Часть 1

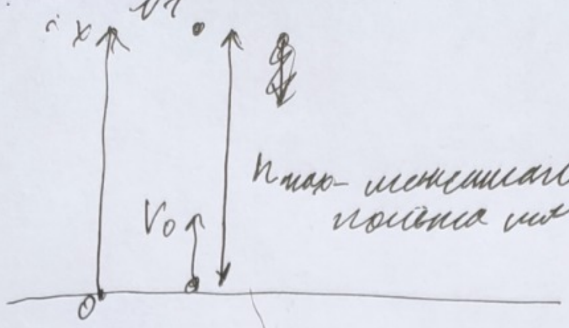
Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21205655**

ID профиля: **339473**

Вариант 2

Чистовик.



h_{max} – максимальная высота полёта мяча.

Дано:

V_0 – нач. скорость

$g = 10 м/с^2$

t_1 – время полёта первого мяча до столкновения

t_2 – время полёта 2-ого мяча до столк.

h_c – высота столкновения.

$t_1 = ?$

$\frac{t_1}{t_2} = ?$

$h_c = ?$

---

1) t_{max} – время полёта мяча до макс.

$0 = V_0 - g t_{max}$

$t_{max} = \frac{V_0}{g}$

$h_{max} = V_0 t_{max} - \frac{g t_{max}^2}{2} =$

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

2) Запишем равенство координат по Ox для нахождения t_2

$$\underbrace{V_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}}_{\text{II мяч}} = \underbrace{\frac{V_0^2}{2g} - \frac{g t_2^2}{2}}_{\text{I-ый мяч}}$$

$t_2 = \frac{V_0}{2g}$

$t_1 = t_{max} + t_2 = \frac{V_0}{g} + \frac{V_0}{2g} = \frac{3V_0}{2g}$

$\frac{t_1}{t_2} = \frac{3V_0 \cdot 2g}{2g \cdot V_0} = 3$

$h_c = V_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g \cdot V_0^2}{4g^2 \cdot 2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{V_0^2}{8g} =$

$= \frac{3V_0^2}{8g}$

7

Отв: $t_1 = \frac{3V_0}{2g}$; $\frac{t_1}{t_2} = 3$; $h_c = \frac{3V_0^2}{8g}$

Чистовик

Дано:

ω – угловая скорость вращения

ρ – плотность воды

6ρ – плотность шара

R – радиус шара

$1{,}6R$ – расстояние от центра до оси вращения

α – угол между дном и боковой стенкой

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{3}{2}$

N_1 – сила давления шара на дно (сосуд не вращается)

N_2 – сила давления шара на дно (сосуд вращ.)

$N_1 = ?$

$N_2 = ?$

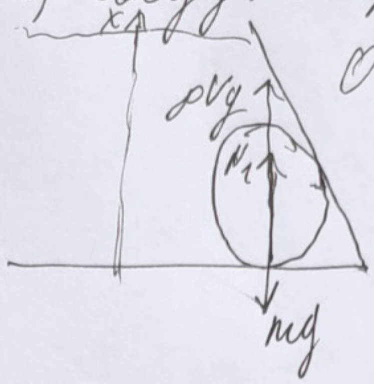
Отв:

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

$N_2 = \frac{4}{3}\rho\pi R^3(\omega^2 R + 5g)$

№2

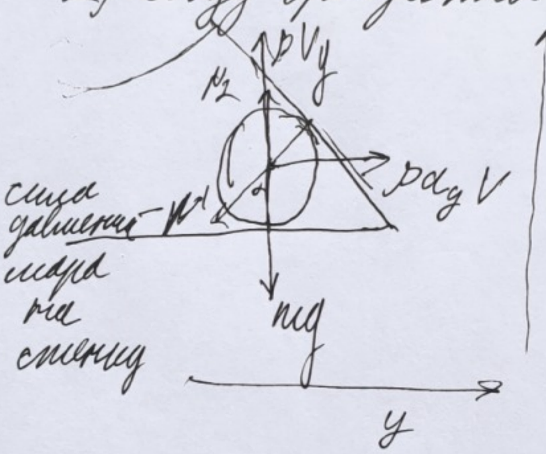
1) Сосуд не вращается



2-й з-н Ньютона

$$Ox: N_1 = mg - \rho Vg = 6\rho Vg - \rho Vg = 5\rho Vg = 5\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 g = \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g$$

2) Сосуд вращается



2-й з-н Ньютона

Ox:

$$\rho Vg + N_2 = N'\cos\alpha + mg$$

Oy:

$$\rho a_y \cdot V = N'\sin\alpha$$

$$\rho Vg + N_2 = N'\cos\alpha + mg$$

$$\rho a_y \cdot V = N'\sin\alpha$$

$$N' = \frac{\rho a_y V}{\sin\alpha}$$

$$\rho Vg + N_2 = \frac{\rho a_y \cdot V}{\operatorname{tg}\alpha} + mg$$

$$N_2 = \frac{\rho a_y V}{\operatorname{tg}\alpha} + mg - \rho Vg = \frac{\rho a_y V}{\operatorname{tg}\alpha} + N_1 =$$

$$= \frac{\rho a_y V}{\operatorname{tg}\alpha} + \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g = \frac{\rho\cdot\omega^2\cdot 1{,}6R\cdot\frac{4}{3}\cdot\pi R^3}{\operatorname{tg}\alpha} +$$

$$+ \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g = \frac{2\rho\omega^2\pi R^4}{\frac{3}{2}} + \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g =$$

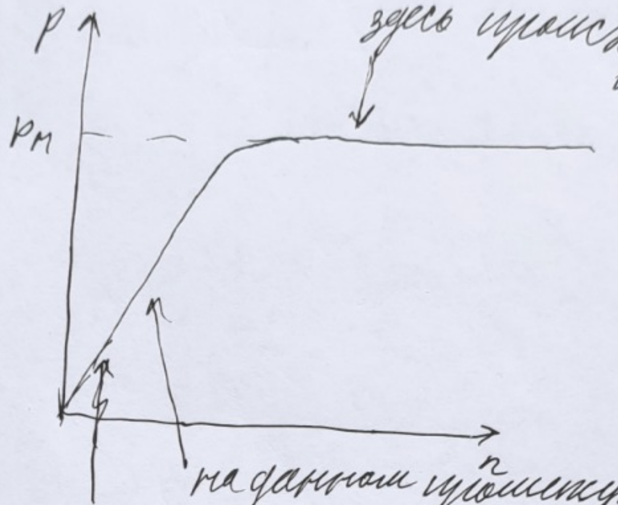
$$= \frac{4}{3}\rho\omega^2\pi R^4 + \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g = \frac{4}{3}\rho\pi R^3(\omega^2 R + 5g)$$

Чистовик №3

Дано:
ν – кол-во молей газа
$T = 354\,K$
V_1 – нач. объем.
V_2 – кон. объем.
$\frac{V_1}{V_2} = 7$
$V_2 = 1{,}7\,л = 0{,}0017\,м^3$
P_1 – нач. давл.
P_2 – кон. давл. $\frac{P_2}{P_1} = 3{,}6$
$P_н = 0{,}5 \cdot 10^5\,Па$ – давл. нас. пара при $T = 354\,K$
$\mu = 0{,}018\,\frac{кг}{моль}$
$R = 8{,}31 \cdot \frac{Дж}{моль \cdot K}$
$m_н$ – начальная масса пара.

$m_н = ?$
$P_1 = ?$

1) Как известно зависимость давления ~~от конц~~ паров от концентрации (при $T = const$) представляет собой (вот полной график:)



Так как мы уменьшаем объём, то концентрация увеличивается, поэтому график зависимости нашего давления совпадает с графиком выше.

Теперь осталось понять, в каком из промежутков мы остановились (понятно, что мы начали в первом, т.к. давление дальше увеличилось).

2) Пусть мы остановились в I-ом промежутке, но тогда выполняются уравнения состояния идеального газа:

$P_1V_1 = \nu RT$
$P_2V_2 = \nu RT$ – одинаково, так как ничего не конденсировалось на промежутке I

$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$, при этом $\frac{P_1}{P_2} \approx 0{,}28$

$\frac{V_2}{V_1} \approx 0{,}14 \Rightarrow$

③ $\Rightarrow$ мы не могли остановиться в промежутке I $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ Это был ~~промежуток~~ участок II $\Rightarrow p_2 = p_н \Rightarrow \frac{p_н}{p_1} = 3,6$

$$p_1 = \frac{p_н}{3,6} \approx 13889 \text{ Па.}$$

3) Для первого состояния выполняется уравнение сост. идеального газа (в промежутке I)

$$p_1 V_1 = \frac{m_н}{\mu} RT$$

$$p_1 = \frac{p_н}{3,6}$$

$$V_1 = V_2 \cdot 7$$

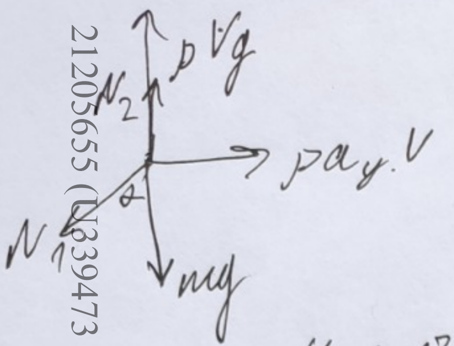
$$\frac{p_н}{3,6} \cdot V_2 \cdot 7 = \frac{m_н}{\mu} RT$$

$$m_н = \frac{p_н \cdot V_2 \cdot 7 \cdot \mu}{3,6\, RT} = 0,0010113 \text{ кг} =$$

$$= 1,0113 \text{ г.}$$

Отв: $p_1 \approx 13889$ Па; $m_н \approx 1,0113$ г.

Черновик.



$mg + N_1 \cos\alpha = N_2 + \rho V g$

$\rho a_ц V = N_1 \sin\alpha$

$\rho \omega^2 \cdot \frac{15}{2} R \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 = N_1 \sin\alpha$

$\frac{4}{3} \pi R^3$

$2 \rho \omega^2 \pi R^4 = N_1 \sin\alpha$

$N_1 = \frac{2\rho\omega^2 \pi R^4}{\sin\alpha}$

$0{,}6 \cdot 10^6$

$N_2 = mg + \frac{2\rho\omega^2 \pi R^4}{tg\alpha} - \rho V g =$

$0{,}6 \cdot 10^6$ Па

$= 6\rho V g - \rho V g + \frac{2\rho\omega^2 \pi R^4}{tg\alpha} =$

$pV = \nu RT$

$= 5 \rho V g + \frac{2\rho\omega^2 \pi R^4}{tg\alpha} =$

p_1 $\quad \frac{V^2}{R}$

$\varphi = \frac{p_1}{p_н}$ $\quad \frac{\omega^2 R^2}{R}$

$= 5 \cdot \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 g + \frac{2\rho\omega^2 \pi R^4}{tg\alpha} =$

$\frac{кг}{м^3}$ $\quad м^3$ $\quad \frac{м}{с^2}$

$= \quad \frac{кг}{м^3} \cdot \frac{1}{с^2} \cdot \cancel{м^4}$

$p_1 V_1 = \nu RT$

$\frac{1}{\varphi} \cdot p_1 V_1 \cdot \varphi = \nu RT$ $\quad = 2\rho \pi R^3 \left(\frac{10}{3} g + \frac{\omega^2 R}{tg\alpha} \right)$

$V\varphi$ $\quad V$ $\quad V \cdot \varphi$ $\quad \Delta\nu$

$p_н \cdot V_1 = \nu RT$ $\quad \frac{V}{\varphi}$ $\quad 4$

$p_н \cdot V\varphi = \nu RT$

$\frac{p_1}{p_н} = \frac{1}{3{,}6} = \frac{10}{36} = \frac{5}{18}$ $\quad p_н = 3{,}6 p_1$

Черновик

$$\frac{p_1}{p_н} = \cancel{3,6}\ \frac{1}{3,6}$$

$$p_1 = \frac{p_н}{3,6}$$

$m_н$

$p_1 V_1$

$$\frac{p_н}{3,6}\cdot\frac{7\cdot V}{\cancel{7_2}} = \frac{m_н}{\mu}RT$$

$$p_н V = \frac{m_к}{\mu}RT$$

$$p_н V_x = \frac{m_н}{\mu}RT$$

$$V_x = \frac{m_н}{\mu p_н}RT$$

$$\frac{p_н}{3,6}\cdot 7\cdot V = \frac{m_н}{\mu}RT$$

$$m_н = \frac{\mu p_н \cdot 7V}{3,6RT} =$$

$$= \frac{0,018\cdot 0,6\cdot 10^5\cdot 7}{}$$

$$= \frac{0,018\cdot 0,6\cdot 10^5\cdot 72,7}{1000\cdot 3,6\cdot 8,31\cdot}$$

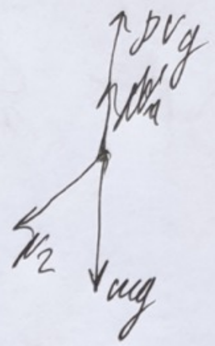
$\underline{\cancel{Ид}\ п}$

$$\frac{m_н}{V_x} = \frac{m_ж}{}$$

Черновик

$0 = V_0 - gt$

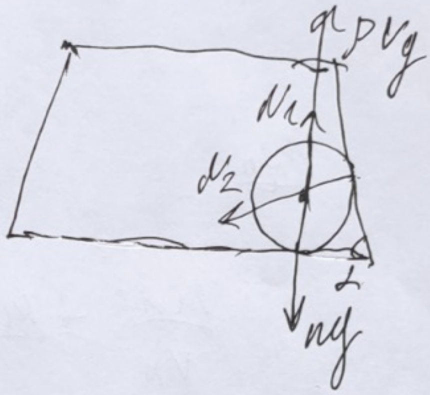
$t = \frac{V_0}{g}$



$y_k = \frac{V_0^2}{g} - \frac{g \cdot V_0^2}{g^2 2} = \frac{V_0^2}{2g}$

$\frac{V_0^2}{2g} - \frac{gt^2}{2} = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$

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



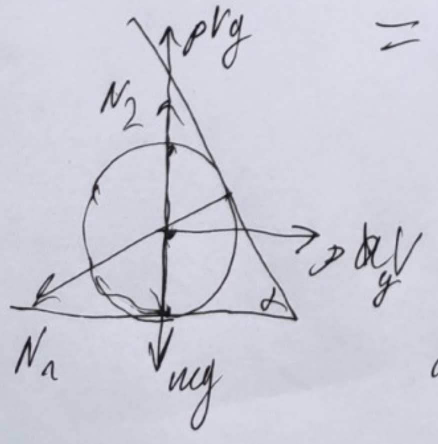
1) $\frac{V_0}{2g} + \frac{V_0}{g} = \frac{3V_0}{2g}$

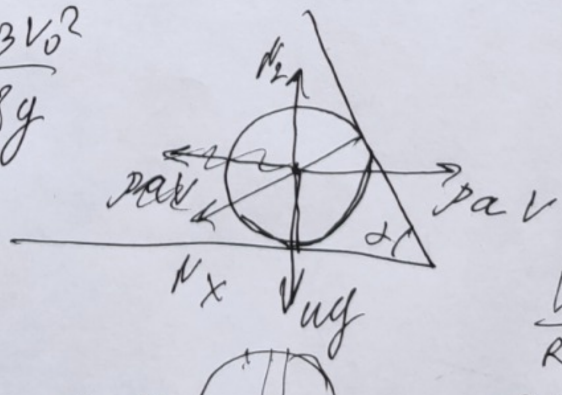
$N_1 = mg - \rho V g$

$\omega^2 R$ $\quad \frac{3V_0}{2g} \quad \frac{V_0}{2g}$

2) 3

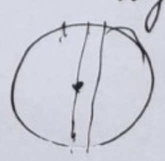
3) $h = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g V_0^2}{4g^2 \cdot 2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{V_0^2}{8g} = \frac{3V_0^2}{8g}$





$\frac{V^2}{R}$

$a_y = \omega^2 1{,}5R$



$\omega^2 \frac{R^2}{R}$

Часть 2

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

Шифр: **21205655**

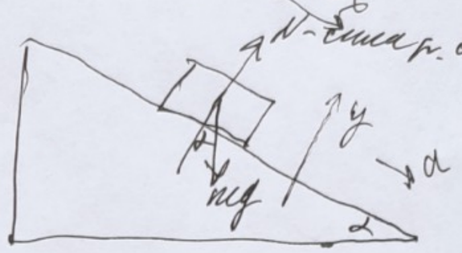
ID профиля: **339473**

Вариант 2

Черновик: №4.

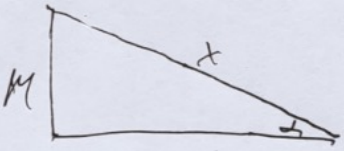
Дано:
α угол между гор. и верхн. поверх. клина
$\cos\alpha = \frac{3}{5}$
H высота расположения бруска.
m - масса бруска
$2m$ - масса клина
F - сила, с которой действуют на клин.
$F = mg$
T_1 - время, за которое слетит брусок если клин закр.
a_1 - ускорение клина
T_2 - время при котором брусок достигнет клина в п. 3
$T_1 = ?$
$a_1 = ?$
$T_2 = ?$
(4)

1) Клин закреплён



$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \frac{4}{5}$
$(\alpha \le 90°)$

2-й з-н Ньютона
$Ox: mg\sin\alpha = ma$ - ускорение бруска
$, a = g\sin\alpha = \frac{4}{5}g$



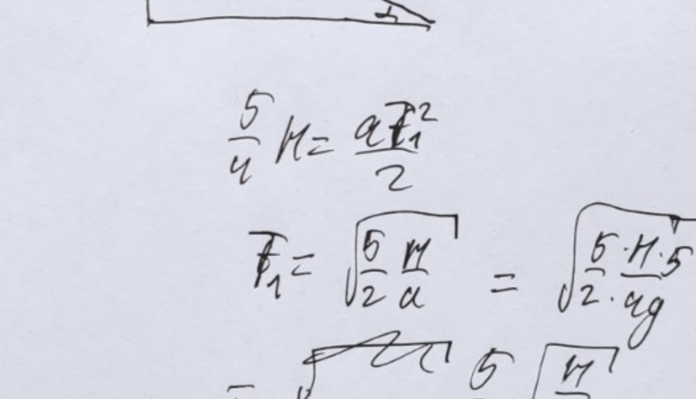
$x = \frac{H}{\sin\alpha} = \frac{H}{\frac{4}{5}} = \frac{5}{4}H$

$\frac{5}{4}H = \frac{aT_1^2}{2}$

$T_1 = \sqrt{\frac{5}{2}\frac{H}{a}} = \sqrt{\frac{5 \cdot H \cdot 5}{2 \cdot 4g}} = \sqrt{\frac{25H}{8g}} =$
$= \frac{5}{2}\sqrt{\frac{H}{2g}}$

2) Войдем в неинерциальную систему отсчета клина, движущуюся с ускорением a_1.

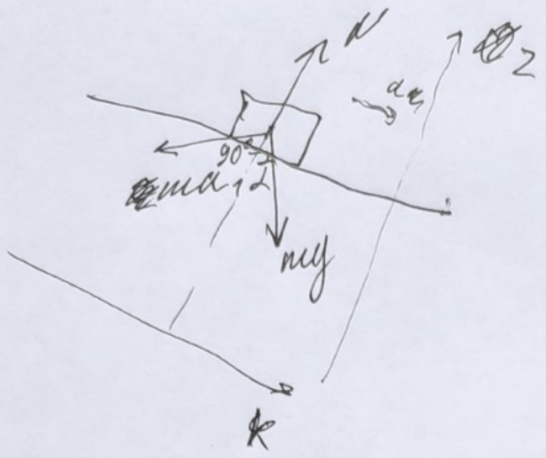
Клин.



2-й з-н Ньютона
$Ox: N_1 = N\cos\alpha + 2mg$
$Oy: F = 2ma_1 + N\sin\alpha$

Брусок:

Клинышек



2-й з-н Ньютона

$O_z: N = mg\cos\alpha + ma_1\sin\alpha$

$O_x: ma = mg\sin\alpha - ma_1\cos\alpha$

ускорение бруска

(1) $N = mg\cos\alpha + ma_1\sin\alpha$

(2) $ma = mg\sin\alpha - ma_1\cos\alpha$

(3) $N_1 = N\cos\alpha + 2mg$

(4) $F = 2ma_1 + N\sin\alpha$

$N\sin$

(4) $N = \frac{F - 2ma_1}{\sin\alpha}$

$\downarrow$

(1) $\frac{F - 2ma_1}{\sin\alpha} = mg\cos\alpha + ma_1\sin\alpha$

$F - 2ma_1 = mg\cos\alpha\sin\alpha + ma_1\sin^2\alpha$

$a_1(m\sin^2\alpha + 2m) = F - mg\cos\alpha\sin\alpha$

$a_1(m\sin^2\alpha + 2m) = mg - mg\cos\alpha\sin\alpha$

$a_1 = \frac{1 - \cos\alpha\sin\alpha}{2 + \sin^2\alpha} g =$

$= \frac{1 - \frac{3}{5}\cdot\frac{4}{5}}{2 + \frac{16}{25}} = \frac{\frac{13}{25}}{\frac{66}{25}} g =$

$= \frac{13}{66} g$

(2) $ma = mg\sin\alpha - m\cdot\frac{13}{66}g\cdot\cos\alpha$

$a = \frac{4}{5}g - \frac{3}{5}\cdot\frac{13}{66}\cdot g =$

$= \frac{226g}{5\cdot 66}$

Так как время во всех системах отсчета идёт одинаково => мы можем найти время спуска в данной С.О.

$\frac{5}{4}H = \frac{aT_2^2}{2}$ $\qquad T_2 = \sqrt{\frac{5H}{2a}} = \sqrt{\frac{5H\cdot 5\cdot 66}{2\cdot 226g}} = \sqrt{\frac{66H}{2\cdot 9g}} = \sqrt{\frac{11H}{3g}}$

(3)

Отв: $T_1 = \frac{5}{2}\sqrt{\frac{H}{g}}$; $a_1 = \frac{13}{66}g$; $T_2 = \sqrt{\frac{11H}{3g}}$

Шиловик. №6

Дано:
p_1 – начальное давление
p_2 – конечное давление

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

V_2 – конечный объем
$\frac{V_2}{V_1} = 1{,}02$
V_1 – нач. объем

$\Delta p \ll p$
$\Delta V \ll V$
$\Delta T \ll T$

~~$\Delta T = ?$~~

i – число степеней свободы у одноатомн.: $i = 3$

T_1 – нач. температура
T_2 – конеч. температура

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

1) Запишем уравнения состояния для начального и конечного моментов

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$

$$\frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_2}{V_1} = 0{,}99 \cdot 1{,}02 = 1{,}0098$$

$\Downarrow$

~~T_2 больше T_1 на~~

Отв: T_2 увеличилось по сравнению с T_1 на $0{,}98\,\%$

2) $Q = \Delta U + A$

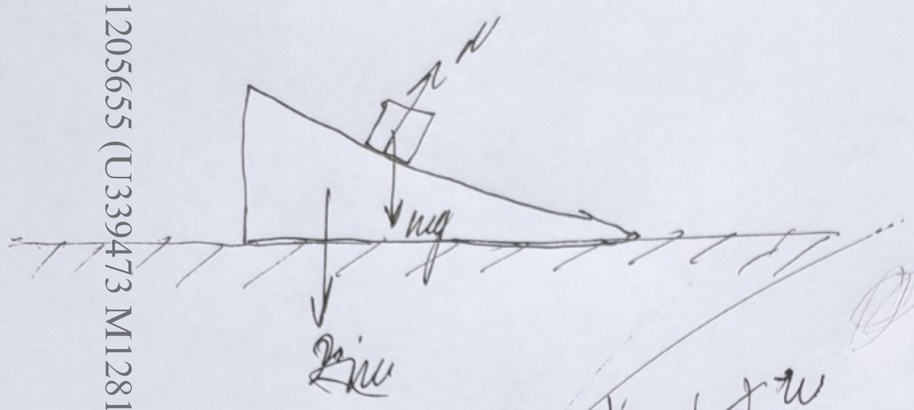
$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

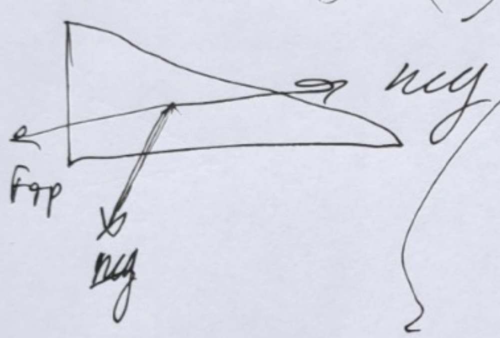
Так как $\Delta V \ll V$, то можно считать процесс изохорным $\Rightarrow$ $A \approx 0 \Rightarrow Q \approx \Delta U \Rightarrow \frac{Q}{\Delta U} \approx 1$.

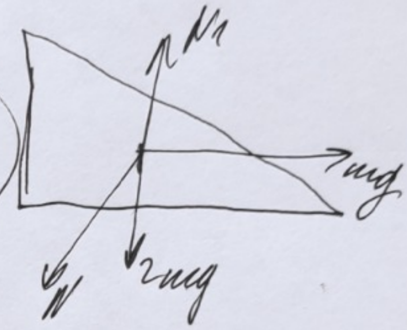
Отв: T_2 увеличился на $0{,}98\%$; $\frac{Q}{\Delta U} \approx 1$.

(3)

~~Чистовик~~ Черновик







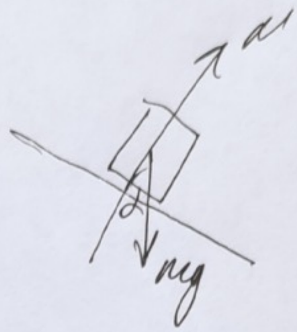
$2ma = N$

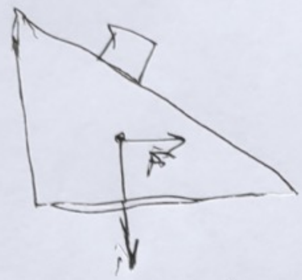
$Q = \Delta U + A$

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$ $\quad \frac{\cancel{\Delta Q}}{\Delta U}$

$$\frac{\frac{\Delta Q}{\Delta Q_x - A}}{1 - \frac{A}{\Delta Q}}$$

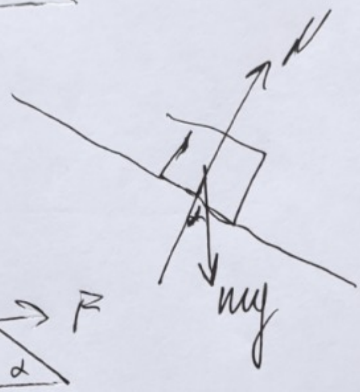
Черновик





$mg \sin\alpha = ma$

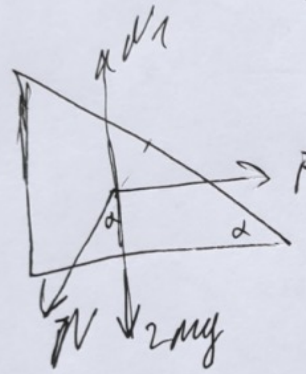
$a = g \sin\alpha$



$2{,}6H$

$\frac{5}{2}H = \frac{at^2}{2}$

$t = \sqrt{\frac{2{,}6H}{a}}$



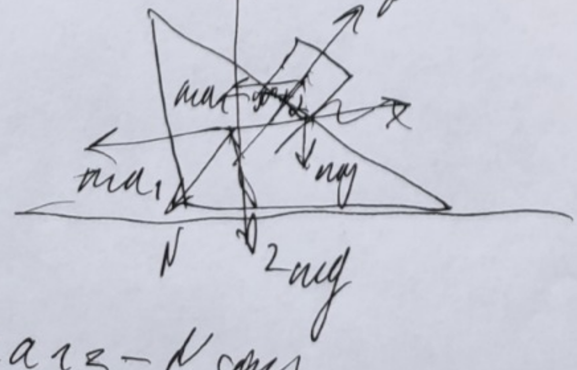
$N = mg \cos\alpha$

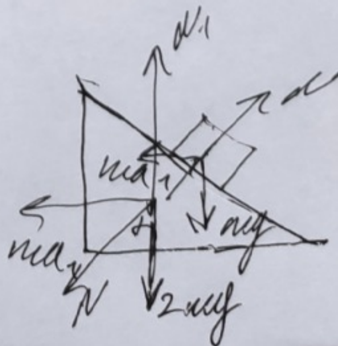
$N1 = N\cos\alpha + 2mg$ $\quad t = \sqrt{\frac{2{,}6H}{g\sin\alpha}} =$

$F = N \sin\alpha$

$= t = \sqrt{\frac{\frac{5}{2}H}{\frac{4}{5}g}} =$

$= \sqrt{\frac{25H}{8g}} = \frac{5}{2}\sqrt{\frac{H}{2g}}$

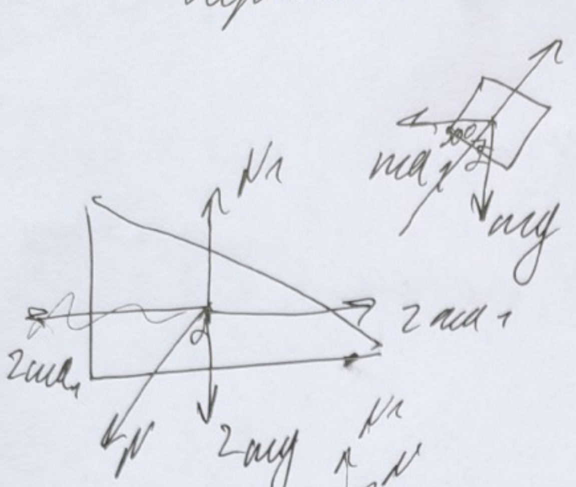




$ma1 = -N\sin\alpha$

$N = ma1 \sin\alpha + mg\cos\alpha$

Черновик

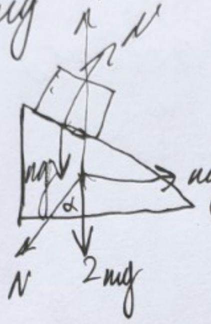


$N = ma_1 \sin\alpha + mg\cos\alpha$

~~$N_1 = 2m$~~

$2ma_1 = N\sin\alpha$

$2ma_1 = ma_1\sin^2\alpha + mg\sin\alpha\cos\alpha$



$a_1(2 - \sin^2\alpha) = g\sin\alpha\cos\alpha$

$a_1 = g\frac{\sin\alpha\cos\alpha}{2-\sin^2\alpha} =$

$N\sin$

$= g\frac{\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{5}}{2-\frac{16}{26}} = \frac{\frac{12}{26}}{\frac{34}{26}}g =$

90

34

$mg\cos\alpha = N$

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

$N \sin\alpha = mg$

$= \frac{12}{9}g = \frac{4}{3}g$

$= \frac{12}{34}g = \frac{6}{17}g$

$t = \sqrt{\frac{2L}{a}}$

$mg\cos\alpha\sin\alpha = mg$

$ma = mg\sin\alpha - ma_1\cos\alpha =$

$t =$

$= mg\cdot\frac{4}{5} - ma_1\cdot\frac{6}{17}g\cos\alpha =$

$= mg\frac{4}{5} - mg\cdot\frac{6}{17}\cdot\frac{3}{5}$

$a = g\left(\frac{4}{5} - \frac{6}{17}\cdot\frac{3}{5}\right)$

~~Чистовик~~ Черновик

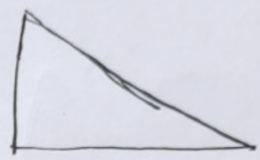
$ma_1 = -N\sin\alpha$

$N = ma_1\sin\alpha + mg\cos\alpha$

$ma_1 = -ma_1\sin\alpha - mg\cos\alpha$ $\qquad ma_1 = mg$

~~$a_1 t$~~

$ma_1(1+\sin\alpha) = -mg\cos\alpha$



$a_1 = \dfrac{-g\cos\alpha}{1+\sin\alpha}$

$\dfrac{\Delta p}{p} \ll 1$

$\Delta p \ll p$

$p \qquad V$

$0{,}99p \qquad 1{,}02V$

$\frac{3}{2}\nu R\Delta T \qquad \Delta V \ll V$

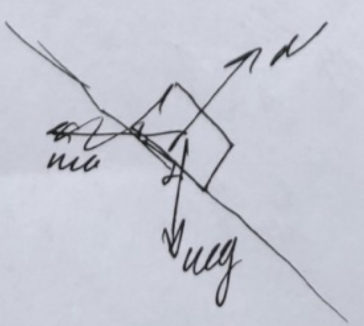
$pV = \nu RT_1$

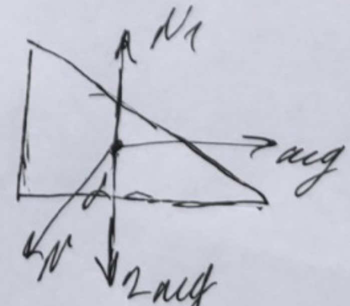
$1{,}02 \cdot 0{,}99pV = \nu RT_2$ $\qquad \Delta Q = \Delta U + A$

$\dfrac{T_2}{T_1} = 1{,}02 \cdot 0{,}99$ $\qquad \Delta Q = \Delta U + A$

$T_2 = 1{,}0098T_1$

$0{,}98\%$





$N\sin\alpha = ma$

$N\cos\alpha = mg$