Часть 1

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

Шифр: **21205265**

ID профиля: **126596**

Вариант 1

Вариант 10-01. Чистовик 1

№1

Дано:

$v_1 = v_2 = v_0$

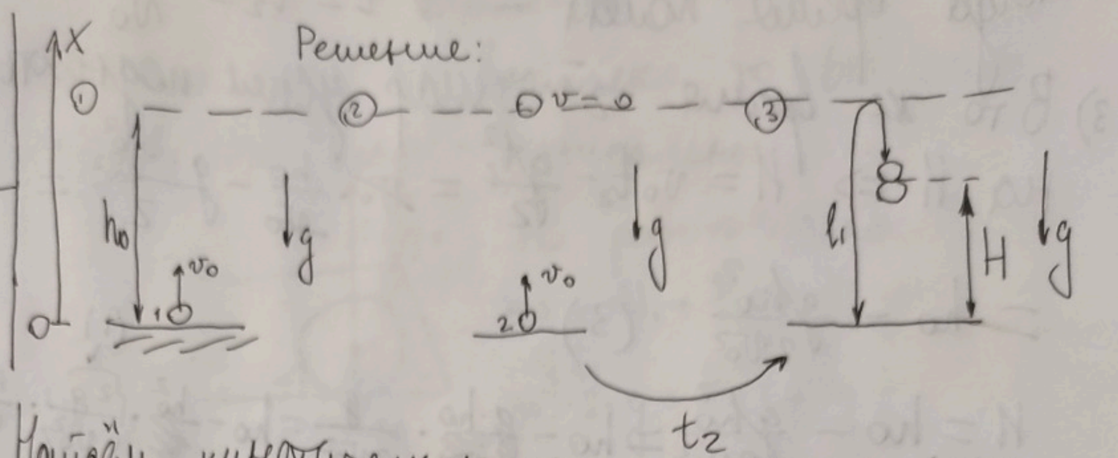
H, g

$t_2 - ?$

$v_0 - ?$

$l_1 - ?$

Решение:



1) Найдём кинетическую энергию шара при старте: $W_k = \frac{mv_0^2}{2}$, m – масса шара.

При этом его движение описывается по закону:

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

Энергия шара в верхней точке траектории – потенциальная, $W_п = mgh_0$

Закон сохранения энергии: $W_1 = W_2$

$W_k = W_п$

$\frac{mv_0^2}{2} = mgh_0$

(1) $h_0 = \frac{v_0^2}{2g} \Leftrightarrow v_0^2 = 2gh_0$.

2) Рассмотрим движение мячей друг от-но друга с момента броска 2 мяча:

Их скорости: $v_1 = -gt$ | тогда $v_{1-2} = v_2 - v_1 = v_0$. (2)

$v_2 = v_0 - gt$ | от-но друг друга

шары движутся равномерно.

21205265 (U126596 M1281153)

Чистовик 2

Тогда время полёта — $\tau = t_2 = \frac{h_0}{v_0}$.

3) В то же время 2й шар успел подняться на $H_1 \Rightarrow H = v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = \cancel{v_0} \cdot \frac{h_0}{\cancel{v_0}} - g \cdot \frac{\frac{h_0^2}{v_0^2}}{2} =$

$= h_0 - \frac{g h_0^2}{2 v_0^2}$ (3)

$H = h_0 - \frac{g h_0^2}{2 v_0^2} = h_0 - \frac{g \cdot h_0}{\cancel{2}} \cdot \frac{g}{2 v_0^2} = h_0 - \frac{h_0^2}{\cancel{2}} \cdot \left(\frac{2g}{v_0^2}\right) \cdot \frac{1}{4} =$ (1)

$= h_0 - \frac{h_0^2}{\cancel{2}} \cdot \frac{1}{h_0} \cdot \frac{1}{4} = h_0 - \frac{h_0}{4} = \cancel{\frac{3 h_0}{4}} = \frac{3 h_0}{4}$

$\boxed{h_0 = \frac{4H}{3}}$

4) $h_0 = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{4H}{3}$

$v_0^2 = \frac{8gH}{3} \Rightarrow$ $\cancel{\boxed{v_0 = \sqrt{\frac{gH}{7}}}}$ $\boxed{v_0 = 2\sqrt{\frac{2gH}{3}}}$

5) $t_2 = \frac{h_0}{v_0} = \frac{\frac{H \cdot 4^2}{3}}{\sqrt{\frac{2gH}{3}} \cdot 2} = \frac{H \cdot 2}{3\sqrt{\frac{2gH}{3}}} = \frac{H\sqrt{2}}{\sqrt{3g} \cdot \sqrt{H}} = \frac{\sqrt{2H}}{\sqrt{3g}} = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$

$\boxed{t_2 = \sqrt{\frac{2H}{3g}}}$

6.) $l_1 = h_0 + (h_0 - H) = 2h_0 - H = \frac{2 \cdot 4H}{3} - H = \cancel{\frac{16H}{7} - \frac{7H}{7}} =$

$= \cancel{\frac{9H}{7}}$ $= \frac{8H}{3} - H = \frac{5H}{3}$ $\boxed{l_1 = \frac{5H}{3}}$

$\cancel{\boxed{l_1 = \frac{9H}{7}}}$

Ответ: $t_2 = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$

$v_0 = 2\sqrt{\frac{2gH}{3}}$

$l_1 = \frac{5H}{3}$

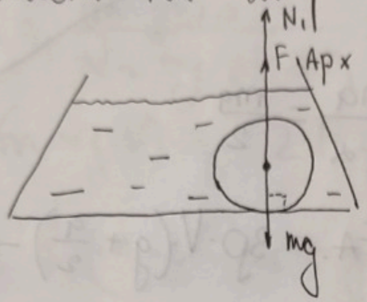
№2 Чистовик 3

Дано:
ω
ρ
$\rho_ш = 3\rho$
R
$l = 2R$
$\alpha \Rightarrow tg\alpha = 2$
$\mu = 0$

N_1 — ?
N_2 — ?

Решение:

1) Если сосуд не вращается, то все силы, действ. на шар – вертикальны.



Усл. равновесия:

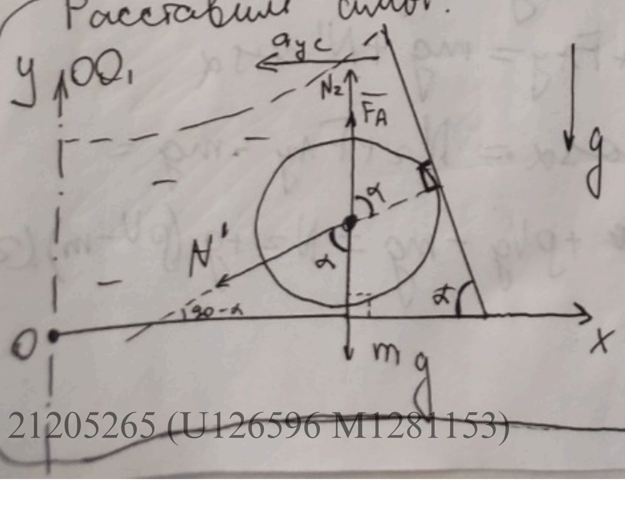
$$mg = N_1 + F_{Арх}$$
$$3\rho \cdot V \cdot g = N_1 + \rho V g$$
$$N_1 = 2\rho V g$$

$$N_1 = 2\rho V g = 2\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot g = \frac{8\pi\rho R^3 g}{3}$$

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

2) если сосуд вращается, значит возникают какие-то горизонтальные силы ~~скомпенсировано~~, такие что ~~шары~~ обеспечивают $a_{ц-с}$ и в то же время не дают шарику пробити сквозь боковую стенку. Эта сила – реакция боковой стенки, но поскольку она напр. под углом, у неё есть и вертикальная (стенка и сила) проекция $\Rightarrow N_2 \neq N_1$.

Расставим силы:



2 З.Н.: $\vec{F_A} + \vec{N_2} + m\vec{g} + \vec{N} = (\vec{g} + \vec{a}) \cdot m$

OX: $-a_{ц-с} \cdot m = -N' \cdot \sin\alpha$

$$ma = N' \sin\alpha \quad (1)$$

OY: $\cancel{mg}$ $F_A + N_2 - mg - N' \cdot \cos\alpha = 0 \cdot m$

$$F_A + N_2 = mg + N' \cdot \cos\alpha \quad (2)$$

Листовик $\boxed{4}$ $\boxed{5}$

(1). $N' \cdot \sin\alpha = ma$
(2). $N' \cdot \cos\alpha = F_A + N_2 - mg$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{ma}{F_A + N_2 - mg}$$

$$F_A + N_2 - mg = \frac{ma}{\operatorname{tg}\alpha} = \frac{mg}{2}$$

$$N_2 = m\left(g + \frac{a}{2}\right) - F_A = 3\rho \cdot V \cdot \left(g + \frac{a}{2}\right) - \rho V g$$

Обведённому не верить!

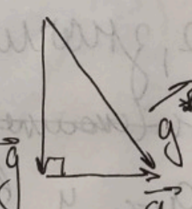
~~Расставим силы, действ. на вес~~

У ~~ускорение воды в центре~~ ~~на месте~~ ~~шара~~:

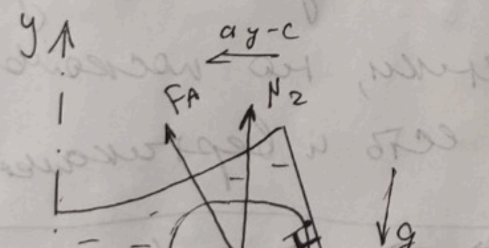
Сила архимеда $\perp$ поверхности жидкости.

$F_A = \rho V g^*$, где $g^* = \sqrt{g^2 + a^2}$

F_A
Ox: $-\rho V a$
Oy: $\rho V g$.



Расставим силы:



2 З. Н.:

Ox: $-am = -N' \cdot \sin\alpha - F_{Ax} = -N'\sin\alpha - \rho V a$

$ma = N'\sin\alpha + \rho V a$

$N'\sin\alpha = (m - \rho V)a$ (1)

Oy: $N_2 + F_{Ay} - mg - N' \cdot \cos\alpha = m \cdot 0$

$N_2 + F_{Ay} = mg + N' \cdot \cos\alpha$

$N'\cos\alpha = N_2 + F_{Ay} - mg =$

$= N_2 + \rho V g - mg = N_2 + g(\rho V - m)$ (2)

21205265 (U126596 M1281153)

(1):

(2): $\div \; N' \sin\alpha = (m - \rho V) a$

$N' \cos\alpha = N_2 + g(\rho V - m)$

$$tg\alpha = \frac{(m-\rho V) a}{N_2 + g(\rho V - m)} = 2$$

$$(m - \rho V) a = 2 N_2 + g(\rho V - m)$$

$$2 N_2 = (m - \rho V) a + g(m - \rho V) =$$

$$= (m - \rho V)(a + g) = (3\rho V - \rho V)(a+g) = 2\rho V \cdot (a+g)$$

$$N_2 = \rho V \cdot (a+g) = \rho V \cdot (g + \omega^2 R)$$

$$\cancel{\boxed{N_2 = \rho V (g + \omega^2 R)}}$$

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

21205265 (U126596 M1281153)

№3.

Шитовик | 6

Дано:

$m = 3\cdot10^{-3}$ кг

$t_1 = 81°C \Rightarrow \boxed{T_1 = 354 K}$

$p_{нас} = 0{,}5\cdot10^5$ Па

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

$p_2 = 1{,}8 p_1$

$\mu = 0{,}018$ кг/моль

$R = 8{,}31$ Дж/к·моль

$p_1 - ?$

$V_2 - ?$

Решение:

$m = 3\cdot10^{-3}$ кг
$\mu = 0{,}018$ кг/моль $\Rightarrow \nu = \frac{1}{6}$ моль $= 0{,}1667$ моль.

Менд – Клап:

$pV = \nu RT \Rightarrow \begin{cases} p_1V_1 = \nu RT \\ p_2V_2 = \nu RT \end{cases} \Rightarrow p_1V_1 = p_2V_2.$

$p_1V_1 \overset{v}{=} 1{,}8 p_1 \cdot \frac{V_1}{3{,}5}$

$p_1V_1 \;\; v \neq p_1V_1 \cdot \frac{18}{35}$

$p_1V_1 \neq p_2V_2. \Rightarrow$ сжатие происходило не по изотермическому закону.

При том $\frac{V_1}{V_2} = 3{,}5$
$\frac{p_2}{p_1} = 1{,}8.$ $\Rightarrow \frac{\left(\frac{V_1}{V_2}\right)}{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)} = \frac{35}{18} > 1 \Rightarrow$

Часть пара перешла в воду, значит $p_2 = p_{нас.} = 0{,}5\cdot10^5$ Па.

Тогда $p_1 = \frac{p_2}{1{,}8} = \frac{0{,}5\cdot10^5 Па}{1{,}8} \approx 27{,}800$ Па или $27{,}8$ кПа

$\boxed{p_1 \approx 27{,}8 кПа}$

Т.к. в сл 1 пар ненасыщ., он подчиняется з-ну М-Кл: $p_1V_1 = \nu RT_1$

$\frac{2941{,}74}{166662}$

$V_1 = \frac{\nu RT_1}{p_1} = \frac{\frac{1}{6} моль \cdot 8{,}31 \frac{Дж}{к\cdot моль} \cdot 354 K}{27{,}777{,}777 Па} \approx$

$\approx 0{,}01765$ м^3

21205265 (U126596 M1281153)

$$p_2 V_2 = p_1 V_1 \cdot \frac{18}{35} = \nu R T_1 \cdot \frac{18}{35} = \frac{\frac{1}{6}\,моль \cdot 8{,}31\,\frac{Дж}{К \cdot моль} \cdot 354\,К \cdot 18}{35} =$$

$$= \frac{52951{,}32}{210}\,Дж \approx 252{,}15\,Дж.$$

$$V_2 = \frac{p_2 V_2}{p_2} = \frac{252{,}15\,Дж}{0{,}5 \cdot 10^5\,Па} = 5{,}043 \cdot 10^{-3}\,м^3 \approx 5 \cdot 10^{-3}\,м^3.$$

Ответ: $p_1 = 27{,}8\,кПа$

$p_2 \simeq 5{,}043 \cdot 10^{-3}\,м^3 \approx 5 \cdot 10^{-3}\,м^3$

Часть 2

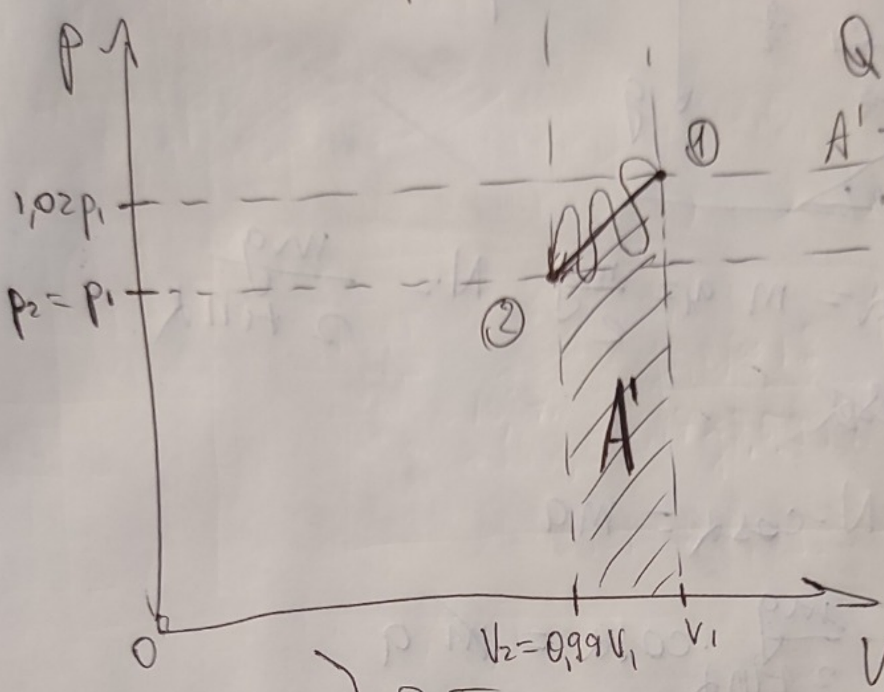
Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21205265**

ID профиля: **126596**

Вариант 1

Черновик I.



$Q = A' + \Delta U$

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

$= \frac{2{,}02}{2} p_1 \cdot 0{,}01 V_1 =$

$= 1{,}01 p_1 \cdot 0{,}01 V_1 =$

$= 0{,}0101 p_1 V_1.$

$pV = \nu R T.$

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) =$

$= \frac{3}{2}(1{,}02 \cdot 0{,}99 \cdot p_1 V_1 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} \cdot p_1 V_1 \cdot 1{,}0098 =$

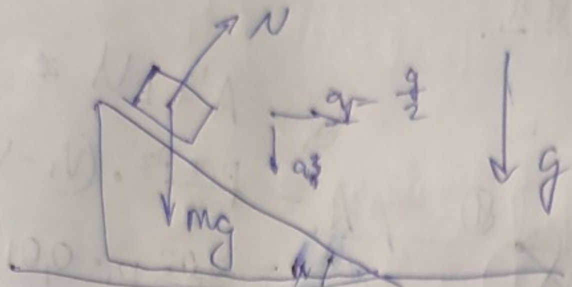
$= 1{,}5147 p_1 V_1$

$Q = A' + \Delta U = 0{,}0101 p_1 V_1 + 1{,}5147 p_1 V_1 = \cancel{2{,}5248}$ 1,5249 $p_1 V_1$

$\frac{Q}{A'} = \frac{2{,}5248 p_1 V_1}{0{,}0101 p_1 V_1} = 51{,}960396\ldots \approx 152$

21205265 (U126596 M1281154)

Черт. 2



$$N \cdot \sin\alpha = m \cdot a_1 = \frac{mg}{2} \quad N = \frac{mg}{2\sin\alpha}$$

$\cancel{mg\cos\alpha}$

$$mg - N\cdot\cos\alpha = ma$$

$$\cancel{m}g - \frac{\cancel{m}g}{2\sin\alpha}\cdot\cos\alpha = \cancel{m}a$$

$$g\left(1 - \frac{\cos\alpha}{2\sin\alpha}\right) = a$$

$$a = g\cdot\left(1 - \frac{0{,}8}{2\cdot 0{,}6}\right) =$$

$$= g\cdot\left(1 - \frac{0{,}4}{0{,}6}\right) = g\left(1 - \frac{2}{3}\right) =$$

$$= \frac{g}{3}.$$

$$\frac{H}{\cancel{\sin\alpha}} = \frac{gt^2}{6}$$

$$t = \sqrt{\frac{6H}{g}}$$

21205265 (U126596 M1281154)

№ 4 B – 10 – 01. Чистовик

Дано:

α:

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

H

m

$M = 3m$

$\mu = 0.$

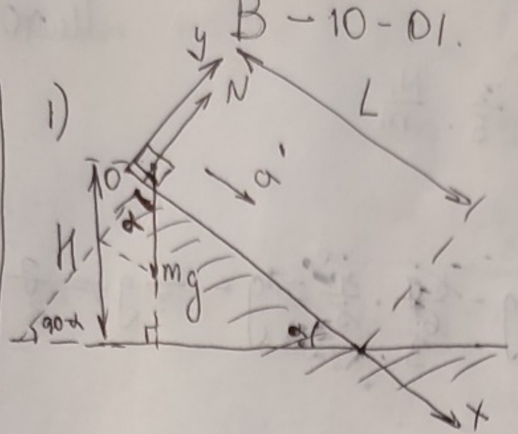
$F = 2mg$

$t_0' - ?$

$a_2 - ?$

$t_0 - ?$

1)



2З.Н:

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

$Ox: ma' = mg\sin\alpha$

$a' = g\sin\alpha \quad (1)$

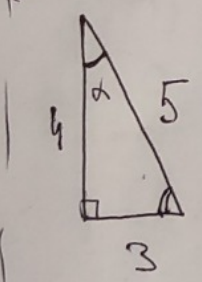
$\frac{H}{L} = \sin\alpha \Rightarrow L = \frac{H}{\sin\alpha}$

$L = \frac{a' t_0'^2}{2} \Rightarrow t_0'^2 = \frac{2L}{a'} = \frac{\frac{2H}{\sin\alpha}}{g\sin\alpha} = \frac{2H}{g\sin^2\alpha} =$

$= \frac{2H}{g(1-\cos^2\alpha)} = \frac{2H}{g\cdot 0{,}36} = \frac{H}{0{,}18g} = \frac{100H}{18g} =$

$= \frac{50H}{9g} \Rightarrow \boxed{t_0' = \sqrt{\frac{50}{9}\cdot\frac{H}{g}}}$

2)



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

Расставим силы:
(сразу учитывая 3 зн Н.)

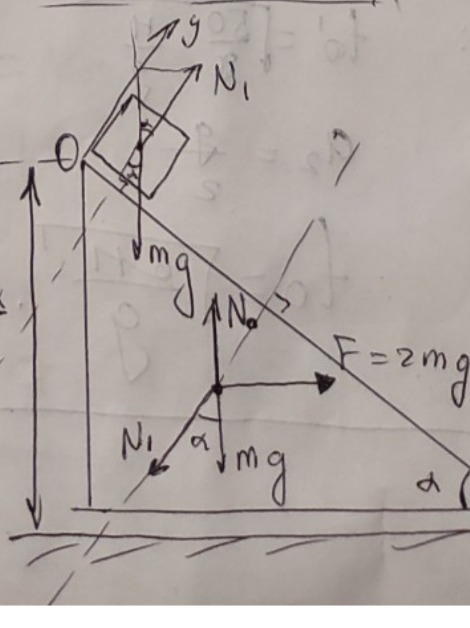
2З.Н. для груза Ox:

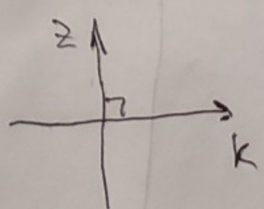
$mg\sin\alpha = a_{1x}\cdot m \Rightarrow \underline{a_{1x} = g\sin\alpha}$

на Oy:

$N_1 - mg\cos\alpha = a_{1y}\cdot m$

$a_1 y = \frac{N_1}{m} - g\cos\alpha$





Чистовик | 2

2 З.Н. на клин на OK: $F - N_1 \sin\alpha = a_{2k} \cdot M$

$2mg - N_1 \sin\alpha = 3m \cdot a_{2k}$

$a_{2k} = \frac{2g}{3} - \frac{N_1 \sin\alpha}{3m}$ (1)

2 З.Н. на клин на Oz: $N_0 - mg - N_1 \cos\alpha = 3m \cdot 0$

$N_0 = mg + N_1 \cos\alpha$

2 З.Н. на груз на OK: $N_1 \sin\alpha = a_{1k} \cdot m \Rightarrow a_{1k} = \frac{N_1 \sin\alpha}{m}$ (2)

2 З.Н. на груз на Oz: $mg - N_1 \cos\alpha = a_{1z} \cdot m$

$a_{1z} = g - \frac{N_1 \cos\alpha}{m}$ (3)

Из формулировки „клин стал двигаться поступательно по столу, а шайба вниз по клину" следует, что горизонтальные ускорения $a_{1k} = a_{2k}$.

Из (1) и (2) $\Rightarrow a_{2k} = \frac{2g}{3} - \underbrace{\frac{N_1 \sin\alpha}{m}}_{=a_1 k} \cdot \frac{1}{3} = \frac{2g}{3} - \frac{a_{1k}}{3} \,|\cdot 3$

$3a_{2k} = 2g - a_{1k}$

$4a_{2k} = 2g$

$a_{2k} = \frac{g}{2}$

И клин не взлетает и под землю не уходит $\Rightarrow$ $\boxed{a_2 = a_{2k} = \frac{g}{2}}$

Чистовик 3

$$a_{2x} = a_{1x} = \frac{g}{2} = \frac{N_1 \sin\alpha}{m} = \frac{3}{5} \cdot \frac{N_1}{m}$$

$$\frac{N_1}{m} = \frac{5}{3} \cdot \frac{g}{2} = \frac{5g}{6}$$

$$a_{1z} = g - \frac{N_1}{m} \cdot \cos\alpha = g - \frac{5g}{6} \cdot \frac{4}{5} = g - \frac{2}{3} g = \frac{g}{3}$$

$$a_{1z} = \frac{g}{3}$$

Движение ~~шайб~~ груза по клину вдоль (против) оси z описывается:

$$z = z_0 - \frac{a_{1z} \cdot t^2}{2}$$

$$\frac{a_{1z} t^2}{2} = z_0 - z$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{a_{1z} \cdot t_0^2}{2} = H$$

$$t_0^2 = \frac{2H}{a_{1z}} = \frac{2H}{\frac{g}{3}} = \frac{6H}{g}$$

$$\boxed{t_0 = \sqrt{\frac{6H}{g}}}$$

Ответ:

$$t_0' = \sqrt{\frac{50}{9} \cdot \frac{H}{g}}$$

$$a_2 = \frac{g}{2}$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{6H}{g}}.$$

№5. Чистовик 4

Дано:
$i = 3$
$p_2 = 1{,}02\, p_1$
$V_2 = 0{,}99\, V_1$
$\frac{\Delta p}{p} \ll 1$
$\frac{\Delta V}{V} \ll 1$
$\frac{\Delta T}{T} \ll 1$

$\frac{\Delta T}{T}$ — ?
$\frac{Q}{A}$ — ?

Решение:

1) Менд - Клап:

$$\div \begin{array}{l} p_1V_1 = \nu R T_1 \quad (1) \\ p_2V_2 = \nu R T_2 \quad (2) \end{array}$$

$$\frac{p_1V_1}{p_2V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{\cancel{p_1}\cancel{V_1}}{1{,}02\cancel{p_1}\, 0{,}99\cancel{V_1}} = \frac{10000}{102 \cdot 99} = \frac{10000}{10098} =$$

$$= 0{,}990295107942 17 \approx 0{,}99.$$

$$T_1 = 0{,}99\, T_2$$

$$T_1 \cdot \frac{1}{0{,}9902...17} = T_2$$

$$T_1 \cdot 1{,}00980000001835 = T_2$$

$$\Downarrow$$

$$T_1 \cdot 1{,}0098 = T_2$$

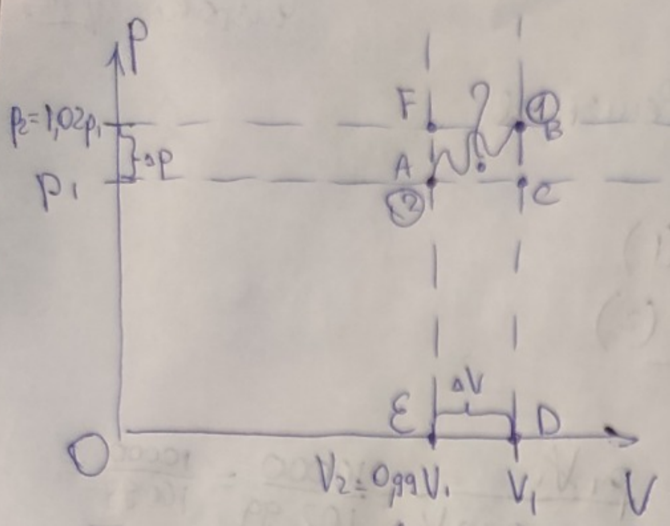
$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{0{,}0098\cancel{T_1}}{\cancel{T_1}} = 0{,}0098 \text{ или } 0{,}98\% \approx 1\%$$

$$\boxed{\frac{\Delta T}{T} - 0{,}98\% \text{ или } \approx 1\%}$$

2) Рассмотрим ~~процесс~~ „некоторый процесс" на графике $p(V)$:

21205265 (U126596 M1281154)

Чистовик 5



Нам чётко известно положение (·) 1 и (·) 2. Однако, что вот между ними — загадка.

Т.к. нам известно, что $\left.\begin{matrix}\Delta p \ll p \text{ и} \\ \Delta V \ll V\end{matrix}\right| \Rightarrow$

$S_{ABCDE} = S_{ABC} + S_{ACDE}$ и ~~фиг~~ график $B \to A$ не пересекает кроме (·) A и (·) B ни BF, ни AC. (1)

Как известно, на $p(V)$-диаграмме, $A' \overset{\text{проп.}}{\approx} S_{\text{под графиком}} \Rightarrow$

$A' \overset{\text{проп.}}{\approx} S_{\cancel{ABCD}\,ACDE} + S_{ABC}$.

$A' = \overbrace{p_1 \cdot \Delta V}^{\text{„очень маленькая величина"}} + \cancel{p} S_{ABC}$.

При том, S_{ABC} (по (1)) $< \Delta p \cdot \Delta V$ (квадратично) „дважды очень маленькая величина"

Т.к. „очень маленькая величина" << „очень маленькая величина дважды" $\Rightarrow$

$A' \approx p_1 \Delta V = p_1 (V_2 - V_1) = 0{,}01 p_1 V_1$ (2).

3) $Q = A' + \Delta U$ ~~Δ~~

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2}(1{,}02 \cdot 0{,}99 p_1 V_1 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} p_1 V_1 \cdot 0{,}0098$.

Черновик 6

$Q = A' + \Delta U = 0{,}01 p_1V_1 + 0{,}0098 \cdot \frac{3}{2} p_1V_1 = 0{,}01 + 0{,}0147 p_1V_1 =$
$= 0{,}0247$

$\frac{Q}{A'} = \frac{0{,}0247 p_1V_1}{0{,}01 p_1V_1} \approx 2{,}47 \approx 2{,}5$

Ответ: $\frac{\Delta T}{T}$ – 0,98% или ≈1%

$\frac{Q}{A'} \approx 2{,}47 \approx 2{,}5$