

Часть 1

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

Шифр: **21204200**

ID профиля: **121964**

Вариант 1

Упробук

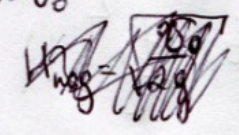
$p_0 V_0 = JRT_0$

$v_0 - gt = 0$

$v_0 = gt$

$t = \frac{v_0}{g}$ $v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

$gt = v_0$



$p_1 V_1 = \frac{18}{35} p_0 V_0$

$p_1 = 0,5 \cdot \omega^5$

$= 5 \cdot \omega^4$ $v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = H$

$p_0 = \frac{0 \cdot \omega^4}{1,8} = \frac{5}{18} \cdot \omega^5 Pa$

$v_0 t$ $v_0 t_1$ $v_0 - gt = 0$

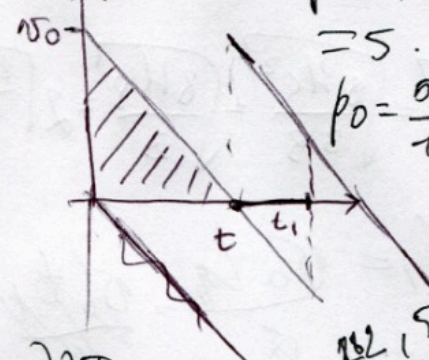
$\frac{v_0 t}{2} = \frac{v_0 t_1}{2}$ $v_0 = gt = \frac{gt_1}{2} = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

0 ↓ g

0 ↑ v_0

$\frac{gt_1^2}{2} + v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = H$

$v_0 t_1 = H$



$p_0 V_0 = JRT_0$

$V_0 = \frac{JRT_0}{p_0} = 1,8 JRT_0$

$v_0 = gt = \frac{gt_1}{2}$

$p_0 V_0 = \frac{m}{M} RT_0$

$p_1 V_1 = \frac{m}{M} RT_0$

$p_0 V_0 = p_1 V_1$

$p_1 = \frac{p_0 V_0}{V_1}$

$V_1 = \frac{V_0}{3,5}$

$p_1 V_1 = \frac{1,8}{3,5} p_0 V_0 = \frac{18}{35} p_0 V_0$ $v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = H$

$p_1 V_1 = \frac{m_n}{M} RT_0$ $v_0 = gt = \frac{3}{5} v_0 t_1 = H$

$V_1 = \frac{m_n RT_0}{M p_1} \rightarrow V_1 = \frac{18}{35} m_0 RT_0 = \frac{18 \cdot 32 \cdot 8,31}{35 \cdot 0,31 \cdot 0,1}$

$= 0,04 m^3$ $p_1 V_1 = 2000$ $\frac{3}{5} \cdot 0,31 \cdot 0,1$

$V_1 = \frac{1,8 JRT_0}{3,5 p_1} = \frac{18 m RT_0}{35 p_1}$

$v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = H$

$\frac{gt_1}{2} t_1 - \frac{gt^2}{2} = H$

H=0

$v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = H$

$v_1 + v_2 = v_0$

$v_0 t_1 = l$

$v_0 t - \frac{gt^2}{2} = l$

$v_0 t_1 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

$v_0 (t - t_1) = \frac{gt^2}{2}$

$\frac{v_0 t}{2} = \frac{gt^2}{2}$

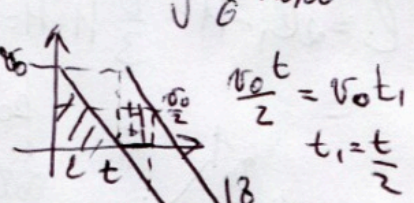
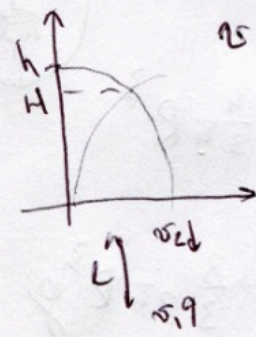
$v_0 = gt$

$t_1 = \frac{t}{2}$

$H = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$ $v_0 = gt = \frac{gt_1}{2}$

$\frac{gt_1^2}{2} = \frac{gt_1^2}{2} = H$

H=0



$\frac{v_0 t}{2} = v_0 t_1$ $t_1 = \frac{t}{2}$

$\frac{m_n}{M} = \frac{18}{35} m_0$

$\frac{v_0 + v_0 - gt_1}{2} t_1 = H$

Упробук

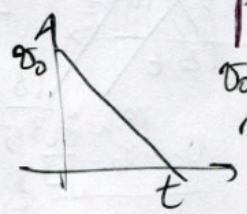
$t_1 = \frac{t}{2}$
 $v_0 t - g t^2 = 0$
 $v_0 - g t = 0$
 $v_0 = g t = g \cdot \frac{t}{2} = \frac{g t}{2}$
 $t = 2 t_1$

$v_0 t_1 - g \frac{t_1^2}{2} = H$
 $v_0 t_1 - g \frac{t_1^2}{2} = H$
 $2 g t_1^2 - g t_1^2 = H$
 $\frac{3}{2} g t_1^2 = H$
 $t_1 = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$

$l = l_1 + l_1 - H = 2l_1 - H$
 $v_0 = 2 g t_1 = 2 g \sqrt{\frac{2H}{3g}} = \sqrt{\frac{8Hg}{3}} = \sqrt{\frac{8Hg}{3}} = 2 \sqrt{\frac{2Hg}{3}}$

$l = 2l_1 - H = \frac{2}{3} H - H = -\frac{1}{3} H$
 $l = \frac{v_0 t}{2}$

$l_1 = v_0 t_1 = \frac{v_0 t}{2}$
 $v_0 t_1 = \sqrt{\frac{2gH}{3}} \cdot \sqrt{\frac{2H}{3g}} = \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot H = \frac{4}{3} H$
 $l_1 = \frac{1}{3} H$
 $p_1 = 1,8 p_0$
 $p_0 = \frac{p_1}{1,8}$

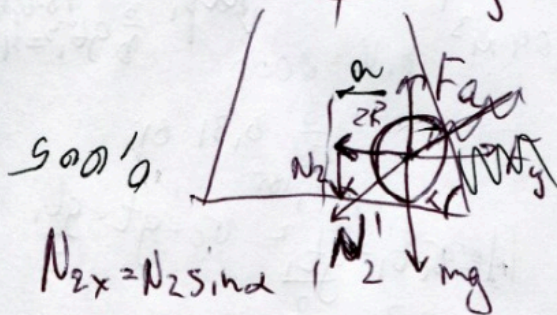


$p_0 v_0 = \frac{m}{M} R T_0$
 $v_0 t - g t^2 = \frac{v_0 t}{2}$
 $\frac{v_0 t}{2} = g t^2$
 $v_0 = 2 g t$

$p_1 v_1 = \frac{1,8}{3,5} p_0 v_0 = \frac{1,8}{3,5} \frac{m}{M} R T_0$
 $v_1 = \frac{1,8}{3,5} v_0$
 $U_1 = \frac{1,8}{3,5} m R T_0$

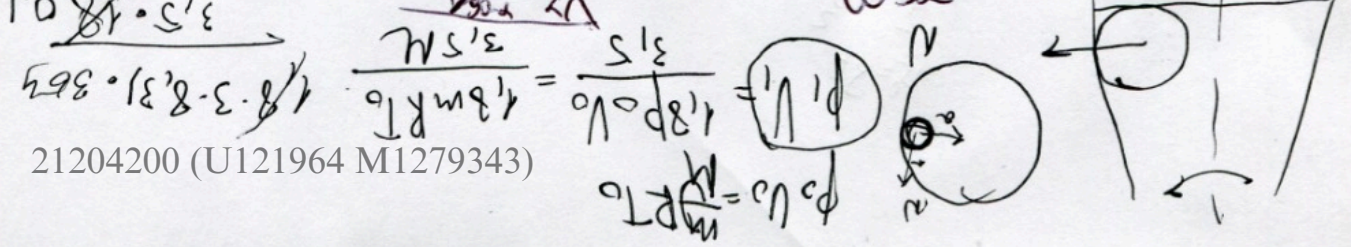
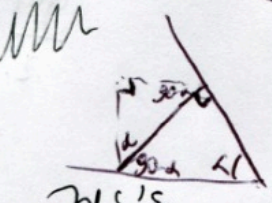


$m g = F_a + N_1$
 $3 p V g = p V g + N_1$
 $2 p V g = N_1 = 2 p \frac{4}{3} \pi R^3 g = \frac{8}{3} p \pi R^3 g$
 $v = \omega R$
 $V = \frac{4}{3} \pi R^3$



$F_y = m a_y = p V \omega^2 R = 2 p V \omega^2 R$
 $m g + N_2 \sin \alpha = F_a + N_2$
 $F_y = N_2 \cos \alpha$
 $N_2 = \frac{F_y}{\cos \alpha} = 2 p V \omega^2 R$

$1,58 = 1,1^2$
 $1,08 = 1,0^2$
 $1,58 = 1,1^2$
 $1,08 = 1,0^2$

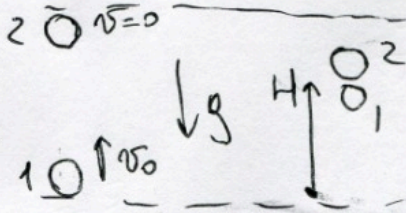


N1

Дано: H, g

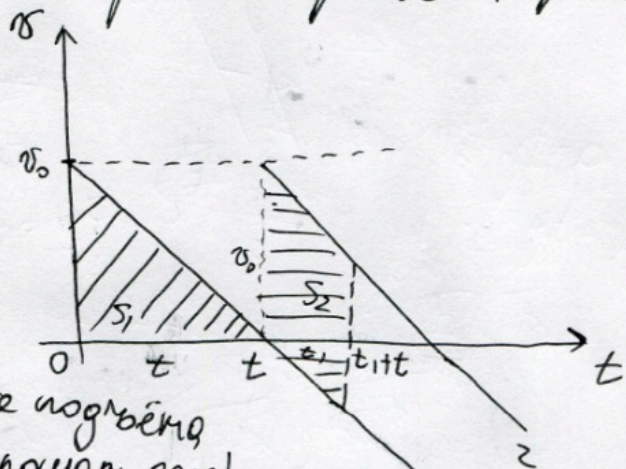
Решение:

$t_1 - ?$
 $v_0 - ?$
 $l - ?$



Т.к. g_0 при столкновении

Изобразим графики зависимостей скорости шариков от времени.



они прошли путь, равный высоте подъёма первого шарика (в сумме), то площади закрашенных фигур на графике равны, т.к. это и есть данные пути

$$S_1 = \frac{v_0 t}{2}; S_2 = v_0(t_1 + t - t_1) = v_0 t_1$$

Т.к. $S_1 = S_2$, то $\frac{v_0 t}{2} = v_0 t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{t}{2}$, где t - время подъёма первого шарика.

Также известно, что $v_0 - gt = 0 \Rightarrow v_0 = gt = 2gt_1$

Тогда из ур. изменения координаты для 2 шарика:

$$H = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = 2gt_1 \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{3}{2}gt_1^2, \text{ тогда } t_1 = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$$

$$\text{Тогда } v_0 = 2gt_1 = 2g\sqrt{\frac{2H}{3g}} = 2\sqrt{\frac{2gH}{3}}$$

Если l_1 - высота подъёма первого шарика, то путь, пройденный первым шариком будет:

$$l = l_1 + l_1 - H = 2l_1 - H$$

$$l_1 = \frac{v_0 t_1}{2} = \frac{2v_0 t_1}{2} = v_0 t_1; v_0 t_1 = 2\sqrt{\frac{2gH}{3}} \cdot \sqrt{\frac{2H}{3g}} = 2\sqrt{\frac{2^2 g H^2}{3^2 g}} = 2 \cdot \frac{2}{3} H = \frac{4}{3} H$$

$$\text{Тогда } l = 2l_1 - H = \frac{8}{3} H - H = \frac{5}{3} H$$

$$\text{Ответ: } t_1 = \sqrt{\frac{2H}{3g}}; v_0 = 2\sqrt{\frac{2gH}{3}}; l = \frac{5}{3} H$$

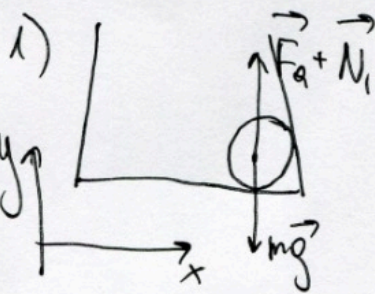
N2

Дано:

$\rho_B = \rho$
 $\rho_m = 3\rho$
 $R; l = 2R$
 $\operatorname{tg} \alpha = 2$

$N_1 = ?$
 $N_2 = ?$

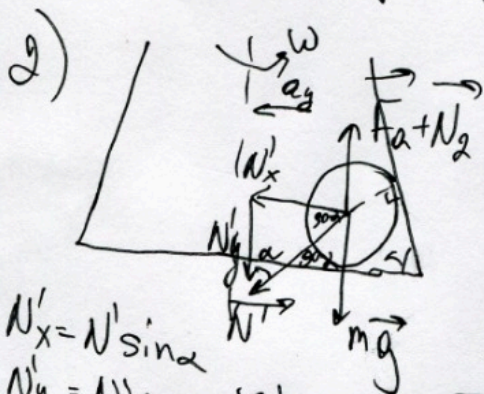
Решение:



Если браушма нет, то нет ускорения вдоль оси Ox , м.к. Вдоль оси Oy шарик покоится, то

$m F_a + N_1 - mg = 0; F_a = \rho V g$
 $\Rightarrow N_1 = 3\rho V g - \rho V g = 2\rho V g; V = \frac{4}{3}\pi R^3$ (объем шара)

$N_1 = \frac{8}{3}\rho\pi R^3 g$



$N'_x = N' \sin \alpha$
 $N'_y = N' \cos \alpha$

Если есть браушма, то есть ускорение вдоль оси Ox , тогда по 3-му закону Ньютона

$ma = N'_x$; м.к. N'_x - единственная действующая гориз. сила, где N' - сила реакции опоры доковой стенки. т.к. $a = a_y = \omega^2 l = 2\omega^2 R$;

$N' \sin \alpha = \frac{4}{3}\rho\pi R^3 \cdot 2\omega^2 R \Rightarrow N' = \frac{8\rho\pi R^4 \omega^2}{3 \sin \alpha}$

Вдоль оси Oy шар покоится, тогда:

$F_a + N_2 - N'_y - mg = 0 \Rightarrow N_2 = mg - F_a + N'_y = N_1 + N' \cos \alpha = \frac{8}{3}\rho\pi R^3 g + \frac{8\rho\pi R^4 \omega^2 \cos \alpha}{3 \sin \alpha} =$
 $= \frac{8}{3}\rho\pi R^3 g + \frac{8\rho\pi R^4 \omega^2}{3 \operatorname{tg} \alpha} = \frac{4}{3}\rho\pi R^3 \left(2g + \frac{2\omega^2 R}{\operatorname{tg} \alpha} \right)$, м.к. $\operatorname{tg} \alpha = 2$, то

$N_2 = \frac{4}{3}\rho\pi R^3 \left(2g + \frac{2\omega^2 R}{2} \right) = \frac{4}{3}\rho\pi R^3 (2g + \omega^2 R)$

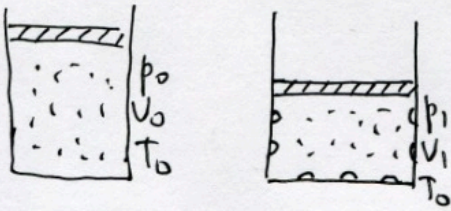
Итого: $N_1 = \frac{8}{3}\rho\pi R^3 g$

$N_2 = \frac{4}{3}\rho\pi R^3 (2g + \omega^2 R)$

N3

Дано:

Решение:



Т.к. Сжимали изотермически, по
по ур-ю Менг.-Клап.

$$p_0 V_0 = \frac{m_1}{\mu} RT_0$$

$$p_1 V_1 = \frac{m_2}{\mu} RT_0, \text{ Но } p_1 = 1,8 p_0$$

прав. $V_1 = \frac{V_0}{3,5}$, т.е.

$$m = 32$$

$$V_1 = \frac{V_0}{3,5}$$

$$p_1 = 1,8 p_0$$

$$T_0 = 81^\circ\text{C} = 354\text{K}$$

$$p' = 0,5 \cdot 10^5 \text{Па}$$

$$\mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$\frac{18}{35} p_0 V_0 = \frac{18}{35} p_1 V_1$, а значит изменилась ~~часть~~ часть ур-я.
(изотерм.)
Т.к. $R = \text{const}$; $T_0 = \text{const}$; $\mu = \text{const}$, то изменилась
масса газа. А масса газа могла меняться, только если
газ начал конденсироваться. А водяной пар способен
конденсироваться, только если он стал насыщен. А значит
после сжатия в сосуде будет насыщ. пар и капли воды.
Тогда $p_1 = p'$ - давление насыщ. пара.

Тогда $p_0 = p_1 / 1,8$; $p_0 = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{Па}}{1,8} = \frac{5}{18} \cdot 10^5 \text{Па} \approx 2,78 \cdot 10^4 \text{Па}$

Тогда $p_0 V_0 = \frac{m}{\mu} RT_0$

$$p_1 V_1 = \frac{18}{35} p_0 V_0 \Rightarrow p_1 V_1 = \frac{18}{35} \frac{m}{\mu} RT_0$$

$$V_1 = \frac{18 m R T_0}{35 \mu p_1}; V_1 = \frac{18 \cdot 32 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 354 \text{К}}{35 \cdot 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,5 \cdot 10^5 \text{Па}} =$$

$$= 0,005 \text{ м}^3 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Ответ: $p_0 = 2,78 \cdot 10^4 \text{Па}$

$$V_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

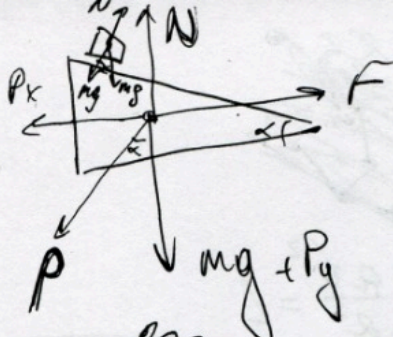
Часть 2

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

Шифр: **21204200**

ID профиля: **121964**

Вариант 1



$P_x = P \sin \alpha$
 $P = mg \cos \alpha$

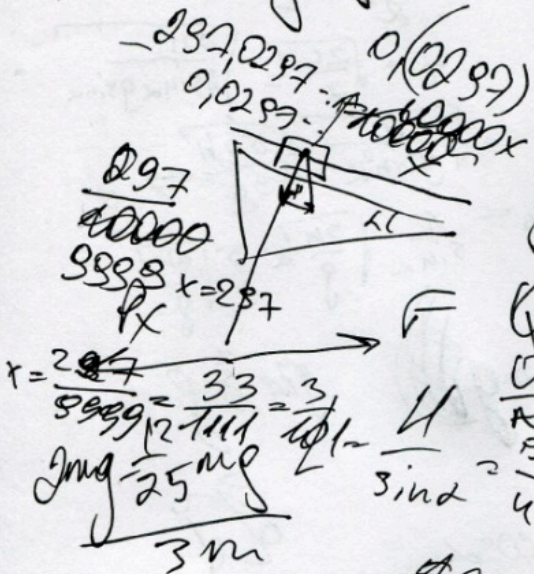
Упробна

$P_x = mg \cos \alpha \sin \alpha$ $\frac{x}{l} = 0,16$

$F - P_x = 3ma$ $b, (b) = P_x$ $(p-1)x = b$

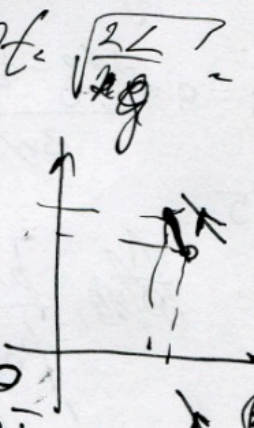
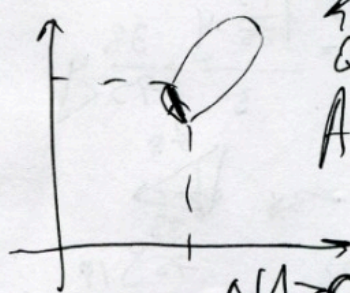
$a = \frac{F - P_x}{3m} = \frac{2mg - \frac{12}{25}mg}{3m} = \frac{31}{75}g$

$g \sin \alpha = a = \frac{31}{75}g$



$Q = \Delta U + A$
 $\frac{Q}{A} = \frac{\Delta U}{A} + 1$
 $\frac{Q}{A} = \frac{v_1^2}{2g} + 1$

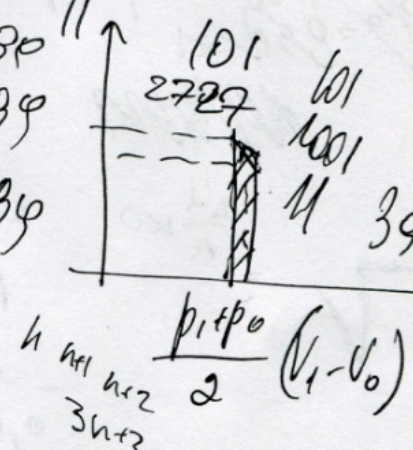
$A < 0$
 $Q < 0$
 $\frac{Q}{A} + 1 = \frac{v_1^2}{2g} + 1$



$\rho_0 V_0 = p_0 T_0$
 $\rho_1 V_1 = p_1 T_1$
 $Q = \Delta U + A T_1 = 1,0096 p_0 V_0$
 $A < 0$ $1,0096 p_0 V_0$ $g \sin \alpha$

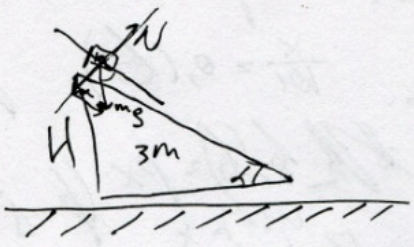
$T_1 = 1,0096 T_0 \Rightarrow$ Temp. gben. $1,0096 p_0 V_0$

$x = \frac{p-1}{3} = \frac{4}{3} = 1,33$
 $100a + w(a+1) + a + 2 = 111a + 12 = 3 \cdot (37a + 4)$



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

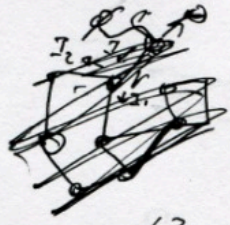
Упробук
N4



$$mg \sin \alpha = ma$$

$$a = g \sin \alpha$$

$$\frac{H}{\sin \alpha} = L$$

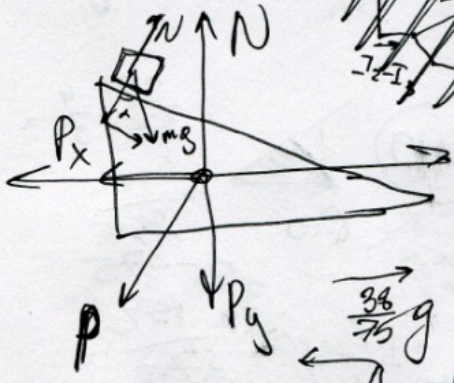


$$\frac{at^2}{2} = L$$

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

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

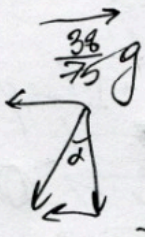
$$\frac{1}{\sin \alpha} \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$



$$P_x = F = a mg$$

$$mg \cos \alpha$$

$$P_x = P \sin \alpha = mg \sin \alpha \cos \alpha$$



$$\frac{F - P_x}{3m} = a = \frac{2mg - \frac{12}{25}mg}{3m} = \frac{13}{3}g = \frac{38}{75}g$$

$$p_1 = 1.02 p_0$$

$$V_1 = 0.99 V_0$$

N5

$$\frac{V_0}{V_1} \ll 1$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} J R \Delta T$$

$$Q = \Delta U + A$$

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

$$\frac{V_1}{V_0} \ll 1$$

$$\frac{0.01 V_0}{V_0} \ll 1$$

$$\frac{0.99 V_0}{V_0} = 0.99$$

$$\frac{\Delta U}{A} \ll 0$$

$$p_0 V_0 = J R T_0$$

$$p_1 V_1 = J R T_1$$

$$p_1 V_1 = 1.02 \cdot 0.99 p_0 V_0 = 1.0098 J R T_0$$

$$T_1 = 1.0098 T_0$$

$$0.98\%$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} J R \Delta T$$

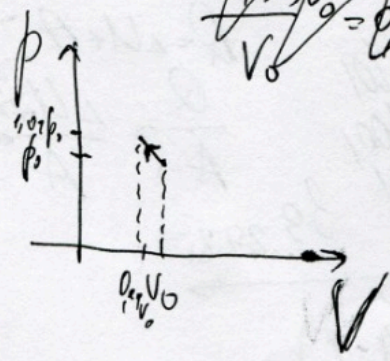
$$J R \Delta T = p_1 V_1 - p_0 V_0$$

$$\Delta U =$$

$$A = p_1 V_1 - p_0 V_0$$

$$1.01 p_0 \cdot 0.01 V_0 = 0.0101 p_0 V_0 = A$$

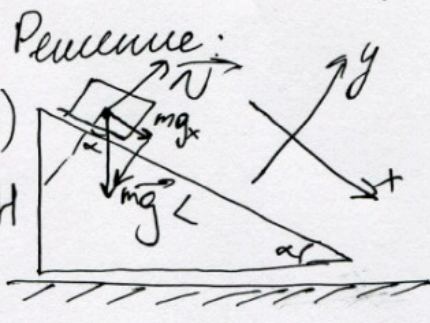
$$\frac{0.0098 p_0 V_0}{0.0101 p_0 V_0} + 1 \approx 2$$



N4

Дано:
 $\cos \alpha = \frac{4}{5}$
 $H, m; 3m$
 $F = 2mg$

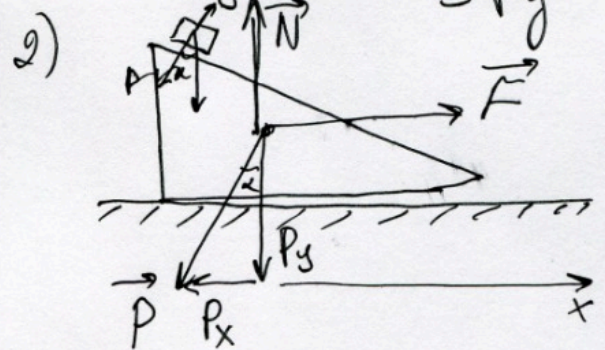
 $t_1 - ?$
 $a_k - ?$
 $t_2 - ?$



Если клин удерживается, и есть трение между клином и шайбой нет, т.к. поверхность клина гладкая, то вдоль оси Ox на шайбу действует

только сила mg_x ; $mg_x = mg \sin \alpha$. Т.к. $\cos \alpha = \frac{4}{5}$, то
 $\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{4^2}{5^2}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$
 тогда $ma = \frac{3}{5}mg \Rightarrow a = \frac{3}{5}g$
 Тогда $\frac{at_1^2}{2} = L$; $L = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{5}{3}H \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{10H}{3a}} = \sqrt{\frac{10H}{\frac{9}{5}g}} =$

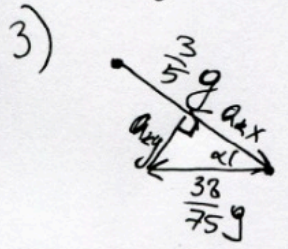
$= \sqrt{\frac{50H}{9g}} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$



Если на клин действовать с поставк. силой, он начнет двигаться вдоль оси Ox. Тогда вдоль оси Ox по 3-му закону Ньютона:

$3ma_k = F - P_x$; P - вес шайбы на клин, из в.д.и. $P = mg \cos \alpha$;
 $P_x = P \sin \alpha$. Тогда $P_x = mg \sin \alpha \cos \alpha$.

Тогда $a_k = \frac{F - P_x}{3m} = \frac{2mg - mg \sin \alpha \cos \alpha}{3m} = \frac{2g - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}g}{3} = \frac{38}{25}g = \frac{38}{75}g$



Разложим вектор ~~ускорения~~ ускорение клина на 2 компон., одна из которых идет вдоль движущей шайбы. Тогда $a_{kx} = a_k \cos \alpha = \frac{4}{5} \cdot \frac{38}{75}g = \frac{152}{375}g$.
 Тогда ускорение шайбы относительно клина будет:

$a' = \frac{38}{5}g - \frac{152}{375}g = \frac{225 - 152}{375}g = \frac{73}{375}g \approx 0,195g$

Тогда $t_2 = \sqrt{\frac{2L}{a'}} = \sqrt{\frac{10H}{3 \cdot a'}} = \sqrt{\frac{10H}{\frac{73}{125}g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 625H}{73g}} = 25 \sqrt{\frac{2H}{73g}}$

Ответ: $t_1 = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$; $t_2 = 25 \sqrt{\frac{2H}{73g}}$; $a_k = \frac{38}{75}g$

N5

Дано:
 $p_1 = 1,02 p_0$
 $V_1 = 0,98 V_0$

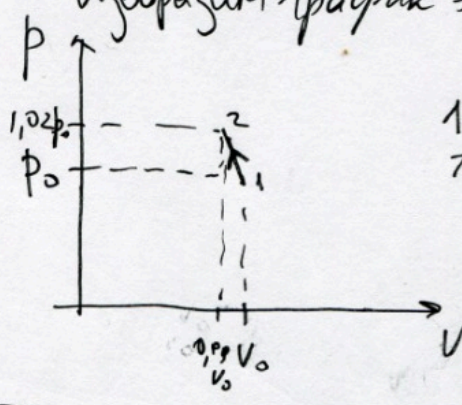
Решение: из ур-я Менг.-Клан.

$p_0 V_0 = \nu R T_0$
 $p_1 V_1 = \nu R T_1$; $p_1 = 1,02 p_0$; $V_1 = 0,98 V_0$

Тогда $p_1 V_1 = 1,02 \cdot 0,98 p_0 V_0 = 1,0098 p_0 V_0 = 1,0098 \nu R T_0 = \nu R T_1$

Тогда $T_1 = 1,0098 T_0$, т.е. температура увеличилась на 0,98%.

Изобразим график этого процесса в осях (p; V)



1 → 2 Т.к. в этом процессе относительные изменения давления, объёма и температуры намного меньше 1, то этот процесс можно считать, что идёт по прямой, ведь малые изменения искривлением увеличатся относительно.

Тогда работа газа будет численно равна площади под этим графиком, причём т.к. газ сжимали, то $A < 0$.

$A = - \frac{1,02 p_0 + p_0}{2} \cdot (V_0 - 0,98 V_0) = -1,01 p_0 \cdot 0,02 V_0 = -0,0202 p_0 V_0$

Из I начала термодинам.

$Q = \Delta U + A$; тогда $\frac{Q}{A} = \frac{\Delta U + A}{A} = \frac{\Delta U}{A} + 1$; $\Delta U = \nu R \Delta T = \nu R (T_1 - T_0) = \nu R T_1 - \nu R T_0 = p_1 V_1 - p_0 V_0 = 0,0098 p_0 V_0$

Тогда $\frac{Q}{A} = \frac{0,0098 p_0 V_0}{-0,0202 p_0 V_0} + 1 \approx 0,03$

Ответ: температура увеличится на 0,98%
 $\frac{Q}{A} \approx 0,03$.