

# Часть 1

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

Шифр: **21205653**

ID профиля: **97675**

Вариант 1

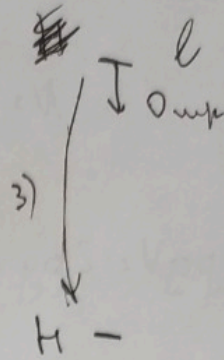
(w)

неробер

$l - H - ?$   
 $v_0 - ?$       $t - ?$

$$\frac{v_0^2}{2} = v_0^2 l$$

$$v_0 = \sqrt{2gml}$$



$$l - H = \frac{gt^2}{2}$$

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

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

$$\frac{gt^2}{2} = l - H$$

~~$v_0 t$~~

$$v_0 t - l + H = H$$

$$v_0 t = l$$

$$v_0 t = l$$

$$v_0^2 = 2gl$$

$$\frac{l^2}{t^2} = 2gl \rightarrow l = 2gt^2$$

$$l - H = \frac{gt^2}{2}$$

$$l = \frac{gt^2}{2} + H$$

$$2gt^2 = \frac{gt^2}{2} + H$$

kinematika  
 dinamika  
 razn

gama H  
 vopros r.r (?)  
 statika  
 elektrodinamika  
 energetika, usnu

2 нервових

1)  $N = mg - F_A$

$N = 3\rho Vg - \rho g V = 2\rho g V$

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

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

$\omega R$

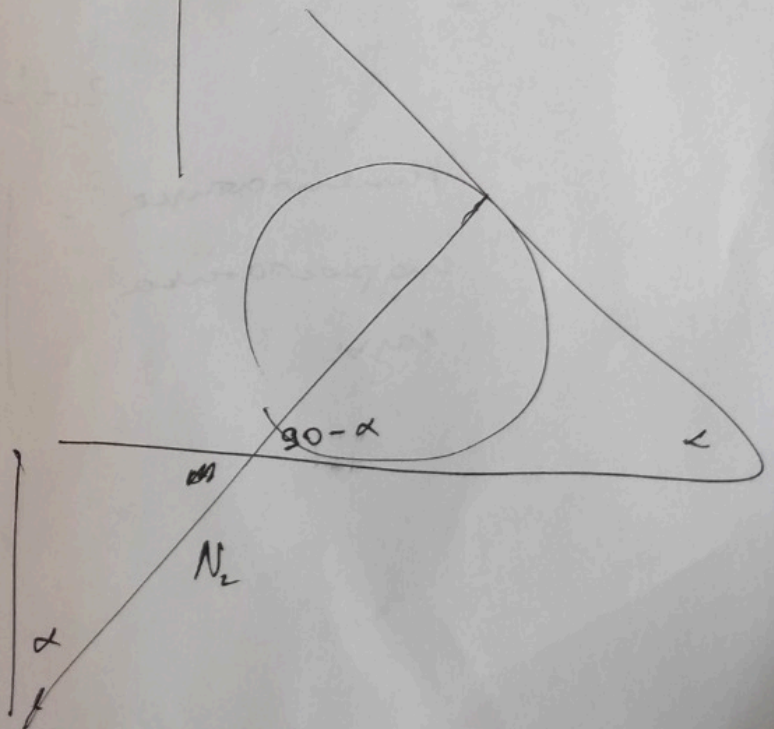
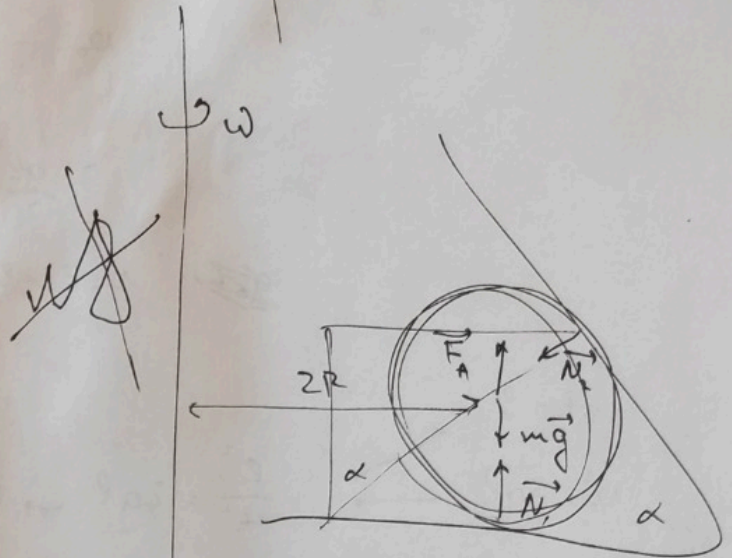
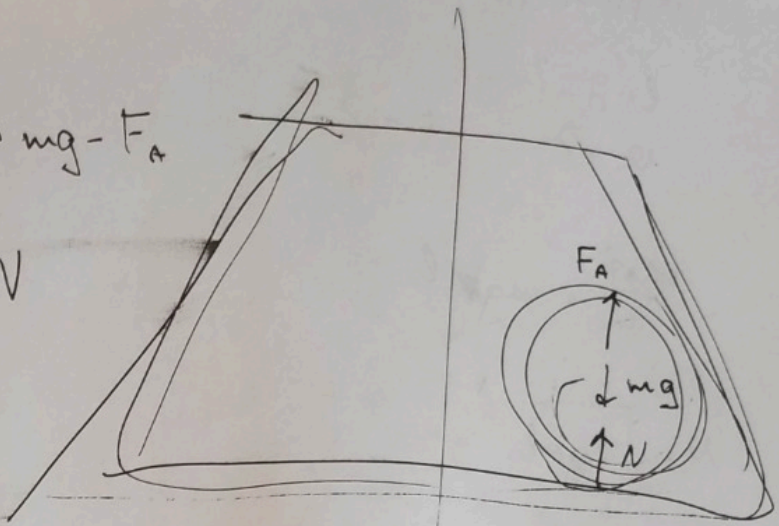
2) браву  $\omega$

$\omega R$

$\Sigma F = m\vec{a}_s$   $\omega R$

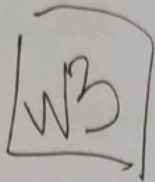
$N_2 \cdot \sin \alpha = m \cdot \omega^2 R$

$N_2 = \frac{m\omega^2 R}{\sin \alpha}$



3 черновик

цотерма



$$T = 81^\circ\text{C}$$

$$p_1 V_1 = \nu R T$$

$$pV = \text{const}$$

$$p_0 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

давление насыщ. паров



$$M = 2 + 16$$

3,2

$$\nu = \frac{m}{M}, \quad \frac{3}{18} = \frac{1}{6} \text{ моль}$$

$$p_1 \cdot 3,5V = \nu_1 R T$$

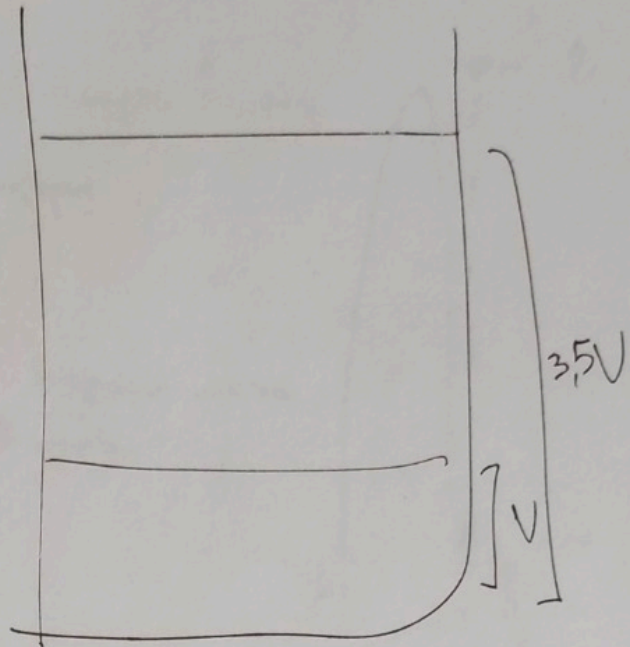
$$\nu_1 = \frac{1}{6} \text{ моль}$$

$$p_0 \cdot V = \nu_2 R T$$

$$p \cdot 1,8 = p_0$$

$$\delta Q = \delta U + \delta A$$

$$\frac{1}{2} \nu R \Delta T$$



1 штовик вар. 10-01

(w1)

$w_1$  - масса мяча

$S$  - путь 1 мяча

$l$  - макс. подъём

$v_0$  - нач. скорость

$t$  - время от запуска второго мяча

до встречи

$v_0$  - ?

$$S = l + (l - H)$$

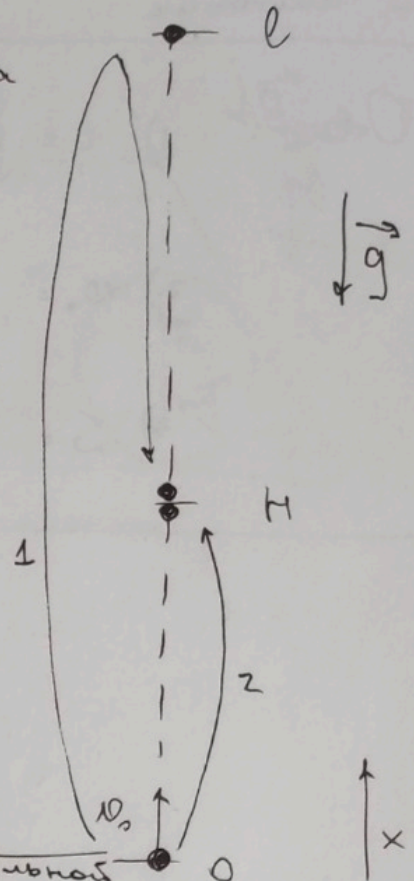
$t$  - ?

по 3CЭ для 1 мяча

в момент старта и макс. подъёма

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

0 потенциальной энергии



$$(1) v_0^2 = 2gl$$

подъём его до H:  $l - H = \frac{gt^2}{2}$  (2)

подъём второго мяча:  $H = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$  (3)

неизвестные:  $v_0, t, l$ , можем решать: 3 уравнения  
3 неизвестных

из (2) и (3)  $l - v_0 t + \frac{gt^2}{2} = \frac{gt^2}{2}$   $l = v_0 t$  (4)

из (4) и (1)  $\frac{l^2}{t^2} = 2gl \Rightarrow l = 2gt^2$  (5)

из (2) и (5)  $2gt^2 - H = \frac{gt^2}{2}$   $H = \frac{3}{2}gt^2$

$t = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$

тогда из (5)  $l = 2g \cdot \frac{2H}{3g} = \frac{4}{3}H$  и  $l - H = \frac{1}{3}H$  но ещё он

21205653 (U97675 M1279059)

поднимался  $l$ ,

и из (1)  $v_0 = \sqrt{2g \cdot \frac{4}{3}H} = \sqrt{\frac{8}{3}gH}$

$v_0 = \sqrt{\frac{8}{3}gH}$

т.е. его путь  $S = l + l - H =$

$= \frac{8}{3}H - H = \frac{5}{3}H$

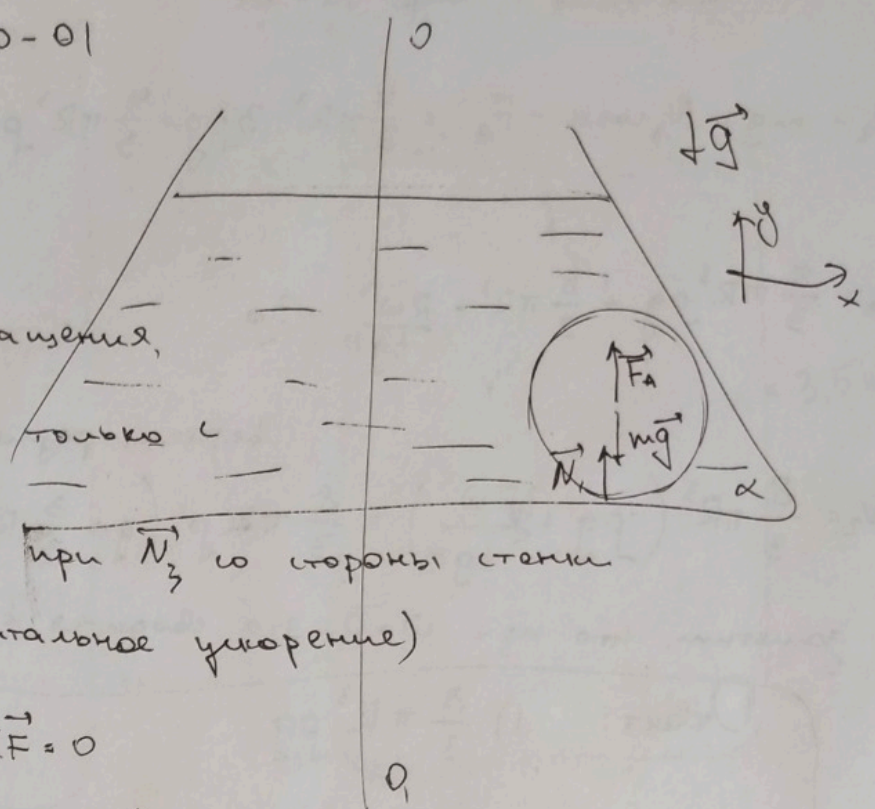
2 шара  
вар. 10-01

Ответ: 1)  $t = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$

2)  $v_0 = \sqrt{\frac{8}{3} gH}$

3)  $S = \frac{5}{3} H$

W2



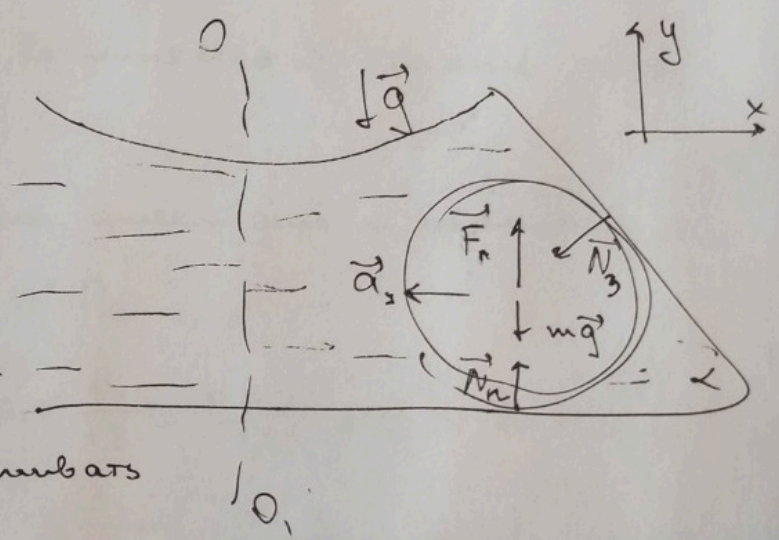
1) при отсутствии вращения, шар вынужден двигаться только в направлении дном сосуда (иначе при  $N_3$  со стороны стенки появилось бы горизонтальное ускорение)

по II з. Ньютона  $\Sigma \vec{F} = 0$   
 ( $mg > F_A \Rightarrow$  нет движения)

$$\vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{F}_A = 0$$

по Oy  
 $N_1 + F_A - mg = 0 \quad N_1 = mg - F_A = 3\rho Vg - \rho Vg = 2\rho Vg = 2\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$

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



2) при вращении  $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}_y$

по Ox есть лишь компонента

$\vec{N}_3 \Rightarrow$  она и будет уравновешивать

$$2 \text{ з.н.: } \vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{N}_3 = m\vec{a}_y$$

Ox:  $N_3 \cdot \sin \alpha = m\omega^2 r$ , где  $r = 2R$  (расстояние от вращения)

Oy:  $F_A + N_2 - mg - N_3 \cos \alpha = 0$

$$N_3 = \frac{m\omega^2 2R}{\sin \alpha} = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho \frac{\omega^2 2R}{\sin \alpha} = \frac{8}{3}\pi R^3 \rho \frac{\omega^2}{\sin \alpha}$$

4 митовик бар. 10-01

$$N_2 = mg + N_3 \cos \alpha - F_A = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot 3 \rho g - \frac{4}{3} \pi R^3 \rho g + \frac{8}{3} \pi R^4 \omega^2 \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \cdot 3 \rho$$

$$N_2 = \frac{8}{3} \pi R^3 \rho g + \frac{8}{3} \pi R^3 \cdot \frac{R \omega^2}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot 3 \rho$$

вернем размерности  $\left[ \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \right]$

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

заметьте, что при  $\omega = 0$  это сводится к ответу в 1)

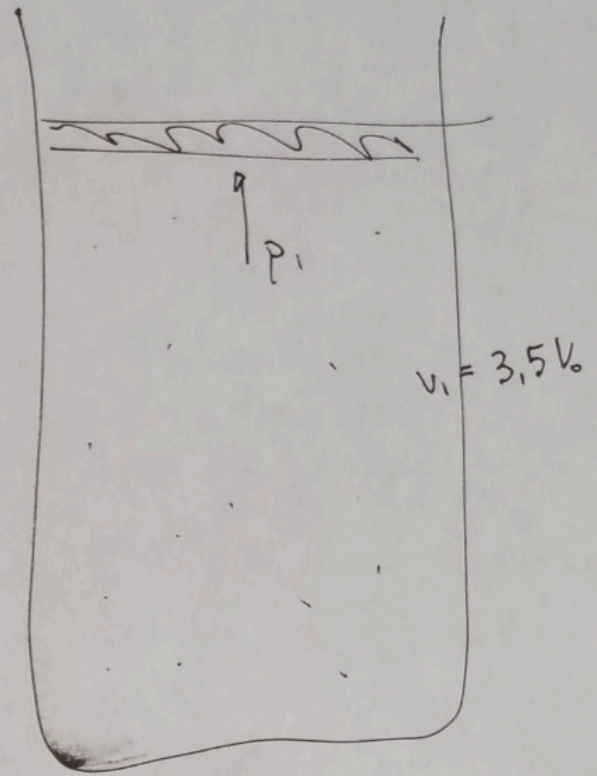
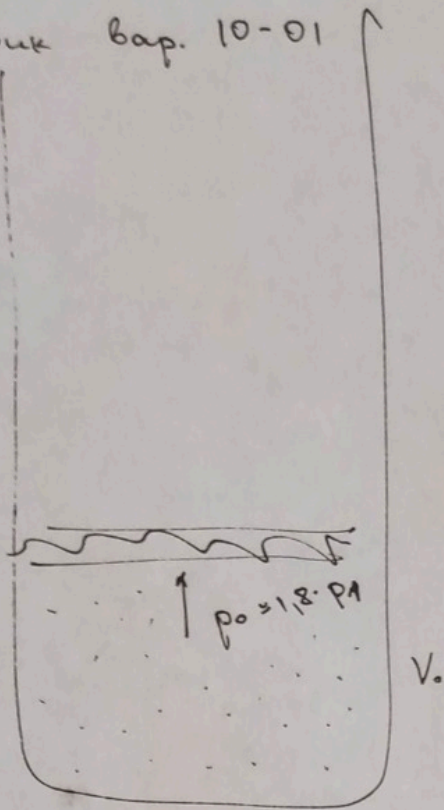
Ответ: 1)  $\frac{8}{3} \pi R^3 \rho g$

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



5 задание вар. 10-01

№3



объёмом конденсирующейся воды пренебрегаем

$V_0$  - объём в конце  $V_1$  - объём в начале  
 $p_0$  - давление в конце  $p_1$  - давление в начале

1) изотерма  $\Rightarrow pV = \nu RT$   $pV = \text{const}$ ,

но  $p_1 \cdot 1,8 = p_0$

$V_0 \cdot 3,5 = V_1$

это не выполняется  $\Rightarrow$  водяные пары

конденсируются  $\Rightarrow$  в конце мы имеем дело с насыщенными водяными парами,  $p_0 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$

по условию  $p_1 \cdot 1,8 = p_0 \Rightarrow p_1 = \frac{p_0}{1,8} = \frac{0,5 \cdot 10^5}{1,8} \approx 0,28 \cdot 10^5 = 2,8 \cdot 10^4 \text{ Па}$

2) в начале  $p_1 V_1 = \nu_1 RT$   $\nu_1 = \frac{m_1}{M} = \frac{32}{18 \cdot 10^{-3}} = \frac{1}{6} \text{ моль}$

$V_1 = \frac{\nu_1 RT}{p_1}$

$T = 81 + 273 = 354 \text{ К}$

$V_0 = \frac{V_1}{3,5} = \frac{\nu_1 RT}{3,5 p_0} = \frac{1,8}{3,5} \cdot \frac{\nu_1 RT}{p_0} = \frac{1,8}{3,5} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{8,31 \cdot 354}{0,5 \cdot 10^5} \text{ м}^3$

21205653 (U97675-M1279059)

$V_0 = \frac{5295}{1050000} \text{ м}^3 \approx 0,005 \text{ м}^3$

Ответ: 1)  $0,28 \cdot 10^5 \text{ Па}$   
 2)  $0,005 \text{ м}^3$

# Часть 2

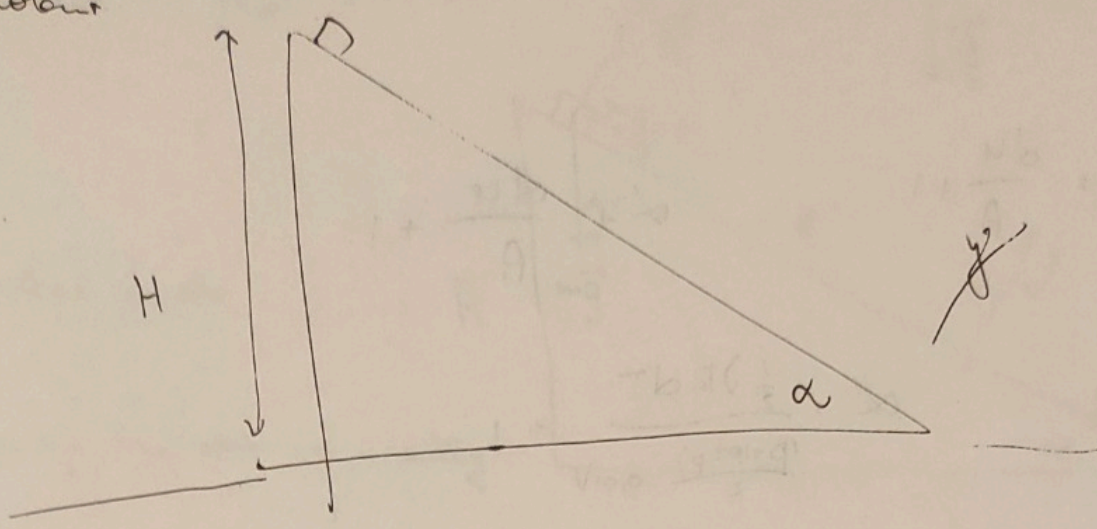
Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21205653**

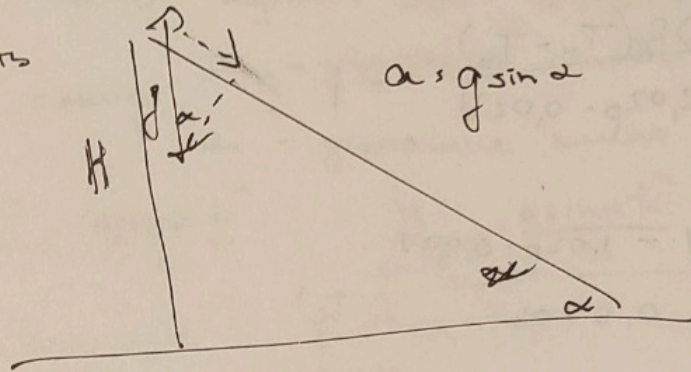
ID профиля: **97675**

Вариант 1

репробир



1) кинетическая энергия



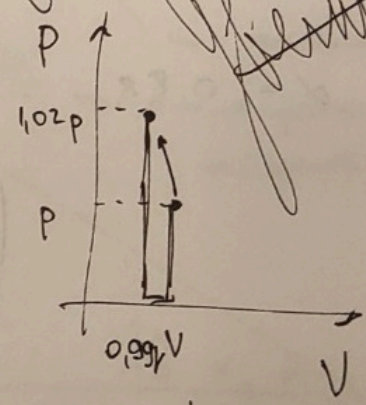
$$l = \frac{H}{\sin \alpha}$$

$$l = \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

~~Handwritten scribbles and crossed-out text.~~

① T - ?

$$\textcircled{2} \frac{\delta Q}{\delta A}$$



$$P \rightarrow 1.02P$$

$$V \rightarrow 0.99V$$

$$PV = \nu RT_1$$

$$1.02P \cdot 0.99V = \nu RT_2$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{1.02 \cdot 0.99} = 1.01$$

~~Handwritten scribbles~~  
 T увеличивается на 1%

$$\delta Q = \frac{i}{2} \nu R dT + A$$

2. уравнение

$$\frac{Q}{A} = \frac{dy}{A} + 1$$

$$\alpha = \frac{dy}{A} + 1$$

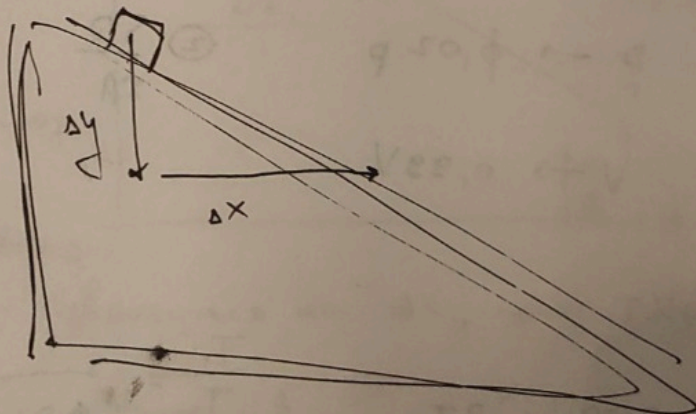
$$\alpha = \frac{\frac{1}{2} \int R dT}{\frac{(p_1 + p_2 p)}{2} \cdot 0,01 V} + 1$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \cdot \frac{\int R (T_H - T_K)}{2,02 p \cdot 0,02 V} + 1$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \frac{pV - 1,02 p \cdot 0,99 V}{0,0404} + 1$$

$$\alpha = \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{1 - 1,01}{0,0404} \right) + 1 = \frac{-0,01}{0,0202} + 1 = -0,5 + 1 = 0,5$$

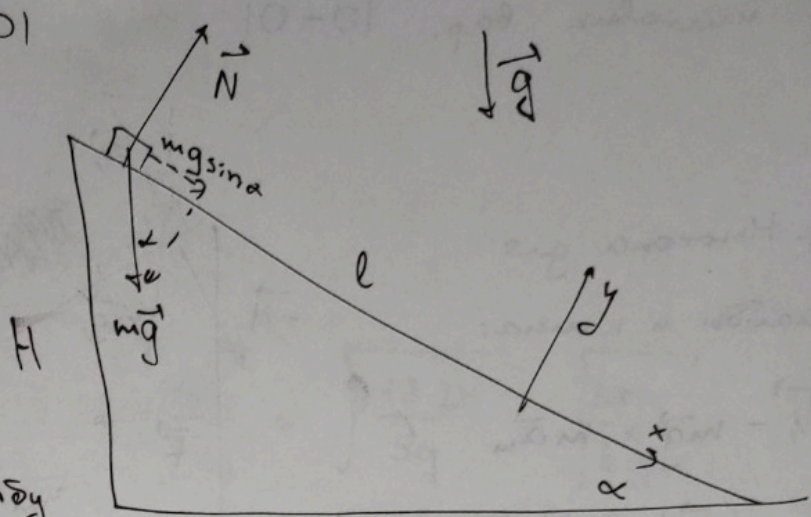
$$\alpha = 0,88$$



1 митовик бар. 10-01

W4

1) удерживал клин



по 2 закону Ньютона на шайбу

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

по OX  $mgsin\alpha = ma$   $a = gsin\alpha$

$a_m$  - ускорение шайбы

$a_k$  - ускорение клина

$l$  - длина гипотенузы клина

$$l = \frac{H}{\sin\alpha} \quad l = \frac{at^2}{2} = \frac{gsin\alpha t^2}{2} \quad \frac{H}{\sin\alpha} = \frac{gsin\alpha t^2}{2}$$

~~$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$~~

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

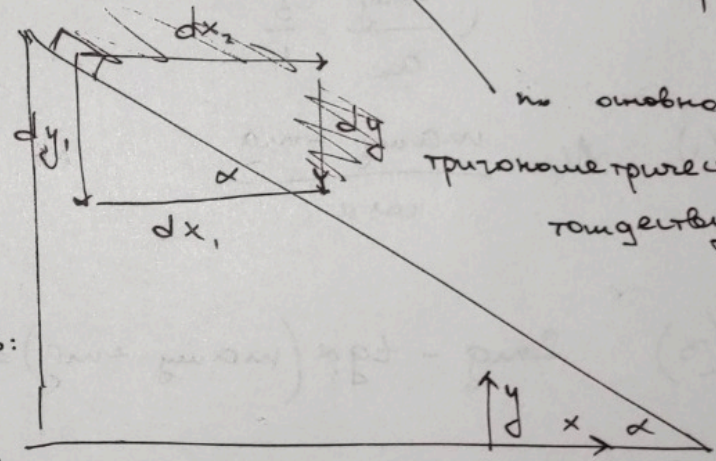
$\sin = \frac{3}{5}$   
 $\cos = \frac{4}{5}$   
 $tg\alpha = \frac{3}{4}$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g \cdot \frac{9}{25}}} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

по основному тригонометрическому тангенсу

2) с силой  $F = 2mg$

найдем кинематическую связь:



если шайба сдвигается вниз

на  $dy_1$ , то клин обязан сдвинуться на  $dx_1$ , причем  $\frac{dy_1}{dx_1} = tg\alpha = \frac{3}{4}$

дифференцируем по времени  $\frac{a_{my}}{a_{kx}} = \frac{3}{4}$

при этом клин движется лишь по OX  $\Rightarrow a_{kx} = a_k$

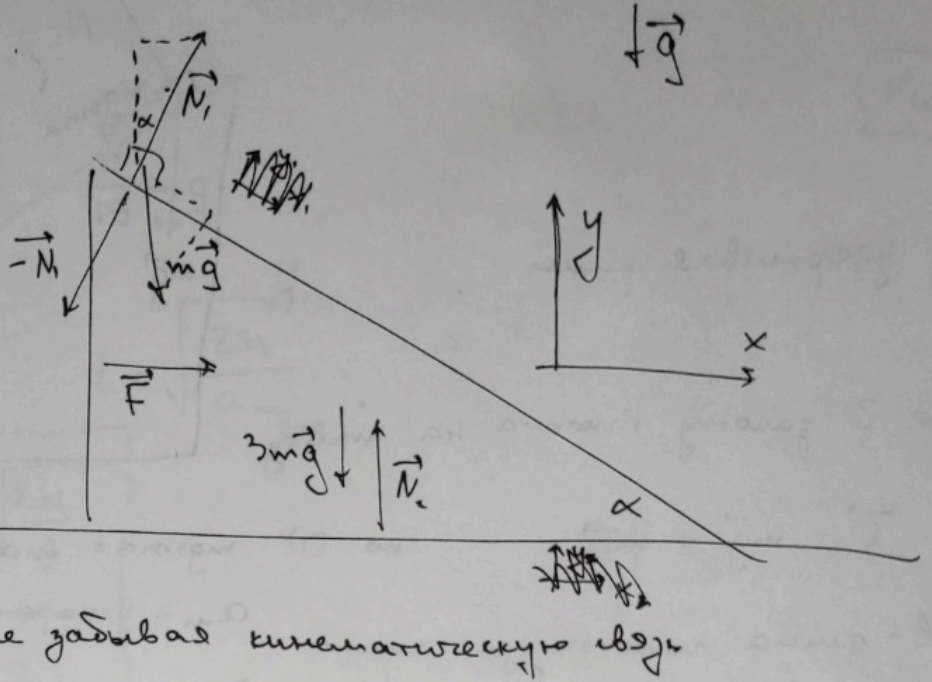
$$\frac{a_{my}}{a_k} = \frac{3}{4}$$

и наоборот

2 шара в вар. 10-01

II з. Ньютона для шаров и клина:

$$\begin{cases} \vec{N}_1 - m\vec{g} = m\vec{a}_m \\ \vec{F} + (-\vec{N}) + 3m\vec{g} + \vec{N}_2 = 3m\vec{a}_k \end{cases}$$



и решим по осям, не забывая кинематические связи

~~$$N_1 = mg \sin \alpha - ma_{my}$$~~

$$N_1 \cos \alpha - mg = ma_{my} \quad (1)$$

$$N_1 \sin \alpha = a_{mx} \cdot m \quad (2)$$

$$2mg - N_1 \sin \alpha = a_k \cdot 3m \quad (3)$$

$$\frac{a_{my}}{a_k} = \frac{3}{4} \quad (4)$$

из (1) 
$$N_1 = \frac{ma_{my} + mg}{\cos \alpha}$$

в (3) 
$$2mg - \tan \alpha (ma_{my} + mg) = a_k \cdot 3m$$

и с (4) 
$$2mg - \tan \alpha \cdot m \cdot \frac{3}{4} a_k - \tan \alpha mg = 3ma_k$$

$$a_k \left( 3m + \frac{3}{4} m \tan \alpha \right) = 2mg - \tan \alpha mg$$

$$a_k = \frac{2mg - \frac{3}{4} mg}{3m + \frac{3}{4} mg} = g \cdot \frac{5}{4} \cdot \frac{16}{57} \quad a_k = \frac{20}{57} g$$

3 мисоблар бағ. 10-01

3)

$$a_{\text{мы}} = \frac{3}{4} a_k = \frac{3}{4} \cdot \frac{20}{57} = \frac{5}{19} g$$

~~H = \frac{a\_{\text{мы}} t\_1^2}{2}~~  $H = \frac{a_{\text{мы}} t_1^2}{2}$   $t_1 = \sqrt{\frac{2H}{a_{\text{мы}}}} = \sqrt{\frac{19 \cdot 2H}{5g}} = \sqrt{\frac{38H}{5g}}$

Ораер:

- 1)  $t = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$
- 2)  $a_k = \frac{20}{57} g$
- 3)  $t_1 = \sqrt{\frac{38H}{5g}}$

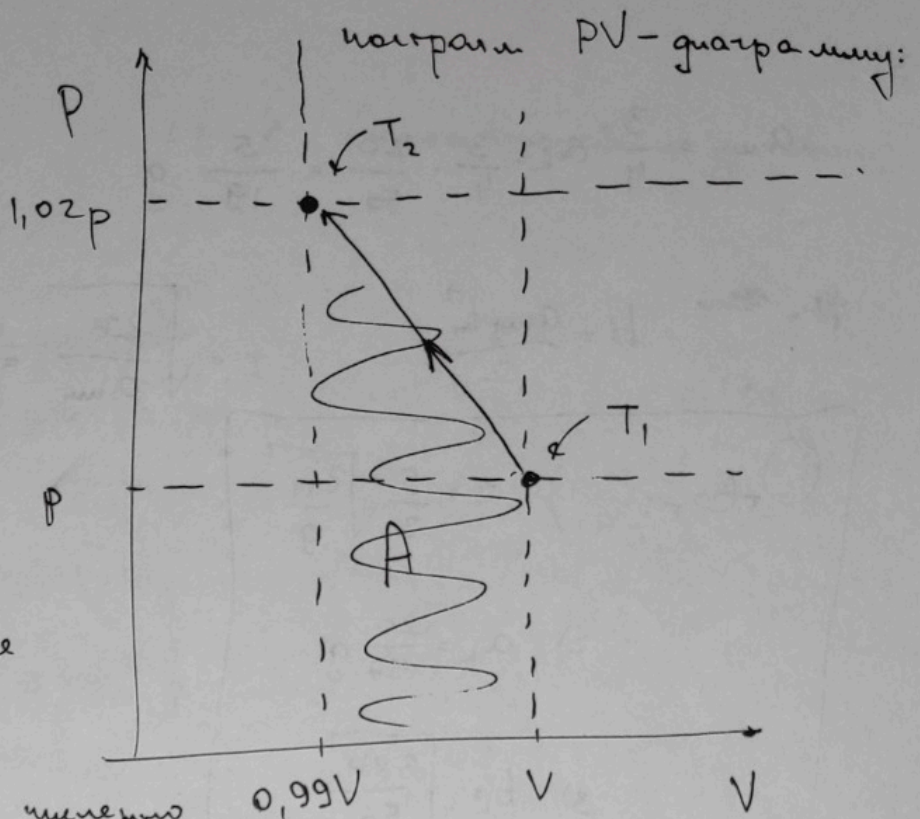
4 микровик вар. 10-01

5

по условию

$$p \rightarrow 1,02p$$

$$V \rightarrow 0,99V$$



так как относительные

изменения намного меньше

единицы, то работа газа

будет с большой точностью численно

равна площади под этой прямоугольной трапецией

1) запишем уравнения Менделеева-Клапейрона на обе точки

$$pV = \nu RT_1$$

$$0,99V \cdot 1,02p = \nu RT_2$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{0,99 \cdot 1,02} \approx \frac{1}{1,01} \approx 0,99$$

$$T_1 = 0,99 T_2 \quad \text{т.е. температура}$$

уменьшилась на 1%.

2) по I началу термодинамики  $\delta Q = dU + \delta A$

нас интересует  $\frac{\delta Q}{\delta A} = \alpha \quad \alpha = \frac{dU}{\delta A} + 1$

$$dU = \frac{i}{2} \nu R dT \quad \text{по определению}$$

$$\delta A = \frac{(p + 1,02p) \cdot 0,01V}{2} \quad \text{по формуле площади трапеции}$$

21205653 (U97675 M1279060)



5 курсов бар. 10-01

$$\alpha = \frac{\frac{i}{2} DR(T_1 - T_2)}{pV \cdot 1,01 \cdot 0,01} + 1$$

$i = 1$  (ограничим по условию)

$$DR T_1 = pV$$

$$DR T_2 = 1,01 pV \quad \Rightarrow \quad \alpha = \frac{1 - 0,01}{2 \cdot pV \cdot 1,01 \cdot 0,01} + 1 = -\frac{1}{2,02} + 1 = 0,505$$

Ответ: 1) увеличилась на 1%.

2)  $\alpha = 0,505$