Часть 1

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

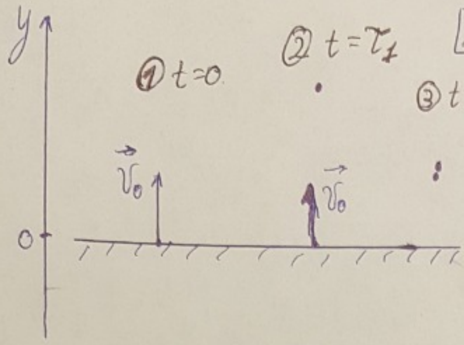
Шифр: **21204947**

ID профиля: **826317**

Вариант 2

Чистовик, 1 Физика, 10 кл.

№1



При некотором $t=0$, мальчик подкинул первый мяч. Он достигнет наивысшей точки своей траектории через $\tau_1 = \frac{v_0}{g}$, где g – ускорение свободного падения.

По прошествию времени τ от броска первого мячика, оба мяча столкнутся.

Запишем уравнения движения мячей:

$y(t) = h_0 + \vec{v_0}t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$ – общий вид.

$$\begin{cases} y_1(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \text{ – для первого мяча} \\ y_2(t) = v_0(t-\tau_1) - \frac{g(t-\tau_1)^2}{2} \text{ – для второго} \end{cases}$$

Очевидно, для второго мяча, $t \geq \tau_1$

Теперь приравняем и найдем время полета первого мяча до столкновения:

$y_1(\tau) = y_2(\tau)$

$$\cancel{v_0\tau} - \cancel{\frac{g\tau^2}{2}} = \cancel{v_0\tau} - v_0\tau_1 - \cancel{\frac{g\tau^2}{2}} - \frac{g\tau_1^2}{2} + g\tau\tau_1$$

$$v_0\tau_1 + \frac{g\tau_1^2}{2} = g\tau\tau_1$$

$$v_0 + \frac{g\tau_1}{2} = g\tau \Rightarrow \tau = \frac{2v_0 + g\tau_1}{2g} = \frac{2v_0 + g\cdot\frac{v_0}{g}}{2g} = \frac{3}{2}\frac{v_0}{g} = \boxed{1{,}5\frac{v_0}{g}}$$

второй мяч от начала своего движения до столкновения соответственно летел: $\tau' = \tau - \tau_1 = 1{,}5\frac{v_0}{g} - \frac{v_0}{g} = 0{,}5\frac{v_0}{g}$.

Тогда, $\frac{\tau}{\tau'} = \frac{1{,}5\frac{v_0}{g}}{0{,}5\frac{v_0}{g}} = \boxed{3}$

Найдем высоту столкновения мячей:

$$h = y_1(\tau) = 1{,}5\frac{v_0^2}{g} - \frac{g\cdot 2{,}25 v_0^2}{2g^2} = \frac{v_0^2}{g}(1{,}5 - 1{,}125) = 0{,}375\frac{v_0^2}{g}$$

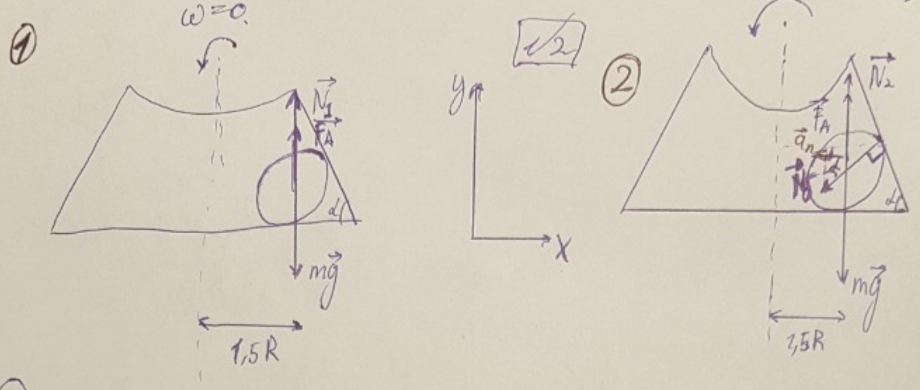
Ответ: 1) $\tau = 1{,}5\frac{v_0}{g}$

2) $\frac{\tau}{\tau'} = 3$

3) $h = 0{,}375\frac{v_0^2}{g}$

Чистовик, ② Физика, 10 кл.

1/2



(I) Сначала найдем силу N_1. Если сосуд не будет вращаться, то, очевидно, никакая сила не будет вдавливать шар в стену. Тогда на него будут действовать исключительно вертикальные силы.

По II з-ну Ньютона:

$m\vec{a_1} = \vec{N_1} + \vec{F_A} + m\vec{g}$; в проекции на ось OY: ~~m~~ $0 = N_1 + F_A - mg$.

где $a_1 = 0$.

$$N_1 = mg - F_A$$

F_A - это сила Архимеда. По определению, $F_A = \rho g \cdot V = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g$

$m = 6\rho V = 6\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = 8\rho\pi R^3$ – масса шара.

$N_1 = 8\pi R^3 \rho g - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g = \pi R^3 \rho g\left(8 - \frac{4}{3}\right) = \boxed{\frac{20}{3}\pi R^3 \rho g}$

(II) Теперь найдем силу N_2. Если сосуд будет вращаться, то ~~его~~ шар силой инерции прижмет к правой по рисунку стенке. Поэтому стенка будет оказывать на шар некоторое усилие $N_б$

Запишем II з-н Ньютона:

$m\vec{a_2} = \vec{F_A} + \vec{N_2} + \vec{N_б} + m\vec{g}$. В проекциях на оси координат:

$$\begin{cases} OX: & ma_2 = N_б \sin\alpha \\ OY: & 0 = F_A + N_2 - N_б\cos\alpha - mg \end{cases}$$

, где $a_2 = a_n = \omega^2 \cdot 1{,}5R$ – нормальное ускорение шара;

$N_б = \frac{ma_n}{\sin\alpha} = \frac{6\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \omega^2 \cdot 1{,}5R}{\sin\alpha} = \frac{8\pi R^4 \rho \omega^2 \cdot 1{,}5}{\sin\alpha}$

$N_2 = N_б\cos\alpha + mg - F_A = \frac{8\pi R^4 \rho\omega^2 \cdot 1{,}5\cos\alpha}{\sin\alpha} + 8\pi R^3 \rho g - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g =$

$= 8\pi R^4 \rho \omega^2 \cdot \frac{1{,}5}{\operatorname{tg}\alpha} + \frac{20}{3}\pi R^3 \rho g = \boxed{\pi R^3 \rho\left(\frac{20}{3}g + 8\omega^2 R\right)}$

~~Ответ~~

Чистовик, 3 Физика, 10 кл

$\boxed{N2}$ (вторая часть)

Мы нашли силы N_1 и N_2 – силы, с к-рыми дно сосуда действует на шар. А нужно найти силы, с к-рыми шар действует на дно сосуда. Очевидно, эти силы равны по модулю и противоположны по направлению тем, к-рые мы нашли (по III з-ну Ньютона).

Ответ: $N_1 = \frac{20}{3}\pi R^3 \rho g$

$N_2 = \pi R^3 \rho \left(\frac{20}{3} g + 8\omega^2 R\right)$

21204947 (U826317 M1281723)

Чистовик, 4 Физика, 10 кл

№3

Запишем ур-е Менделеева-Клапейрона:

$p_i V_i = \frac{m_i}{\mu} RT$; $\varphi = \frac{p_i}{p_н}$ - определение относительной влажности воздуха.

Для насыщенного пара:

$p_н V_1 = \frac{m_н}{\mu} RT$, $\frac{V_i}{m_i} = \frac{RT}{\mu p_н} = const$ для насыщенного пара постоянной темп-ры.

Второе состояние нашего газа — насыщенный пар, поэтому

$p_2 = p_н = 0,5 \cdot 10^5$ Па; $p_1 \approx \frac{0,5 \cdot 10^5}{3,6} \approx 1,4 \cdot 10^4$ (Па)

$m_1 = \frac{p_1 V_1 \mu}{RT}$; $m_1 = \frac{1,4 \cdot 10^4 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 0,018}{8,31 \cdot 354} \approx 0,15$ (г)

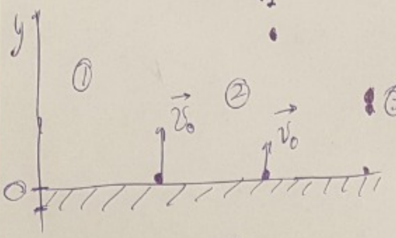
Ответ: $m_1 \approx 0,15$ г

$p_1 \approx 1,4 \cdot 10^4$ Па.

① Черновик.

Физика, 10 кл.

№1



$y_1(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$; $y_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$; $\tau_1 = \frac{v_0}{g}$

$y_1(\tau_1) = \frac{v_0^2}{2g}$

$y_2(t) = v_0(t-\tau_1) - \frac{g(t-\tau_1)^2}{2}$

$v_0 t - \frac{gt^2}{2} = v_0(t-\tau_1) - \frac{g(t-\tau_1)^2}{2}$

$-\frac{gt^2}{2} = -v_0\tau_1 - \frac{gt^2}{2} - \frac{g\tau_1^2}{2} + gt\tau_1$

$v_0\tau_1 + \frac{g\tau_1^2}{2} = gt\tau_1$

$v_0 + \frac{g\tau_1}{2} = gt$; $t = \frac{2v_0 + g\tau_1}{2g} = \frac{2v_0 + v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g} = \boxed{1{,}5\frac{v_0}{g}}$

$t - \tau_1 = 0{,}5\frac{v_0}{g}$

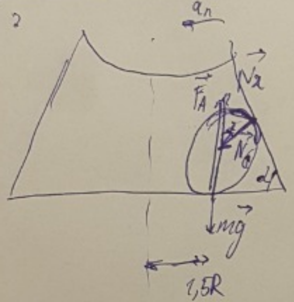
$\alpha = \frac{1{,}5}{0{,}5} = \boxed{3}$

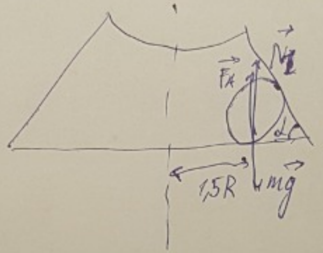
$y_1(t) = v_0 \cdot \frac{1{,}5 v_0}{g} - \frac{g \cdot 2{,}25 v_0^2}{2g^2} =$

$= \frac{v_0^2}{g}(1{,}5 - 1{,}125) =$

$= \boxed{0{,}375\frac{v_0^2}{g}}$

$\omega; \rho; 6\rho; R; 1{,}5R; tg\alpha = 1{,}5$





$F_A + N_1 = mg$.

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

$N_1 = 6\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g =$

$= 8\rho\pi R^3 g - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g = \boxed{\frac{32}{3}\rho g\pi R^3}$

$m\omega^2 \cdot 1{,}5R = N_б \sin\alpha$

$\boxed{N_б = \frac{1{,}5 m\omega^2 R}{\sin\alpha}}$

$F_A + N_2 = mg + N_б \cos\alpha$

$\frac{4}{3}\pi R^3 \rho g + N_2 = 6\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g + \frac{1{,}5 m\omega^2 R}{tg\alpha}$;

$\frac{4}{3}\pi R^3 \rho g - 12\pi R^3 \rho g - \frac{1{,}5 \cdot 12\pi R^3 \rho\, \omega^2 R}{tg\alpha} = -N_1$;

$N_1 = \cancel{\frac{32}{3}\rho g\pi R}\ \frac{32}{3}\pi R^3 \rho g + 12\pi R^4 \rho\omega^2 = \pi R^3 \rho\left(\frac{32}{3}g + 12R\omega^2\right)$

!!!!!!!

III з-н Ньютона

② Черновик

$\varphi = \frac{p_i}{p_н} = \frac{n_i}{n_н} = \frac{N_i}{V_i}\frac{V_н}{N_н}$

Физика, 10 класс.

$Q = A$

$T = T_1 = T_2 = 354 K$

$V_2 = \frac{V_1}{7}$

$V_2 = 1{,}7$ л

$p_2 = 3{,}6 p_1$

$p_н = 0{,}5 \cdot 10^5$ Па

$\mu = 18$ г/моль

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль К}$

$p_1 - ?$ $m_1 - ?$

$pV = \frac{m}{\mu}RT$

$\begin{cases} p_1V_1 = \frac{m_1}{\mu}RT \\ p_2V_2 = \frac{m_2}{\mu}RT \end{cases}$

$\Delta pV = \Delta m \frac{RT}{\mu}$

$\frac{p_1}{p_2}\frac{V_1}{V_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{7}{36} = \frac{70}{36} = \frac{35}{18}$

$\frac{p_1}{p_н} = \frac{V_1}{V_н} = \frac{n_1}{n_н}$

$\rho_н = \frac{p_н \mu}{RT}.$

$p_1 = \frac{1}{3}\rho_1 \overline{v_1}^2$; $\frac{p_2}{p_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} = 3{,}6$

$p_2 = \frac{1}{3}\rho_2 \overline{v_2}^2$

$p_н V_1 = \frac{m_н}{\mu}RT$

$m_н = \frac{p_н V_1 \mu}{RT}$;

$m_н = \frac{0{,}5 \cdot 10^5 \cdot 10^{-3} \cdot 7 \cdot 1{,}7 \cdot 0{,}018}{8{,}31 \cdot 354} = \frac{10{,}71}{8{,}31 \cdot 354} = \frac{10{,}71}{2941{,}74} = 0{,}00364$ (кг) $= 3{,}64$ (г)

$\frac{m_2}{m_1} = \frac{18}{35}$;

$\frac{V_1}{m_1} = \frac{RT}{p_1\mu}$

$\frac{0{,}04284 \cdot 10}{2941{,}74} =$

Часть 2

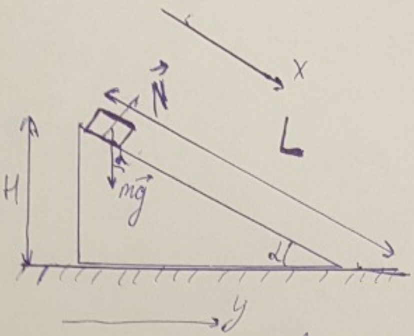
Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21204947**

ID профиля: **826317**

Вариант 2

Чистовик, ① Физика, 10 кл.



$\boxed{№4}$

1) По II з-ну Ньютона для бруска:

$m\vec{a_1} = m\vec{g} + \vec{N}$; в проекции на ось OX:

$ma_1 = mg\sin\alpha$

$a_1 = g\sin\alpha$.

В процессе скатывания бруска по поверхности клина, действующие силы не изменятся, поэтому $a_1 = g\sin\alpha = const$.

$\sin\alpha = \frac{H}{L}$ (см. рис.)

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

Брусок движется равноускоренно, посему:

$L = \frac{a_1\tau_1^2}{2} \Rightarrow \tau_1 = \sqrt{\frac{2L}{a_1}} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}} = \frac{1}{\sin\alpha}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$; $\boxed{\tau_1 = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}} \approx 1{,}77\sqrt{\frac{H}{g}}$

2) По II з-ну Ньютона для „клина – груза" (их системы):

OY: $(m+2m)A = F \Rightarrow 3mA = mg \Rightarrow \boxed{A = \frac{g}{3}}$ – ускорение клина.

3) В таком случае, перейдя в НИСО клина, получим два ускорения, действующих на брусок:

В таком случае, ~~горизон~~ проекция полного ускорения бруса на OX равна:

$a_{2x} = a_1 - A\cos\alpha = g\sin\alpha - \frac{g}{3} = g\left(\frac{4}{5} - \frac{1}{3}\right) = \frac{7}{15}g$.

По аналогии с первым пунктом:

$L = \frac{a_{2x}\tau_2^2}{2} \Rightarrow \tau_2 = \sqrt{\frac{2L}{a_{2x}}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{7}{15}g\cdot\frac{4}{5}}} = \boxed{\sqrt{\frac{150H}{28g}}} \approx 2{,}3\sqrt{\frac{H}{g}}$

Ответ: 1) $\tau_1 = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

2) $A = g/3$

3) $\tau_2 = \sqrt{\frac{150H}{28g}}$

Чистовик, 6 Физика, 10 кл.

$\boxed{№5}$

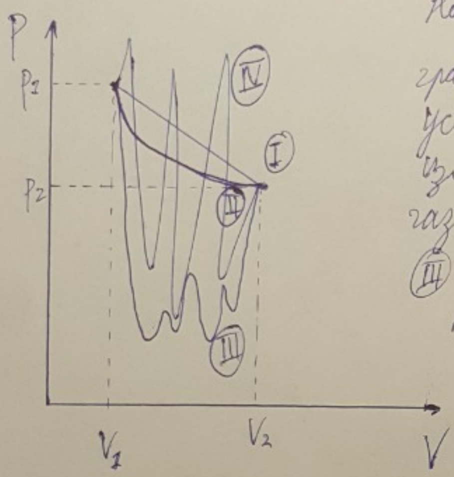
Из условия получаем: $\frac{p_2}{p_1}=0,99;\ \frac{V_2}{V_1}=1,02.$

1) Запишем ур-е Клапейрона, т.к. масса газа в этом процессе постоянна.

$$\frac{p_1V_1}{T_1}=\frac{p_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1}=\frac{p_2}{p_1}\frac{V_2}{V_1};\quad \frac{T_2}{T_1}=0,99\cdot 1,02=1,0098\approx 1,01.$$

Т.е. темп-ра газа увеличилась на 1%

2)



На ~~графике~~ рисунке (схематично) представлены возможные графики процессов данной задачи. В условии сказано считать относительные изменения макроскопических параметров газа очень маленькими. Поэтому процессы III и IV нам не подходят, как и все остальные процессы с довольно большим разбросом величин.

Т.к. $\Delta P \ll P_1, P_2$, то работа в данном правильном процессе может быть вычислена приблизительно по формуле:

$A=\frac{p_1+p_2}{2}(V_2-V_1)$ - площадь трапеции.

Тогда, $A=\frac{p_1+0,99p_1}{2}\cdot(1,02V_1-V_1)=\frac{1,99}{2}\cdot 0,02\,p_1V_1=0,0199\,p_1V_1\approx 0,02\,p_1V_1;$

Чтобы доказать, что работа ~~изменения~~ изменилась не сильно от этого значения, примем расширение газа изотермическим (процесс II).

Тогда, $A=\sum p_i(\Delta V)_i=\int_{V_1}^{V_2}p\,dV=\nu RT_1\int_{V_1}^{V_2}\frac{dV}{V}=\nu RT_1\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)=p_1V_1\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)=$

$=\ln(1,02)\,p_1V_1\approx 0,0198\,p_1V_1\approx \underline{0,02\,p_1V_1}$

Как нетрудно заметить, работа газа практически не изменилась, посему примем $A=0,02\,p_1V_1$. Запишем первое начало термодинамики:

$Q=\Delta U+A;\ \frac{Q}{\Delta U}=1+\frac{A}{\Delta U};\ \Delta U=\frac{i}{2}\nu R(\Delta T)=\frac{3}{2}\nu R(1,01T_1-T_1)\approx 0,015\,\nu RT_1$

$\frac{Q}{\Delta U}=1+\frac{0,02\,\nu RT_1}{0,015\,\nu RT_1}\approx 1+\frac{20}{15}\approx\boxed{\frac{7}{3}}$. Ответ: 1) Увеличилась на 1%
2) $\frac{7}{3}$

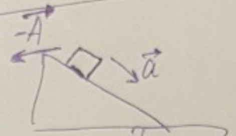
Физика, 10 кл. Черновик ①

№1

$M; m; 2m; \cos\alpha = 3/5$ ① $a = g\sin\alpha$; $\sin\alpha = \frac{H}{L}$; $L = \frac{H}{\sin\alpha}$

$\boxed{\tau_1 - ?\ A - ?\ \tau_2 - ?}$ $L = \frac{a\tau_1^2}{2}$; $\tau_1 = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}} = \frac{1}{\sin\alpha}\sqrt{\frac{2H}{g}} \approx$

$\sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$ $\boxed{\tau_1 = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}}$



$3mA = mg$; $\boxed{A = \frac{g}{3}}$

$a_э = a - A = \frac{4}{5}g - \frac{1}{3}g = g\frac{12-5}{15} = \boxed{\frac{7}{15}g}$

$L = \frac{a_э\tau_2^2}{2}$; $\tau_2 = \sqrt{\frac{2L}{a_э}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{7}{15}g\cdot\frac{4}{5}}} = \sqrt{\frac{150H}{28g}} \approx 2{,}3\sqrt{\frac{H}{g}}$

$\boxed{T \uparrow \text{ на } 1\%}$

$i = 3$.

$\frac{p_2}{p_1} = 0{,}99$

$\frac{V_2}{V_1} = 1{,}02$

$\frac{T_2}{T_1} - ?$

$\alpha = \frac{Q}{\Delta U} - ?$

$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$; $\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1}\frac{V_2}{V_1} = 0{,}99 \cdot 1{,}02 \approx 1{,}01$

$Q = \Delta U + A$; $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}\nu R \cdot 0{,}01T_1 =$

$p\Delta V + V\Delta p = \nu R\Delta T$ $= 0{,}015\nu RT_1$

$\frac{Q}{\Delta U} = 1 + \frac{A}{\Delta U}$ $\Delta U = \frac{3}{2}A$ $p = \frac{\nu RT}{V}$

~~$U_1 + A_{вн} = U_2 + Q$~~

$T = T_1\frac{pV}{p_1V_1} =$

$A = \sum p_i(\Delta V)_i = \int_{V_1}^{V_2}\frac{\nu RT_1}{V}dV =$ $= \frac{T_1\nu RT}{p_1V_1}$

$= \nu RT_1\ln(V_2/V_1) \approx 0{,}02\nu RT_1 = 0{,}02p_1V_1$

$\boxed{\ln(1+\alpha) \approx \alpha,\ \alpha \to 0}$

$pV = \nu RT$

$(p+\Delta p)(V+\Delta V) = \nu R(T+\Delta T)$

$pV + p\Delta V + V\Delta p = \nu RT + \nu R\Delta T$

$p + \Delta p\frac{V}{\Delta V} = \nu R\frac{\Delta T}{\Delta V}$

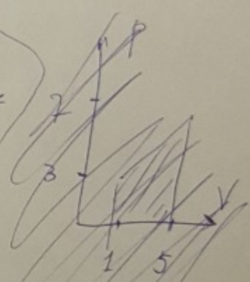
$\frac{p}{\Delta p} + \frac{V}{\Delta V} = \nu R\frac{\Delta T}{\Delta V\Delta p}$

$\frac{p_2}{p_2 - p_1} + \frac{V_2}{V_2 - V_1} = \nu R$

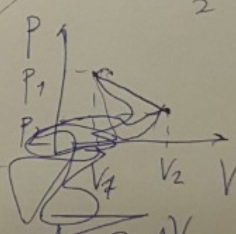
$\frac{0{,}99p_1}{-0{,}01p_1} + \frac{1{,}02V_1}{0{,}02V_1} = \nu R\frac{0{,}01T_1}{0{,}02V_1 \cdot 0{,}01p_1}$

$99 - 51 = \nu R\frac{T_1}{0{,}02V_1p_1}$

$\nu RT_1 = 0{,}96p_1V_1$ $100 - 50$



$\frac{3+7}{2}\cdot 4 = 20$.



$A = \frac{p_1+p_2}{2}(V_2 - V_1) =$

$= \frac{1{,}99p_1 \cdot 0{,}02V_1}{2}$

$= 0{,}0199p_1V_1 \approx \boxed{0{,}02p_1V_1}$

$0{,}02p_1V_1 = \nu R \cdot 0{,}01T_1 =$

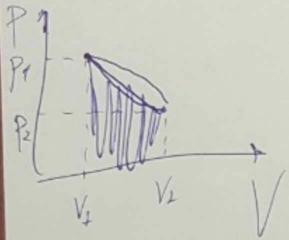
$= 0{,}02\nu RT_1$

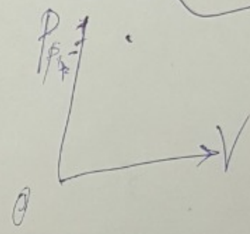
$\alpha = 1 + \frac{0{,}02}{0{,}015} = \boxed{\frac{7}{3}}$

Черновик, (2)

$\nu R T_1 = p_1 V_1$; $Q = \Delta U + A$

$\alpha = \frac{Q}{\Delta U} = 1 + \frac{A}{\Delta U}$; $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R \cdot 0{,}01 T_1 = 0{,}015 \nu R T_1$





$A \approx \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1)$