Часть 1

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

Шифр: **21204634**

ID профиля: **836260**

Вариант 1

Чистовик Вариант 10-01 Часть 1

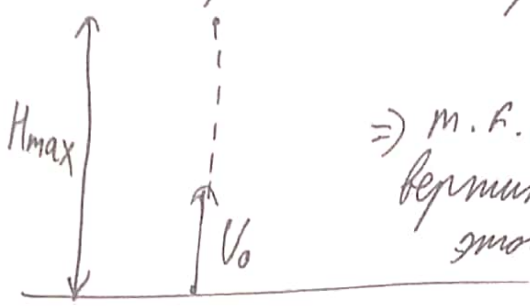
№ 1

Дано:
$H_{ст}$

Найти:
$t_{ст}$; V_0; S_1

Решение:

Рассмотрим 1ый шарик



⇒ т.к. H_{max} было достигнуто, то вертикальн скорость мячика в этот момент времени равна нулю ⇒

⇒ т.к. $g = const$, то $0 = V_0 - gt$, где t – время достижения H_{max} ⇒

$$\Rightarrow t = \frac{V_0}{g} \quad (1)$$

⇓

$$H_{max} = V_0 t - \frac{g t^2}{2} = \frac{V_0 V_0}{g} - \frac{g\left(\frac{V_0}{g}\right)^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g} \quad (2)$$

Рассмотрим шарики с момента броска второго:

Перейдем в С.О., падающую с $g\downarrow$ (без нач. ск) ⇒

⇒ т.к. ск 1ого мячика $= 0$, а второго V_0, то во время всего движения ~~акгуого~~ 1ый мяч – неподвижен, а второй движется равномерно и прямолинейно ⇒ 1

$$\Rightarrow V_0 t_{ст} = H_{max} \Rightarrow V_0 t_{ст} = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow t_{ст} = \frac{V_0}{2g} \quad (3)$$

Перейдем обратно в лаб. С.О. ⇒

$$\Rightarrow H_{ст} = V_0 t_{ст} - \frac{g t_{ст}^2}{2} = V_0 \frac{V_0}{2g} - \frac{g\left(\frac{V_0}{2g}\right)^2}{2} = \frac{V_0^2}{g}\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{8}\right) = \frac{V_0^2}{g}\frac{3}{8} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad V_0^2 = \frac{8gH_{cm}}{3} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{8gH_{cm}}{3}}$$

$$\Downarrow$$

$$t_{cm} = \frac{V_0}{2g} = \frac{\sqrt{\frac{8gH_{cm}}{3}}}{2g} = \sqrt{\frac{2H_{cm}}{3g}}$$

До столкновения первый мяч прошел путь

$$S_1 = 2H_{max} - H_{cm} = 2\frac{V_0^2}{2g} - H_{cm} =$$

$$= \frac{\sqrt{\frac{8gH_{cm}}{3}}^2}{g} - H_{cm} = \frac{8}{3}H_{cm} - H_{cm} = \frac{5}{3}H_{cm}$$

Ответ: $\sqrt{\frac{2H_{cm}}{3g}}$; $\sqrt{\frac{8gH_{cm}}{3}}$; $\frac{5}{3}H_{cm}$ 2

Чистовик

№ 2

Дано: $\omega, \rho, R, \alpha \ (tg\alpha = 2)$

Найти: $N_1; N_3$

Решение:

1) Если сосуд не вращается:

Шар неподв $\Rightarrow \sum \vec{F}_i = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ На ось X:

$N_2 \sin\alpha = 0 \Rightarrow$ т.к. $\sin\alpha \neq 0$ $(tg\alpha = 2)$, то $N_2 = 0$ (1)

На ось y:

$$F_A + N_1 - mg - \overset{=0}{N_2}\cos\alpha = 0$$

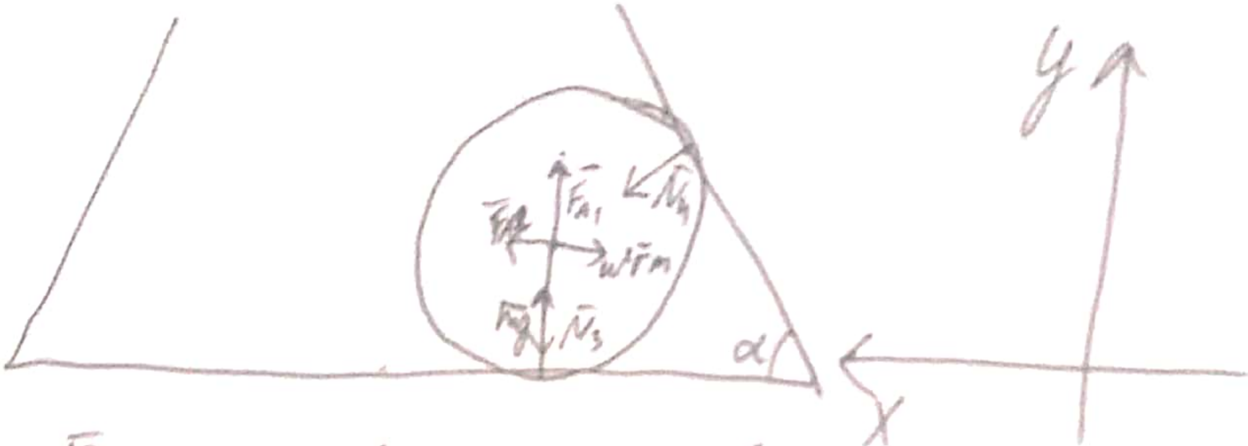
$\Downarrow$

$$N_1 = -F_A + mg = -\rho_в gV + \rho_ш gV = gV(\rho_ш - \rho_в) = g\cdot\frac{4}{3}\pi R^3(3\rho - \rho) =$$
$$= g\,\frac{4}{3}\pi R^3\cdot 2\rho = \frac{8}{3}g\pi R^3\rho.$$ — ответ

2) Сосуд вращается: ③

Перейдем в вращающуюся со ск ω С.О., тогда сосуд, вода в сосуде и шарик - неподвижны, но на шарик действует сила инерции => возникает дополнительная

F_{A2} - направленная в гориз.   Чистовик



$\bar{r}$ - радиус вектор от оси вращения до центра шарика => $r=2R$

Шарик неподвижен => $\sum F_i = 0$ =>

=> на ось X:

$N_4 \sin\alpha + F_{A2} - w^2 2Rm = 0$

$N_4 \sin\alpha = w^2 2Rm - \rho V g_н$

$N_4 \sin\alpha = w^2 2Rm - \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot w^2 2R$

$N_4 \sin\alpha = 2w^2R(m - \rho\frac{4}{3}\pi R^3) = 2w^2R(3\rho\frac{4}{3}\pi R^3 - \rho\frac{4}{3}\pi R^3)$

$N_4 \sin\alpha = 2w^2R(\frac{8}{3}\rho\pi R^3) = \frac{16}{3}w^2\pi R^4\rho$ (2)

$N_4 = \frac{16 w^2 \pi R^4 \rho}{3\sin\alpha}$ (2)

4

Чистовик

$\Sigma \overline{F_i} = 0$ на ось Y:

$$F_{A1} + N_3 - mg - N_4 \cos\alpha = 0$$

$$N_3 = mg + N_4 \cos\alpha - F_{A1}$$

$$N_3 = \frac{16 w^2 \pi R^4 \rho}{3 tg\alpha} + \frac{8}{3} g \pi R^3 \rho = \frac{8}{3}\pi R^3 \rho \left(\frac{2 w^2 R}{tg\alpha} + g\right) =$$

т.к. $tg\alpha = 2$

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

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

5

№ 3

Чистовик

Дано:

$m = 3г$;

$M = 18 г/моль$

$t = 81°C$

$\frac{V_1}{V_2} = 3,5$

$\frac{P_2}{P_1} = 1,8$

$P_{нп} = 0,5 \cdot 10^5 Па$

$R = 8,31 \frac{Дж}{моль\,К}$

Найти: P_1; V_2

Решение:

Предположим, что пар уже был насыщенным $\Rightarrow$

$\Rightarrow P = P_{нп} = const$, но это противоречит $\frac{P_2}{P_1} = 1,8 \Rightarrow$ предп неверно.

Предположим, что пар не достиг насыщенного состояния $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ ур-ия сост: $\nu_1 = \nu_2 = \nu$ (т.к. ничего не сконденсировалось)

$P_1V_1 = \nu RT_1$

$P_2V_2 = \nu RT_2$

$\Rightarrow$ т.к. $T_1 = T_2 = T = const$, то

$P_1V_1 = P_2V_2$

$\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = 1$, но

если поделить $\frac{V_1}{V_2} = 3,5$ на $\frac{P_2}{P_1} = 1,8$, то получим $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{3,5}{1,8} \neq 1 \Rightarrow$ противоречие $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ пар стал насыщенным между состояниями 1 и 2 $\Rightarrow$

$\Rightarrow P_2 = P_{нп} \Rightarrow P_1 = \frac{P_2}{1,8} = \frac{P_{нп}}{1,8} = 27,8 кПа$

6

~~Рассмотрим состояние 3, когда пар начал~~

Чистовик

Пар в сост 1 был ненасыщенным $\Rightarrow$

$\Rightarrow \nu_1 = \frac{m}{\mu} \Rightarrow$

$$P_1 V_1 = \frac{m}{\mu} R T \Rightarrow V_1 = \frac{1{,}8 \frac{m}{\mu} R T}{P_{нп}} \quad (1) \Rightarrow$$

$(T = t^\circ + 273 K)$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{3{,}5} = \frac{1{,}8}{3{,}5} \cdot \frac{mRT}{\mu P_{нп}} = 0{,}005\ м^3 = 5\ дм^3 = 5\ л$$

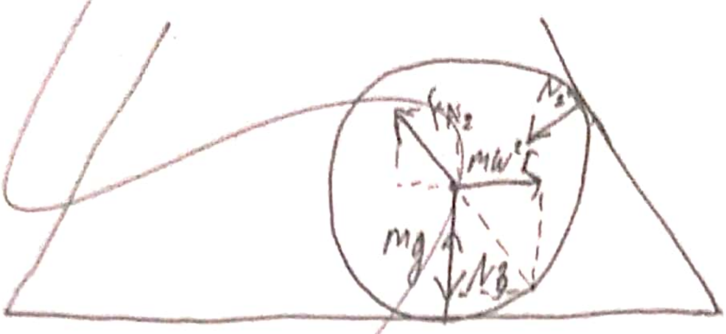
Ответ: ~~бв~~ 27,7 кПа, 5 л

7

перешел в насыщ сост $\Rightarrow$ Черновик

$\Rightarrow P_3 = P_2 = P_{НП}$, но до этого пар был ненасыщенным действует сила инерции

Черновик



Т.к. шарик неподвижен, то $F_u = const = w^2 r m$,
где r - расст от центра шара до оси вр $\Rightarrow$

$\Rightarrow r = 2R \Rightarrow F_u = 2w^2 Rm$ (1) $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ Введем $g_{эф} = \bar{g} + w^2 \bar{r}_1$, ($\bar{r}_1$ - радиус вектор от оси вр до центр ш) $\Rightarrow$

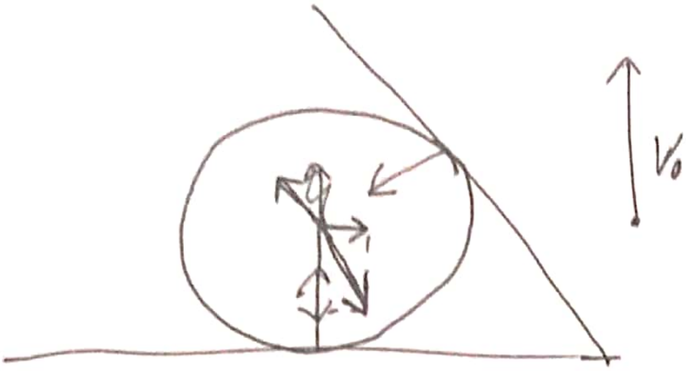
$\Rightarrow$ F_{A_2} будет напр против $g_{эф}$

$$g_{эф} = \sqrt{g^2 + w^4 r_1^2} = \sqrt{g^2 + 4w^4R^2} \Rightarrow$$

Черновик

$$\Rightarrow F_A = \rho \sqrt{g^2 + 4w^4R^2}\, \frac{4}{3} \pi R^3$$

$k =$ • Черновик



$t = \frac{V_0}{g} \Rightarrow$

$\Rightarrow H_п = \frac{V_0 \cdot V_0}{g} - \frac{g \cdot \left(\frac{V_0}{g}\right)^2}{2} =$

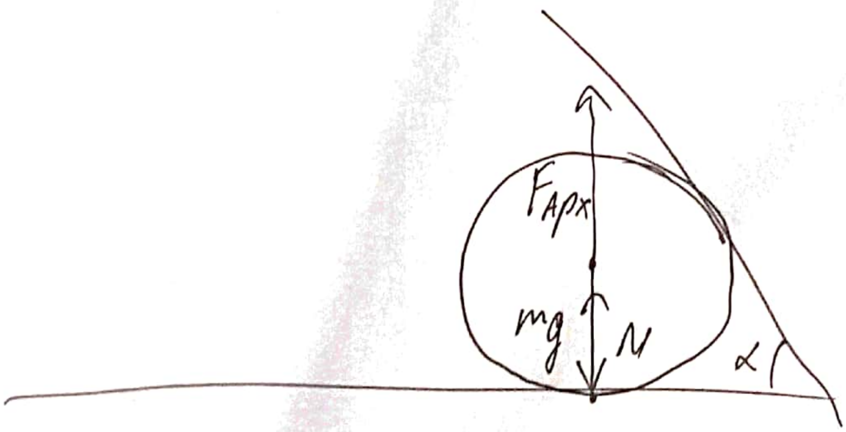
$= \frac{V_0^2}{2g}$

$\cancel{\frac{gt_1^2}{2}} +$ $V_0 t_1 = H_п \Rightarrow$

$\Rightarrow V_0 t_1 = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow t_1 = \frac{V_0}{2g}$

$H_{cm} = V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g V_0^2}{2 \cdot 4g^2} = \frac{V_0^2}{g}\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{8}\right) = \frac{V_0^2}{g} \frac{3}{8} \Rightarrow$

$\Rightarrow$



$N_1 = mg - F_{Apx} = 3\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g - \rho \frac{4}{3}\pi R^3 g =$

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

Часть 2

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

Шифр: **21204634**

ID профиля: **836260**

Вариант 1

Чистовик Вариант 10-01 Часть II

№4

Дано:

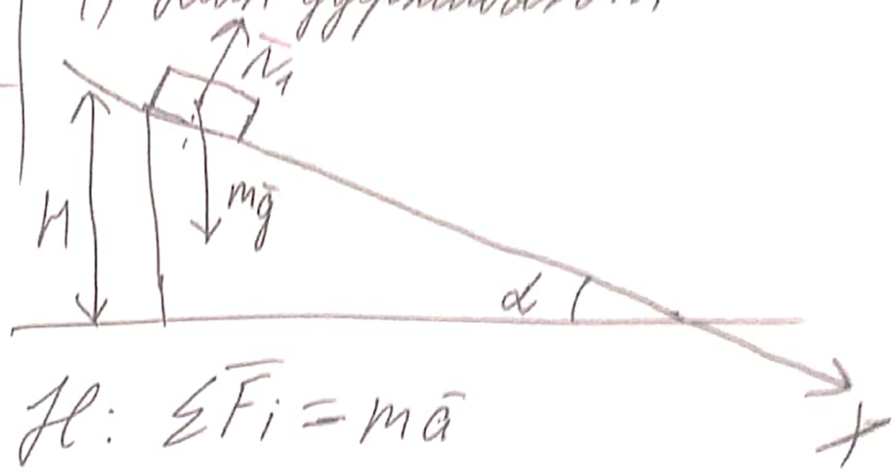
$\alpha\ (\cos\alpha = \frac{4}{5})$,

$H, m, 3m, F = 2mg$

Найти: $t_1; A; t_2$

Решение:

1) Клин удерживают



II з-н: $\Sigma \vec{F}_i = m\vec{a}$

⇓

на ось X для шайбы:

$mg\sin\alpha + 0 = ma_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow a_1 = g\sin\alpha$

Из прямоуг $\triangle \Rightarrow L = \frac{H}{\sin\alpha}$ — гипотенуза $\triangle$

За время t_1 шайба спустилась по клину ⇒

⇒ ~~шай~~ прошла расст L ⇒

$\Rightarrow L = \frac{H}{\sin\alpha} = V_0 t_1 + \frac{a_1 t_1^2}{2} = 0 + \frac{g\sin\alpha\, t_1^2}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow t_1^2 = \frac{2H}{g\sin^2\alpha}$ (1)

1

Чистовик

$\cos^2\alpha+\sin^2\alpha=1 \Rightarrow \sin^2\alpha=1-\cos^2\alpha=1-\left(\frac{4}{5}\right)^2=\frac{9}{25} \Rightarrow$

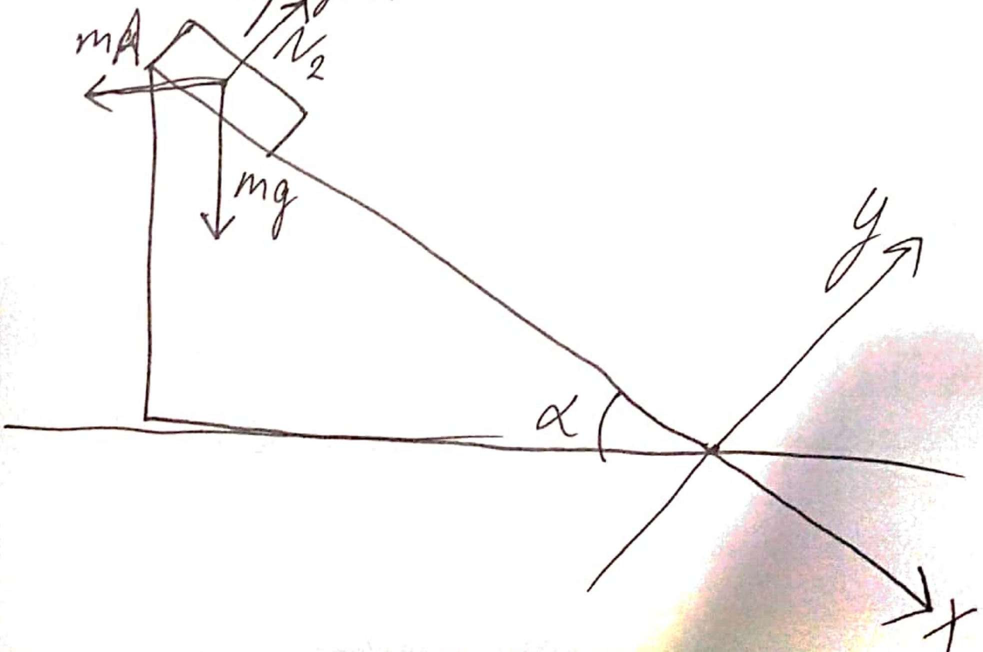
осн триг тожд

из (1)

$$\Rightarrow t_1^2=\frac{2H}{g\cdot\frac{9}{25}}=\frac{50H}{9\cdot g} \Rightarrow t_1=\sqrt{\frac{50H}{9g}}=\frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$$

2) ~~Как~~ На клин действуют с постоянной силой.

~~Пер~~ Т.к. мы знаем, что $A=const$, то перейдем в С.О. движ с $A \rightarrow$, тогда в этой С.О. (без нач.ск) клин покоится, а на шайбу действует доп сила инерции



Т.к. шайба движется вдоль клина, но в этой системе отсчета $a'_y = 0 \Rightarrow$ Чистовик

$\Rightarrow$ по II з. Н. на ось Y: $N_2 - mg\cos\alpha - mA\sin\alpha = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow N_2 = m(g\cos\alpha + A\sin\alpha)$ (2)

Перейдем в лаб С.О.:

II з. Н. для клина на гориз. ось:

$$F - N_2 \sin\alpha = MA$$

$$2mg - m(g\cos\alpha + A\sin\alpha)\sin\alpha = 3mA$$

$$2mg - mg\sin\alpha\cos\alpha = m(3A + A\sin^2\alpha)$$

$$2g - g\sin\alpha\cos\alpha = A(3 + \sin^2\alpha)$$

$$A = g\left(\frac{2 - \sin\alpha\cos\alpha}{3 + \sin^2\alpha}\right) = g\left(\frac{2 - \frac{3}{5}\cdot\frac{4}{5}}{3 + \frac{9}{25}}\right) = g\left(\frac{2 - \frac{12}{25}}{3 + \frac{9}{25}}\right) =$$

$$= g\left(\frac{\frac{38}{25}}{\frac{84}{25}}\right) = g\frac{38}{84} = g\frac{19}{42}.$$

Снова перейдем в ТУ систему отсчета:

II з. Н. для шайбы на ось X:

$$mg\sin\alpha - mA\cos\alpha = ma'_x$$

3

Чистовик

$$\begin{array}{r}\times 42 \\ 3 \\ \hline 126\end{array}$$

$$g\sin\alpha - \frac{19}{42} g\cos\alpha = a'_x$$

$\Downarrow$

$$a'_x = \left(\frac{3}{5} - \frac{19}{42}\cdot\frac{4}{5}\right)g = g\left(\frac{126-76}{5\cdot 42}\right) = g\frac{50}{5\cdot 42} = g\frac{5}{21}$$

$$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{a'_x t_2^2}{2} \Rightarrow t_2^2 = \frac{2H}{a'_x \sin\alpha} = \frac{2H}{g\frac{5}{21}\cdot\frac{3}{5}} = \frac{14H}{g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{14H}{g}}$$

Ответ: $\frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$; $\frac{19}{42}g$; $\sqrt{\frac{14H}{g}}$ 4

Чистовик

№5

Дано:

$\alpha = \frac{P_2 - P_1}{P_1} = 0,02$

$\gamma = \frac{V_1 - V_2}{V_1} = 0,01$

Найти:

$\beta = \frac{|T_1 - T_2|}{T_1}$;

$\frac{Q}{A}$

Решение:

$\alpha = \frac{P_2}{P_1} - \frac{P_1}{P_1} \Rightarrow P_2 = (\alpha + 1) P_1$ (1)

$\gamma = \frac{V_1}{V_1} - \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow V_2 = (1 - \gamma) V_1$ (2)

Ур-ие сост:

$P_1 V_1 = \nu R T_1$ (3)

$P_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow$ из (1) и (2)

$(\alpha + 1) P_1 (1 - \gamma) V_1 = \nu R T_2 \Rightarrow$ (4)

$\Rightarrow$ поделим (4) на (3):

$(\alpha + 1)(1 - \gamma) = \frac{T_2}{T_1}$

$\alpha + 1 = 1,02$

$1 - \gamma = 0,99 \Rightarrow (\alpha + 1)(1 - \gamma) > 1 \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} > 1 \Rightarrow T_2 > T_1 \Rightarrow T_2$ возросло.

$\beta = \frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{T_2}{T_1} - 1 = (\alpha + 1)(1 - \gamma) - 1 = 1,02 \cdot 0,99 - 1 = 0,0098 \Rightarrow$

$\Rightarrow T_2$ возросло на 0,98%

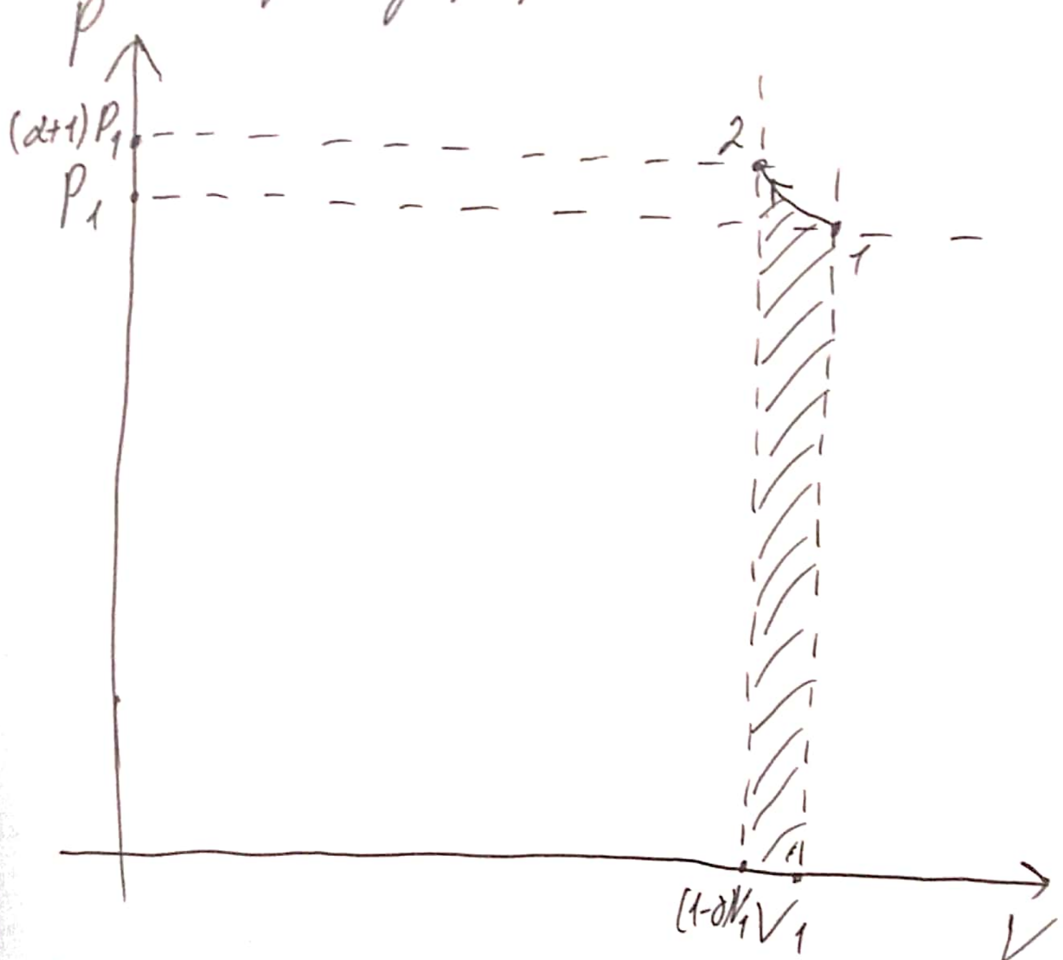
5

Чистовик

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

$$\Delta U = \frac{i}{2}\nu R \Delta T = \frac{i}{2}\nu R (T_2 - T_1) = \frac{i}{2}\nu R \beta T_1 = \frac{i}{2}\nu R\big((\alpha+1)(1-\gamma)-1\big)T_1 \quad (5)$$

A' - площадь под графиком PV



6

Мы не знаем, что за процесс 1-2, но видно, что т.к. $\alpha, \gamma \ll 1$, то площадь криволинейной трапеции $\simeq$ площади трапеции $\Rightarrow$

$$\Rightarrow A' \simeq -\big(P_1 + (\alpha+1)P_1\big)\big(V_1 - (1-\gamma)V_1\big)\frac{1}{2} = -P_1V_1 \cdot \frac{(\alpha+2)\gamma}{2} = -\nu R T_1 \frac{(\alpha+2)\gamma}{2} \quad (6)$$

Чистовик

$$\frac{Q}{A'} = \frac{\Delta U}{A'} + 1 = \frac{\frac{i}{2}\nu R T_1 \left((\alpha+1)(1-\gamma)-1\right)}{-\nu R T_1 \frac{(\alpha+2)\gamma}{2}} + 1 =$$

$$= \frac{-i\left((\alpha+1)(1-\gamma)-1\right)}{(\alpha+2)\gamma} + 1 = \frac{-3\left((0{,}02+1)(1-0{,}01)-1\right)}{\cancel{(\alpha+2)}(0{,}02+2)\cdot 0{,}01} + 1 =$$

$$= -1{,}46 + 1 = -0{,}46$$

Ответ: увелич на 9,98% ; $-0{,}46$

7

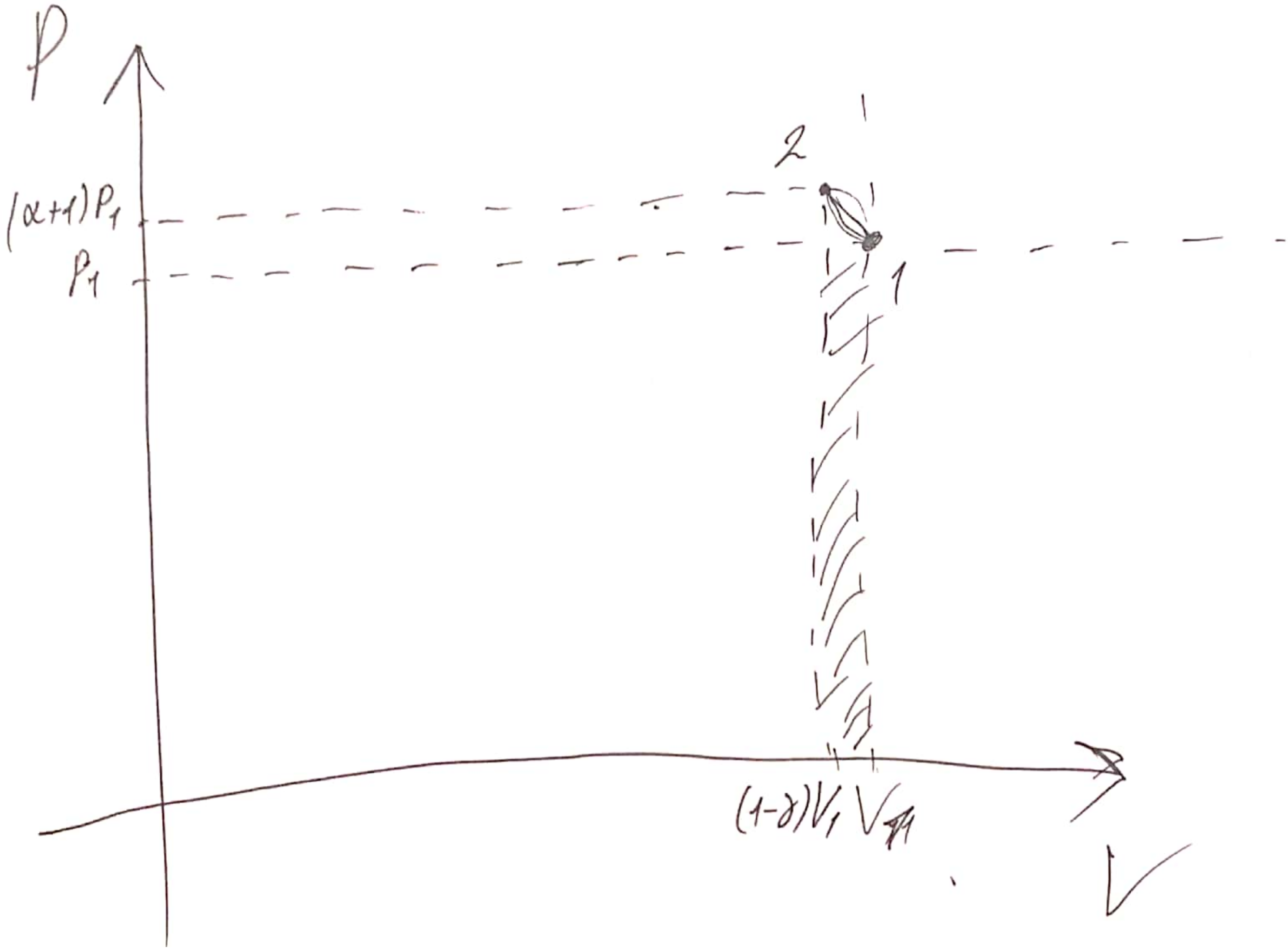
черновик

$Q = \Delta U + A'$

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

A'

$= \frac{i}{2} \nu R_0 T$



$A' = \frac{\gamma V_1 \cdot (\alpha+2) P_1}{2}$