}_2 + \vec{N}_{x_2} = m\vec{a}_y$, Тогда выберем оси Ox и Oy:

$$\begin{cases} Oy: -mg + N_2 + \rho g V - N_{x_2}\cos\alpha = 0; \\ Ox: N_{x_2}\sin\alpha = m a_y; \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_{x_2}\cos\alpha = N_2 + \rho g V - mg; \\ N_{x_2}\sin\alpha = m a_y \end{cases}$$

, поделив одно уравнение системы на второе получим:

$tg\alpha = \frac{m a_y}{N_2 + \rho g V - mg}$, где $a_y = \omega^2 r = 2\omega^2 R$, тогда

$N_2 = \frac{2m\omega^2 R}{tg\alpha} + mg - \rho g V = m\omega^2 R + mg - \rho g V =$

3

$= \frac{8}{3}\pi R^3 \rho g + m w^2 R = \frac{8}{3}\pi R^3 \rho g + \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 3\rho w^2 R =$

$= \frac{8}{3}\pi R^3 \rho g + 4\pi R^4 \rho w^2 = 4\pi R^3 \rho \left(\frac{2}{3} g + w^2 R\right)$

Ответ: 1) $\frac{8}{3}\pi R^3 \rho g$; 2) $4\pi R^3 \rho \left(\frac{2}{3} g + w^2 R\right)$.

черновик

№1

$v_1 = v_2 = v,$

H

1) $h_{max} = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$, $v_0 = gt$, $\underline{t = \frac{v_0}{g}}$;

$h_{max} = \frac{v_0 v_0}{g} - \frac{g \cdot v_0^2}{2g^2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \underline{\frac{v_0^2}{2g}};$

2) $y_1 = y_2$, $\frac{v_0^2}{2g} - \frac{gt^2}{2} = H$,

$v_0 t - \frac{gt^2}{2} = H$, $\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t$, $\underbrace{t = \frac{v_0}{2g}}_{1};$

$H = \frac{v_0 v_0}{2g} - \frac{g \cdot v_0^2}{2 \cdot 4 g^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3}{8}\frac{v_0^2}{g},$

$v_0 = \sqrt{\frac{8H}{3}} = \underline{2\sqrt{\frac{2gH}{3}}};$

3) $S_1 = h_{max} + (h_{max} - H) = 2h_{max} - H;$

$S_1 = \frac{2v_0^2}{2g} - H = \frac{v_0^2}{g} - H = \frac{\left(2\sqrt{\frac{2gH}{3}}\right)^2}{g} - H = \frac{8gH}{3g} - H = \left(\frac{8}{3} - 1\right)H =$

$= \left(\frac{8-3}{3}\right)H = \underbrace{\frac{5}{3}H}_{3};$

№2

$m = 3г = 3 \cdot 10^{-3}кг;$

$T = 81°C = (81 + 273)K = 354K;$

$T = const$, $p_0 V_0 = \nu R T_0$

$p_1 V_1 = \nu_1 R T_0;$

$T = const$,

$\varphi_1 = 3{,}5\varphi_2$ $\quad \frac{V_1}{3{,}5} = V_2$

$\varphi_2 = 1{,}8\varphi_1$;

$p_н(81°C) = 0{,}5 \cdot 10^5$ Па;

$M = 18 \frac{г}{моль} = 18 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$;

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль К}$

$p_1 \cdot 3{,}5V_2 = \frac{m_1}{M} RT_0$;

$1{,}8p_1 \cdot V_2 = \frac{m_2}{M} RT_0$;

$\frac{3{,}5}{1{,}8} = \frac{m_1}{m_2}$, $\quad m_2 = \frac{1{,}8 m_1}{3{,}5} = \frac{3 \cdot 18}{35} =$

$= \frac{54}{35}$, т.к. масса пара стало меньше, то $\varphi_2 = 100\% \Rightarrow p_{н2} = p_2$;

$p_2 = 1{,}8p_1$

$0{,}5 \cdot 10^5 = 1{,}8p_1$; $\quad p_1 = \frac{0{,}5 \cdot 10^5}{1{,}8} \Rightarrow$

$500000 : 18 = 27777{,}7777... \Rightarrow$ $\underline{p_1 \approx 2{,}78 \cdot 10^4 \text{ Па}}$

1)

2) $\frac{1{,}8 \cdot 0{,}5 \cdot 10^5}{1{,}8} \cdot V_2 = \frac{1{,}8 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{3{,}5 \cdot 18 \cdot 10^{-3}} \cdot 354 \cdot 8{,}31$

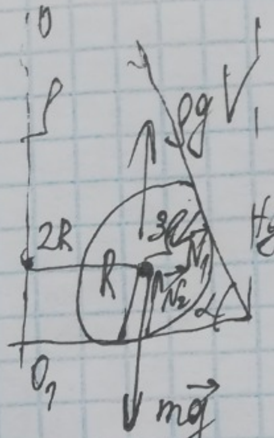
$V_2 = \frac{18 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 354 \cdot 8{,}31}{3{,}5 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}5 \cdot 10^4} = \frac{3 \cdot 354 \cdot 8{,}31}{3{,}5 \cdot 0{,}5 \cdot 10^4} =$

$= \frac{6 \cdot 354 \cdot 8{,}31}{3{,}5 \cdot 10^4} = \frac{6 \cdot 354 \cdot 8{,}31}{35 \cdot 10^3} \approx 0{,}5043 \approx \underline{0{,}5 \text{ м}^3}$;

$8{,}31 \cdot 6 = 49{,}86$

$354 \times 49{,}86$

N2



$tg\alpha = 2$

~~Перейдём в инерциальную систему отсчёта, где~~

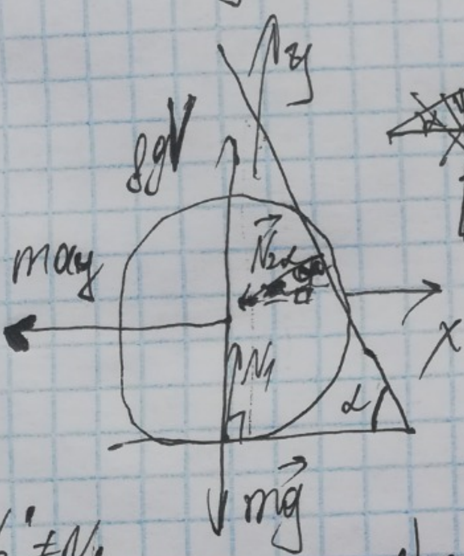
$$\overset{=0 \text{ в I-м случае}}{\cancel{\vec{N_2}}} + \vec{N_1} + m\vec{g} + \rho g \vec{V} = 0;$$

1) без a_y: $-mg + \rho g V + N_1 = 0;$

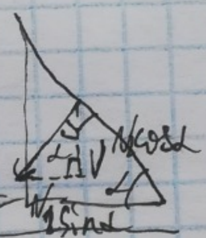
$N_1 = mg - \rho g V = 3\rho V g - \rho g V =$

$= 2\rho g V = 2 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho \cdot g =$

$= \frac{8}{3}\pi \rho g R^3;$



2)



$N_2' \neq N_2,$
N_2 - стенка,
N_2' - дно
$N_1 = N_2'$ - одно и то же

2) с a_y: $ma_y = N_2 \sin\alpha$,

$mg + N_1 + \rho g V - N_2\cos\alpha = 0;$

$a_y = \frac{v^2}{R} = w^2 R$

$N_2\cos\alpha = N_1 + \rho g V - mg;$

$N_2\sin\alpha = ma_y;$ N

$ctg\alpha = \frac{N_1 + \rho g V - mg}{ma_y} \Rightarrow tg\alpha = \frac{ma_y}{N_1 + \rho g V - mg} = \frac{mw^2 \cdot 2R}{N_1 + \rho g V - mg};$

$N_1 = \frac{mw^2 2R}{tg\alpha} + mg - \rho g V = mw^2 R + mg - \rho g V = \frac{8}{3}\pi \rho R^3 g$

21205359 (U810841 M1281023)

Часть 2

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

Шифр: **21205359**

ID профиля: **810841**

Вариант 1

Вариант 10-01

N5

Дано:

$\frac{\Delta p}{p} = 2\%$;

$\frac{\Delta V}{V} = -1\%$;

---

1) ΔT - ?

2) $\frac{Q}{A}$ - ?

Решение:

1) Запишем закон Клапейрона для 2-х состояний: $\frac{pV}{T} = \frac{(p+\Delta p)(V+\Delta V)}{(T+\Delta T)}$, $\frac{pV}{T} = \frac{pV}{T} \cdot \frac{(1+\frac{\Delta p}{p})(1+\frac{\Delta V}{V})}{(1+\frac{\Delta T}{T})}$,

$1 + \frac{\Delta T}{T} = 1 + \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta p}{p} \cdot \frac{\Delta V}{V}$, так как

$\frac{\Delta p}{p} \ll 1$ и $\frac{\Delta V}{V} \ll 1$, то $\frac{\Delta p}{p} \cdot \frac{\Delta V}{V} \to 0$;

$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} = 1\%$, следовательно

температура увеличилась на 1%;

2) Так как $\frac{\Delta V}{V} = -1\% < 0$, то газ совершает отрицательную работу, то есть $\delta Q + dA = C_V \Delta T$, откуда $Q = C_V \Delta T - A$, тогда $\frac{Q}{A} = + \frac{C_V \Delta T - A}{A} = -1 + \frac{C_V \Delta T}{A} \approx$

$\approx -1 + \frac{C_V \Delta T}{p \Delta V} = 0,5$

Ответ: 1) температура увеличилась на 1%; 2) 0,5.

N4

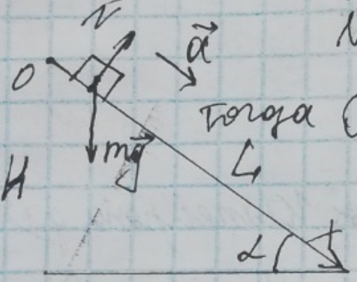
Дано:

$\cos\alpha = \frac{4}{5}$;

Решение:

H; m; $3m$;	
1) t_1 - ? 2) a_2 - ? 3) t_2 - ?	

1) Согласно 2-му закону Ньютона

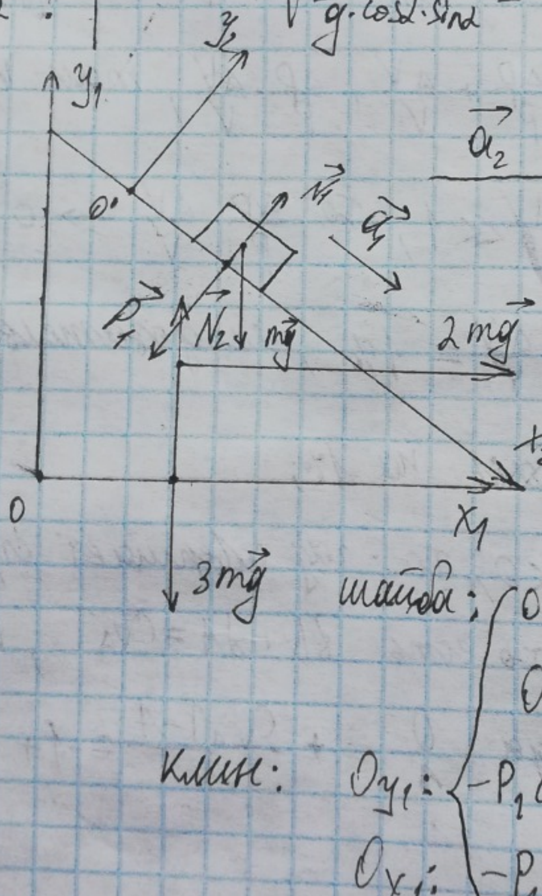


$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$, выберем ось O_x, тогда O_x: $mg\sin\alpha = ma$, $a = g\sin\alpha$;

$L = \frac{H}{\cos\alpha}$, $L = \frac{a t_1^2}{2}$, $t_1 = \sqrt{\frac{2L}{a}} =$

$= \sqrt{\frac{2H}{g\cdot\cos\alpha\cdot\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{H}{g}\cdot\frac{25}{6}} = 5\sqrt{\frac{H}{6g}}$

2)



Выберем оси $O'y_2$ и $O'x_2$, Oy_1 и Ox_1 для шайбы и клина соответственно, тогда:

шайба: $O'y_2$: $ma_2\sin\alpha = N_1 - mg\cos\alpha$; (1)

$O'x_2$: $m(a_1 + a_2\cos\alpha) = mg\sin\alpha$; (2)

клин: Oy_1: $-P_1\cos\alpha - 3mg + N_2 = 0$; (3)

Ox_1: $-P_1\sin\alpha + 2mg = 3ma_2$; (4)

Из 3-го закона Ньютона: $N_1 = P_1$ (5), тогда решим полученную систему уравнений:

Из (4) и (5): $a_2 = \frac{2}{3}g - \frac{N_1}{3m}$;

Из (1) : $a_2 = \frac{N_1}{m\sin\alpha} - g\,\mathrm{ctg}\,\alpha$; приравняем полученные

2

выражения и получим, что $N_1 = \dfrac{\frac{3}{2}g + ctg\alpha g}{\left(\frac{1}{m\sin\alpha} + \frac{1}{5m}\right)} = \dfrac{15}{14}mg;$

Из (1): $a_2 = \dfrac{N_1}{m\sin\alpha} - g\,ctg\alpha = g\left(\dfrac{15}{14\sin\alpha} - ctg\alpha\right) = \dfrac{19}{42}g;$

3) Из пункта 2 $\begin{cases} m(a_1 + a_2\cos\alpha) = mg\sin\alpha, \\ a_2 = \frac{19}{42}g \end{cases}$, тогда $a_1 + \frac{19}{42}g\cos\alpha = g\sin\alpha;$

$$a_1 = g\sin\alpha - \frac{19}{42}g\cos\alpha = g\left(\frac{3}{5} - \frac{19}{42}\cdot\frac{4}{5}\right) = \frac{5}{21}g;$$

Так как и шайба, и клин движутся с постоянным ускорением a_2, то перейдём в систему отсчёта, связанную с неподвижным клином (система отсчёта движется с a_2), тогда $L = \dfrac{a_x t_2^2}{2}$,

где $a_x = a_1$, тогда $t_2 = \sqrt{\dfrac{2L}{a_1}} = \sqrt{\dfrac{2H}{\frac{5}{21}\cdot\frac{4}{5}\cdot g}} =$

$= \sqrt{\dfrac{21H}{2g}}.$

Ответ: 1) $5\sqrt{\dfrac{H}{6g}}$; 2) $\dfrac{19}{42}g$; 3) $\sqrt{\dfrac{21H}{2g}}$.

Черновик

№5

$\Delta p = 2\%$;

$\Delta V = -1\%$;

$1 \gg \frac{\Delta V}{V}$, $1 \gg \frac{\Delta p}{p}$, $1 \gg \frac{\Delta T}{T}$;

1) ΔT – ?

2) $\frac{Q}{A}$ – ?

1) $\frac{pV}{T} = \frac{(p+\Delta p)(V+\Delta V)}{T+\Delta T_0}$, $1 = \frac{(1+\frac{\Delta p}{p})(1+\frac{\Delta V}{V})}{1+\frac{\Delta T_0}{T}}$;

$1+\frac{\Delta T_0}{T} = (1+\frac{\Delta p}{p})(1+\frac{\Delta V}{V})$;

$1 = \frac{0{,}99 \cdot 1{,}02}{x}$ $\quad 1+\frac{\Delta T}{T} = 1 + \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta p \cdot \Delta V}{p \cdot V}$,

Т.к. $\frac{\Delta p}{p} \ll 1$ и $\frac{\Delta V}{V} \ll 1$, то $\frac{\Delta p \Delta V}{pV} \to 0$,

Тогда $1+\frac{\Delta T_0}{T} \approx 1 + \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V}$,

$\Delta T_0 = T\left(\frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V}\right)$

$\approx 0{,}01T$ след.

Температура увеличилась на 1%;

2) Т.к. $\frac{\Delta T}{T} \ll 1$, то будем считать $\delta Q = C_V \Delta T + \cancel{dA}$,

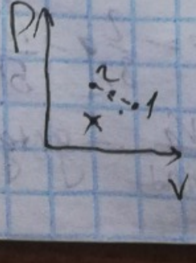
$\frac{\Delta p}{p} \ll 1$,

$\frac{\Delta V}{V} \ll 1$,

$A \approx p\Delta V$, тогда

$\cancel{Q = C_V \Delta T + p\Delta V}$,

$\cancel{Q \approx \frac{3}{2}\nu R\Delta T + p\Delta V = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \nu R\Delta T}$



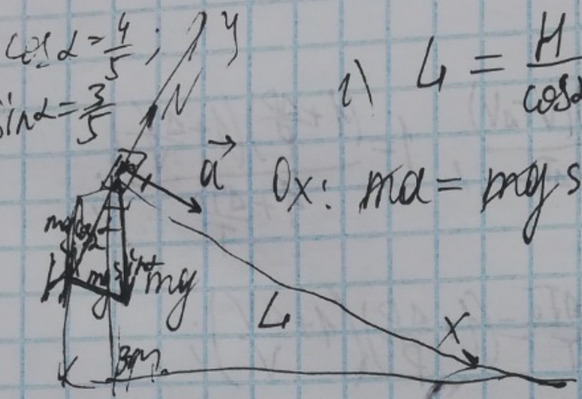
$+A$ $\quad \delta Q + A = C_V \Delta T$;

$-A$ $\quad \delta Q = C_V \Delta T - A = C_V \Delta T - p\Delta V$,

$\frac{Q}{A} = \frac{C_V \Delta T - A}{A} = \frac{C_V \Delta T}{p\Delta V} - 1 = \frac{\frac{3}{2}\nu R\Delta T}{\nu R\Delta T} - 1 = 0{,}5$

№4

$\cos\alpha = \frac{4}{5}$; $\sin\alpha = \frac{3}{5}$



1) $L = \frac{H}{\cos\alpha}$, $L = \frac{at^2}{2}$, $t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2H}{\cos\alpha\, a}} = \sqrt{\frac{2H}{\cos\alpha\sin\alpha\, g}} =$

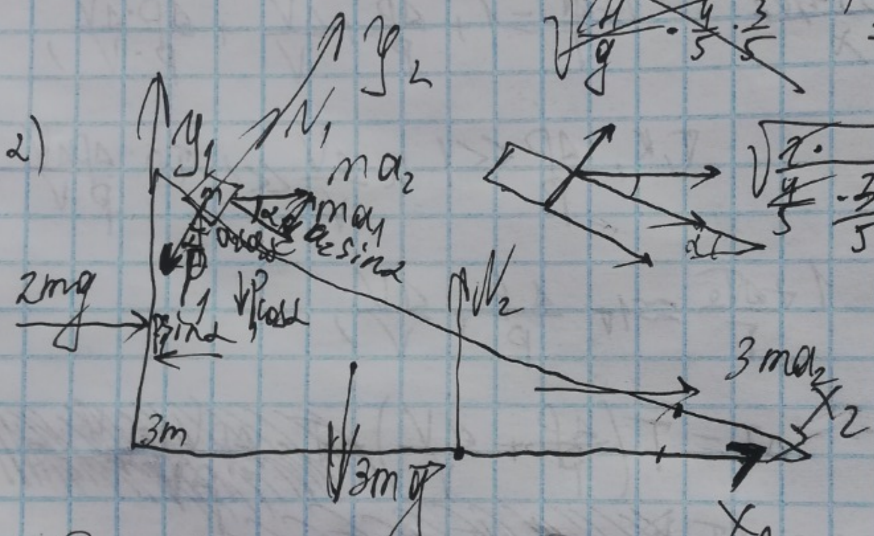
$Ox: ma = mg\sin\alpha$

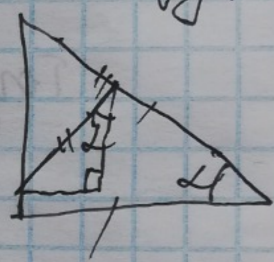
$= \sqrt{\frac{2H}{g}(\cos\alpha \cdot \sin\alpha)^{-1}} =$

$\cancel{\sqrt{\frac{2H}{g}\cdot\frac{4}{5}\cdot\frac{3}{5}}} = \cancel{\frac{2}{5}\sqrt{\frac{6H}{g}}}$;

$\sqrt{\frac{2\cdot}{\frac{4}{5}\cdot\frac{3}{5}}} = \frac{1}{5}\sqrt{\frac{H}{g\sqrt{6}}}$

2)





шайба: $Oy_2: +m(a_2\sin\alpha) = N_1 - mg\cos\alpha;$ (1)

$Ox_2: m(a_1 + a_2\cos\alpha) = mg\sin\alpha$ (2)

клин: $Oy_1: -P_1\cos\alpha - 3mg + N_2 = 0;$ (3)

$Ox_1: -P_1\sin\alpha + 2mg = 3ma_2;$ (4)

Из 3-го закона Ньютона $N_1 = P_1;$ (5)

Из (4) $a_2 = \frac{2mg - N_1\sin\alpha}{3m} = \frac{2}{3}g - N_1\frac{\sin\alpha}{3m} = \frac{2}{3}g - \frac{N_1}{5m};$

Из (1) $a_2 = \frac{N_1}{m\sin\alpha} - g\,ctg\alpha$, $\frac{2}{3}g - \frac{N_1}{5m} = \frac{N_1}{m\sin\alpha} - g\,ctg\alpha;$

$$\frac{2}{3}g + g\,ctg\alpha = N_1\left(\frac{1}{m\sin\alpha} + \frac{1}{5m}\right) \qquad ctg\alpha = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{1}{\sin\alpha} = \frac{1}{\frac{3}{5}} = \frac{5}{3}$$

$$N_1 = \frac{\frac{2}{3}g + g\,ctg\alpha}{\left(\frac{1}{m\sin\alpha} + \frac{1}{5m}\right)} = \frac{mg\left(\frac{2}{3} + ctg\alpha\right)}{\left(\frac{1}{\sin\alpha} + \frac{1}{5}\right)} = \frac{mg\,2}{\left(\frac{1}{\sin\alpha} + \frac{1}{5}\right)} =$$

$$\frac{5}{3} + \frac{1}{5} = \frac{25+3}{15} = \frac{28}{15} = \frac{7\cdot 4}{3\cdot 5} = \frac{14\cdot 2}{15}$$

$$= \frac{2mg\cdot 15}{14\cdot 2} = \frac{15}{14}mg;$$

Из (1) $a_2 = \frac{N_1}{m\sin\alpha} - g\,ctg\alpha = \frac{15g}{14}\cdot\frac{1}{\frac{3}{5}} - \frac{4}{3}g = \left(\frac{25}{14} - \frac{4}{3}\right)g =$

$$= g\,\frac{25\cdot 3 - 4\cdot 14}{14\cdot 3} = \frac{19}{42}g;$$

Из (4) $a_2 = \frac{2mg}{3} - \frac{N_1}{5m} = \left(\frac{2}{3} - \frac{15}{14\cdot 5}\right)g = \left(\frac{2\cdot 14 - 3\cdot 3}{3\cdot 14}\right)g$

Из (2) $a_1 = g\sin\alpha - a_2\cos\alpha = \left(\frac{3}{5} - \frac{19}{42}\cdot\frac{4}{5}\right)g =$

$$= \frac{1}{5}g\left(\frac{3\cdot 42 - 19\cdot 4}{42}\right) = \frac{1}{5}g\cdot\frac{50}{42} = g\cdot\frac{10}{42} = \frac{5}{21}g;$$

Т.к. и шайба и клин движутся с ускорением a_1,

т.о. $t = \sqrt{\frac{2H}{\cos\alpha\, a_1}} = \sqrt{\frac{2H}{\cos\alpha\,\frac{5}{21}g}} \Rightarrow \sqrt{\frac{H}{g}}\cdot\sqrt{\frac{2}{\frac{4}{5}\cdot\frac{5}{21}}}$

$$= \sqrt{\frac{21H}{2g}}$$