

Часть 1

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

Шифр: **21206079**

ID профиля: **118079**

Вариант 1

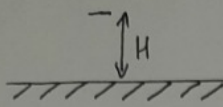
Чистовик

№ 1

Дано:

H
 $v_1 = v_2 = v_0$
 Найти: t - ?
 v_0 - ?
 S - ?

Решение
 - H_{max}



v_1 - скорость 1-ого мяча.

t - время движения 2-ого мяча

v_2 - скорость 2-ого мяча

$v_1 = v_2 = v_0$ v_0 - начальная скорость мячей

H_{max} - максимальная высота, на которую поднимается мяч

t_1 - время, за которое 1-ый мяч достиг H_{max} .

$$y = y_0 + v_{y0}t + \frac{g_y t^2}{2}$$

Расстояние, которое прошел 1-ый мяч

$$H_{max} = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \quad v_0 = g t_1 \quad t_1 = \frac{v_0}{g}$$

$$H_{max} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$$

Расстояние, которое прошел

1-ый мяч от H_{max} до места встречи = $\frac{g t^2}{2}$ т.к. в наивысшей точке

$$v = 0$$

$$H = H_{max} - \frac{g t^2}{2}$$

$$\begin{cases} H = H_{max} - \frac{g t^2}{2} \\ H = v_0 t - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{g t^2}{2} = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

Второй мяч: $H = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$

$$H = 2g t^2 - \frac{g t^2}{2}$$

$$H = g t^2 \cdot 1,5$$

$$t = \sqrt{\frac{H}{1,5g}}$$

$$\frac{v_0}{2g} = t \quad v_0 = 2g t$$

2) $v_0 = 2g t$ $v_0 = 2g \cdot \sqrt{\frac{H}{1,5g}} = \sqrt{\frac{4g^2 H \cdot 2}{3g}} = \sqrt{\frac{8gH}{3}}$

3) S - путь, который прошел 1-ый мяч до столкновения

$$S = 2H_{max} - H$$

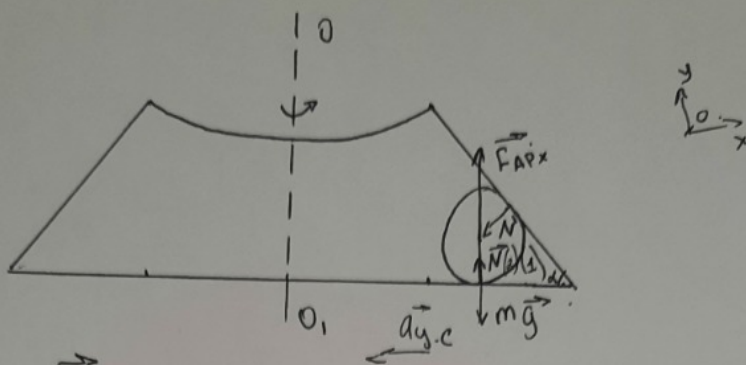
$$S = 2 \cdot \frac{v_0^2}{2g} - H = \frac{8gH}{3 \cdot g} - H = \frac{8}{3}H - H = \frac{5}{3}H$$

Ответ: $t = \sqrt{\frac{H}{1,5g}}$; $v_0 = \sqrt{\frac{8gH}{3}}$; $S = \frac{5}{3}H$.

Цистерна.
№2

Дано:
 ω ; ρ ; 3ρ ; R ; α .
 $a = 2R$.
 $\tan \alpha = 2$.
 Найти: N_1 - ?
 N_2 - ?

Решение:



$\vec{F} = m\vec{a}$ Т.к. поверхность сосуда гладкая $\Rightarrow \vec{F}_{тр} = 0$

1) Если сосуд не вращается \Rightarrow нет сил по оси Ox
 \Rightarrow шар просто не будет действовать на боковую
 стенку $\Rightarrow N' = 0$ N' - сила реакции опоры со стороны стенки.

$N = \vec{N}_1$ $Oy: F_{APx} + N_1 - mg = 0$.

$N_1 = mg - F_{APx}$

$F_{APx} = \rho_{\text{ж}} V_{\text{т}} \cdot g$

$V_{\text{ш}} = \frac{4}{3} \pi R^3$

$m_{\text{ш}} = V_{\text{ш}} \cdot \rho_{\text{ш}}$

$m_{\text{ш}} = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot 3\rho = 4\pi R^3 \cdot \rho$

$N_1 = 4\pi R^3 \cdot \rho \cdot g - \rho \cdot g \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 = \rho g \pi R^3 (4 - \frac{4}{3}) = \rho g \pi R^3 \cdot 2\frac{2}{3}$

2) $Ox: -N' \cdot \sin \alpha = -m_{\text{ш}} \cdot a_{y,c}$

$a_{y,c} = \frac{v^2}{R}$

$v = \omega R$

$a_{y,c} = \omega^2 R$

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

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

$N_2 = mg + \frac{m \cdot a_{y,c}}{\tan \alpha} - F_{APx}$

$N' = \frac{m_{\text{ш}} \cdot a_{y,c}}{\sin \alpha}$

$N_2 = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot 3\rho \cdot g + \frac{4\pi R^3 \cdot 3\rho \cdot \omega^2 R}{3 \cdot 2} - \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot \rho \cdot g$

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

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

Ответ: $\vec{N}_1 = \frac{8}{3} \rho g \pi R^3$; $\vec{N}_2 = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho (2g + 3\omega^2 R)$ (направление указано на рисунке).

№3

Дано:
 $T = 354 \text{ K}$
 $m = 0,003 \text{ кг}$

$$V_0 = 3,5 V_k$$

$$1,8 P_0 = P_k$$

$$P_k = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$M = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$R = 8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$$

Найти: $P_0 = ?$ $V_k = ?$

Решение:

m - масса пара

 P_k - давление пара при $T = 354 \text{ K}$ насыщенного. V_0 - начальный объем пара P_0 - начальное давление V_k - конечный объем пара P_k - конечное давление пара.

$$P \cdot V = \nu R T$$

$$\frac{P \cdot V}{T} = \text{const} \text{ для данной массы данного газа}$$

В нашем случае процесс изотермический $\Rightarrow T = \text{const}$

$$\Rightarrow P_0 \cdot V_0 = P_k \cdot V_k$$

$$3,5 V_k \cdot P_0 = 1,8 P_0 \cdot V_k$$

$3,5 \neq 1,8 \Rightarrow$ в какой-то момент пар стал насыщенным и при дальнейшем сжатии стал переходить в воду. \Rightarrow в конечный момент пар насыщенный $\Rightarrow P_k = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \Rightarrow P_0 =$

$$P_0 = \frac{P_k}{1,8} \quad P_0 = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}}{1,8} \approx 27777,8 \text{ Па} \approx 2,8 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$\begin{cases} P_0 \cdot V_0 = \nu_0 R T \\ P_k \cdot V_k = \nu_k R T \end{cases}$$

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{P_0} = \frac{P_k \cdot V_k}{P_k}$$

$$\frac{3,5 V_k \cdot P_0}{P_0} = \frac{1,8 P_0 \cdot V_k}{P_k}$$

$$3,5 \cdot \nu_k = 1,8 \nu_0$$

$$\nu_k = \frac{1,8}{3,5} \nu_0$$

$$m_k = \frac{1,8}{3,5} m_0$$

$$\text{т.к. } M = \text{const} \Rightarrow \frac{m_0}{M} = \frac{\nu_0}{\nu_k}$$

$$m_k = \frac{1,8 \cdot 0,003 \text{ кг}}{3,5} = \frac{9 \cdot 3 \cdot 2}{5 \cdot 1000 \cdot 7} = \frac{9 \cdot 3 \cdot 2}{17500} \text{ кг}$$

$$P_k \cdot V_k = \nu_k \cdot R \cdot T$$

$$V_k = \frac{m_k \cdot R \cdot T}{M \cdot P_k}$$

$$V_k = \frac{27 \cdot 8,31 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К} \cdot 354 \text{ К}}{17500 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}} \approx 0,005 \text{ м}^3$$

Ответ: $P_0 \approx 2,8 \cdot 10^4 \text{ Па}$; $V_k \approx 0,005 \text{ м}^3$.

№3

42PHOBUK

$m = 0,003 \text{ кг}$

$T = 35 \text{ с}$

$3,5V_k = V_0$

$P_0 \cdot 1,8 = P_k$

$P_k = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$\mu = 18 \text{ г/моль}$

$R = 8,31 \text{ Дж/К}\cdot\text{моль}$

$P \cdot V = \nu R T$

$P_0 \cdot V_0 = \nu R T$

$P_k \cdot V_k = \nu R T$

$0,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot V_k = \nu R T$

$0,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot V_k = \frac{0,003}{183} \cdot 8,31 \cdot 354 = 0,004 \text{ м}^3$

$P_0 \cdot V_0 = P_k \cdot V_k$

$P_0 \cdot 3,5V_k = 1,8P_0 \cdot V_k$

$P_0 \cdot V_0 = \nu R T$

$P_k \cdot V_k = \nu R T$

$P_0 \cdot V_0 = 1,8P_0 \cdot V_k$

$V_0 = 1,8V_k$

$V_k = \frac{V_0}{1,8}$

$0,0055 \cdot \frac{V_0}{V_k} = \frac{m_0}{m_k} = 1,8$

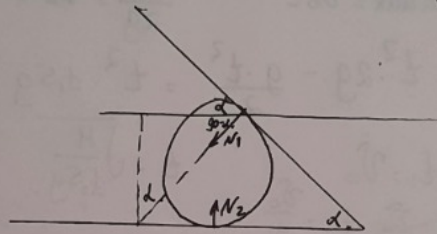
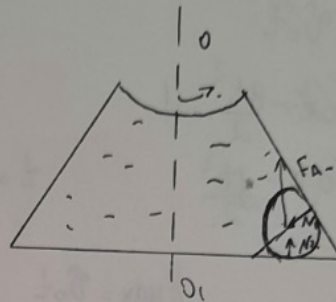
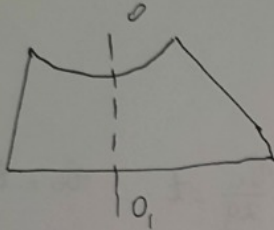
$\frac{3r}{m_k} = 1,8$

$m_k = 1 \frac{2}{3} r$

$\frac{2}{3}$

$mg - FA$

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



$N_0 \cdot \sin \alpha = m_{\text{ш}} \cdot a_{\text{ш}} \cdot c$

$-N_2 + mg$

$mg - N_2 - FA + N_0 \cdot \cos \alpha = 0$

$\nu = R \cdot \frac{2\pi R}{\lambda}$

$\omega = 2\pi \cdot \nu \cdot R \cdot \sin \alpha$

$\frac{4\pi^2 \nu^2 R^2}{\lambda^2}$

$N_0 \cdot \sin \alpha = m_{\text{ш}} \cdot 4\pi^2 \nu^2 R^2$

$N_0 \cdot \sin \alpha = m \cdot \omega^2 R$

$N_0 = \frac{m \omega^2 R}{\sin \alpha}$

$mg - N_2 - FA + \text{ctg} \alpha \frac{m \omega^2 R}{\text{tg} \alpha} = 0$

$N_2 = mg - FA - \frac{m \omega^2 R}{\text{tg} \alpha}$

$N_2 = mg - \frac{V \cdot 3P \cdot g}{3} + \frac{m \cdot \omega^2 R}{\text{tg} \alpha}$

$N_2 = mg \left(1 - \frac{g}{3} + \frac{\omega^2 R}{\text{tg} \alpha} \right)$

$N_2 = \frac{3P \cdot 4R^3}{3} \left(1 - \frac{g}{3} + \omega^2 R \right) = 4\pi R^3 \cdot P \cdot \left(1 - \frac{g}{3} + \omega^2 R \right)$

$N_A = \frac{V \cdot P}{g}$

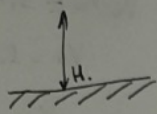
$\frac{1 \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{1000}}{7/2} = \frac{g \cdot 3}{5 \cdot \frac{1000}{500}}$

$\frac{30}{175 \cdot 2} = \frac{15}{175} = \frac{3}{37} \cdot \frac{27 \cdot 1000}{17500 \cdot 182}$

$0,5 \cdot 10^5 \cdot V_k = \frac{3}{37} \cdot 8,31 \cdot 354$

$79426,98 \cdot 1 \frac{4}{5}$

Черновик
№ 1



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

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

$$v_0 = gt \quad t = \frac{v_0}{g}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} = H_{\max}$$

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

$$H = v_0 t.$$

$$\frac{gt^2}{2} = H_{\max} - H$$

~~$$H_{\max} - v_0 t + \frac{gt^2}{2} = H.$$~~

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

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

$$H_{\max} = v_0 t$$

~~$$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t$$~~

$$\frac{v_0}{2g} = t. \quad v_0 = t \cdot 2g.$$

$$H_{\max} = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

$$H = t^2 \cdot 2g - \frac{g \cdot t^2}{2} = t^2 \cdot 1.5g$$

$$gt_1 = v_0$$

$$t = \sqrt{\frac{H}{1.5g}}$$

$$\frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} = H_{\max} \quad t_1 = \frac{v_0}{g}$$

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

$$H_{\max} = v_0 t. \quad \frac{v_0^2}{2g} = v_0 t \quad v_0 = 2gt.$$

$$H = 2gt^2 - \frac{gt^2}{2} = t^2(1.5g) \quad \sqrt{\frac{H}{1.5g}} = t$$

$$\frac{v_0}{2g} = \sqrt{\frac{H}{1.5g}}$$

$$\frac{v_0^2}{4g^2} = \frac{H}{1.5g}$$

$$v_0^2 = \frac{4Hg}{1.5} = v_0^2 = \frac{4gH \cdot 2}{3} = \sqrt{\frac{8gH}{3}}$$

$$H_{\max} + H_{\max} - H$$

$$2 \cdot \sqrt{\frac{8gH}{3}} \cdot \sqrt{\frac{H}{1.5g}} - H = 2 \sqrt{\frac{8gH^2}{4.5g}} - H.$$

$$2 \sqrt{\frac{8H^2 \cdot 2}{9}} = 2 \sqrt{\frac{16H^2}{9}} = \frac{2 \cdot 4H}{3} = \frac{8}{3} H.$$

Часть 2

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

Шифр: **21206079**

ID профиля: **118079**

Вариант 1

4 листовик №4

Решение:

Дано:

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

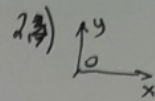
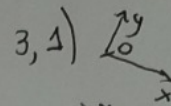
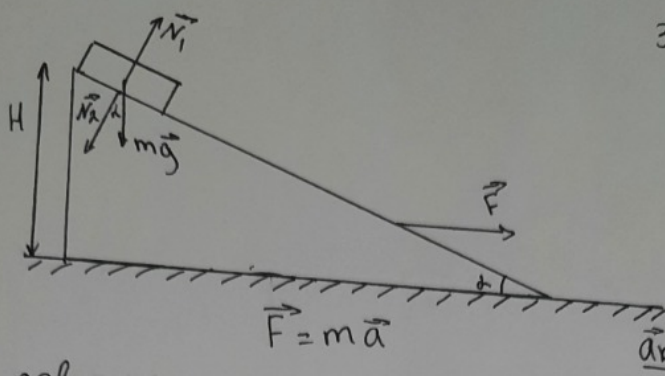
H ; m ; $m_2 = 3m$.

$$\vec{F} = 2mg$$

Найти: t - ?

$\vec{a}_{\text{кл}}$ - ?

t_2 - ?



1) Т.к поверхность гладкая \Rightarrow трения между бруском и клином/клином и поверхностью нет.

на брусок: $Ox: m\vec{g} \cdot \sin \alpha = m\vec{a}_{dp}$ $Oy: N_1 - mg \cdot \cos \alpha = 0$
 $g \sin \alpha = a_{dp}$ $N_1 = mg \cdot \cos \alpha$

Длина Наклонной поверхности - b

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

$$b = \frac{a_{dp} \cdot t^2}{2}$$

$$t^2 = \frac{2b}{a_{dp}}$$

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

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g \cdot \sin^2 \alpha}}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

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

2) на клин $Ox: -N_2 \cdot \sin \alpha + F = 3m a_{\text{кл}}$

$$Oy: N_2 = |N_1| = |m\vec{g} \cos \alpha|$$

$$-mg \cdot \tan \alpha + 2mg = 3ma$$

$$-\tan \alpha \cdot g + 2g = 3a$$

$$(2 - \frac{3}{4}) \cdot g = 3a \quad 3a = \frac{5}{4}g$$

$$a_{\text{кл}} = \frac{5}{12}g$$

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

3) Т.к брусок и клин движутся одновременно \Rightarrow рассмотрим ускорения бруска по Ox .

$$a_{dp} = g \cdot \sin \alpha \quad a_{\text{кл}x} = a_{\text{кл}} \cdot \cos \alpha$$

$$a_{dp} = \frac{3}{5}g \quad a_{\text{кл}x} = \frac{5}{12}g \cdot \frac{4}{5} = \frac{1}{3}g$$

\Rightarrow ускорение бруска при движении по движущемуся клину = $a_{dp} - a_{\text{кл}x}$

$$a_{dp'} = \frac{3}{5}g - \frac{1}{3}g = \frac{9}{15}g - \frac{5}{15}g = \frac{4}{15}g$$

t_2 - время за которое съедет брусок, если клин движется $b = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{a_{dp'} \cdot t_2^2}{2}$

$$\frac{5}{3}H = \frac{4g t_2^2}{15 \cdot 2} \quad t_2^2 = \frac{25H}{2g}$$

$$t_2 = 5 \sqrt{\frac{H}{2g}}$$

Ответ: $t = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$; $\vec{a}_{\text{кл}} = \frac{5}{12}g$ (направление); $t_2 = 5 \sqrt{\frac{H}{2g}}$

Дано:

$$i = 3$$

$$1,02 P_0 = P_k$$

$$0,99 V_0 = V_k$$

$$\text{Найти: } \left(\frac{T_k}{T_0} \right) \cdot 100\% - ?$$

$$\frac{Q}{A_{\text{газа}}} - ?$$

Чистовик

Решение: P5

P_0 - начальное давление α - на сколько процентов изме-

P_k - конечное давление нилась t° газа

V_0 - начальный объём

V_k - конечный объём

T_0 - начальная температура

T_k - конечная температура.

$$P \cdot V = \nu R T \quad \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$$

$$\begin{cases} P_0 \cdot V_0 = \nu R T_0 \\ P_k \cdot V_k = \nu R T_k \end{cases}$$

$$1,02 P_0 \cdot 0,99 V_0 = \nu R T_k$$

$$1,0098 P_0 \cdot V_0 = \nu R T_k$$

$$1,0098 P_0 \nu R T_0 = \nu R T_k$$

$$1,0098 T_0 = T_k$$

$$\left(-1 + \frac{T_k}{T_0} \right) \cdot 100\% = 0,98\% \quad \left(\frac{T_k}{T_0} - 1 \right) \cdot 100\% = \alpha$$

На 0,98% повысилась температура

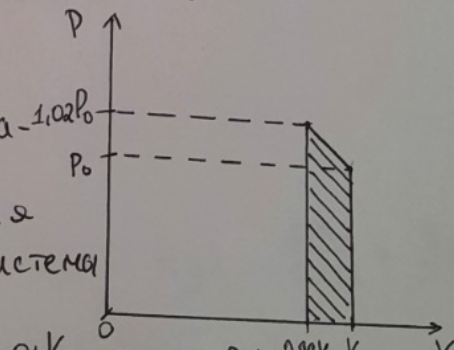
$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot \nu R \cdot \Delta T$$

$A_{\text{газа}} = -$ Внешних сил т.к $V_{\text{газа}}$ уменьшился \Rightarrow

\Rightarrow работа газа отрицательна

$$A = S(P; V)$$

Т.к по условию относительные изменения давления, объёма и температуры намного меньше единицы \Rightarrow на графике $(P; V)$ линия изменения состояния термодинамической системы \approx прямая.



$$\Rightarrow A_{\text{вн. сил}} = \frac{1,02 P_0 + P_0}{2} \cdot (V_0 - 0,99 V_0) = 1,01 P_0 \cdot 0,01 V_0 = 0,0101 P_0 V_0$$

$$Q = \Delta U - A_{\text{газа}}$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R (T_k - T_0) - 0,0101 P_0 V_0 = \frac{3}{2} \frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} \cdot 0,0098 T_0 - 0,0101 P_0 V_0$$

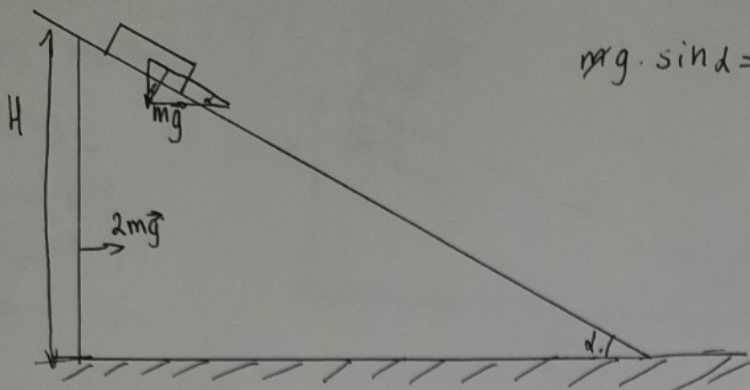
$$Q = 0,0147 P_0 V_0 - 0,0101 P_0 V_0 = 0,0046 P_0 V_0$$

$$\frac{Q}{A_{\text{газа}}} = \frac{Q}{-A_{\text{внешних сил}}} = \frac{0,0046 P_0 V_0}{-0,0101 P_0 V_0} \approx -0,46$$

Ответ: α - повысилась на 0,98%

$$\frac{Q}{A_{\text{газа}}} \approx -0,46$$

Черновик



$$mg \cdot \sin \alpha = ma$$

H

$$a = g \cdot \sin \alpha$$

$$\frac{H \cdot g}{\sin \alpha} = \frac{at^2}{2}$$

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

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

$$\Delta p \cdot x = \Delta p \cdot \sin \alpha$$

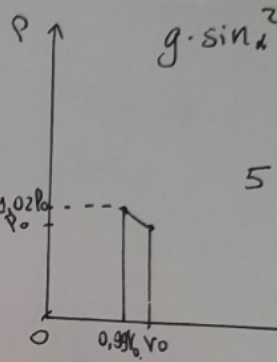
$$P \cdot V = \nu R T$$

$$1.02 P_0 \cdot 0.99 V_0 = \nu R T_k$$

$$T_k = 1.0098 T$$

$$\frac{3}{2} \nu R \cdot 0.0098 T = \frac{3}{2} \cdot 0.0098 \cdot P_0 V_0$$

$$0.0147 P_0 V_0$$



$$Q = \Delta U + A$$

$$Q = 0.0147 P_0 V_0 - 0.0101 P_0 V_0$$

$$Q = 0.0046 P_0 V_0$$

$$\frac{P_0 + 1.02 P_0}{2} \cdot 0.01 V_0$$

$$1.01 P_0 \cdot 0.01 V_0$$

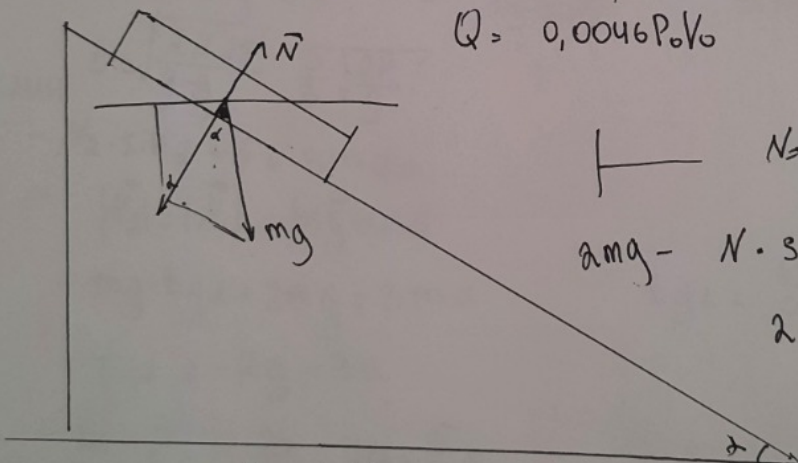
$$N = \frac{mg}{\cos \alpha} = \frac{mg}{\frac{4}{5}} = \frac{5}{4} mg$$

$$A = 0.0101 P_0 V_0$$

$$2mg - N \cdot \sin \alpha = 3ma$$

$$2mg - mg \cdot \frac{3}{4} = 3ma$$

$$2g - g \cdot \frac{3}{4} = 3a$$



$$\frac{4}{15} \cdot \frac{4}{30} g$$

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

$$\frac{g \cdot g}{25}$$

$$1 - 16 = \frac{3}{5} = \sin \alpha$$

$$5H = \frac{4gt^2}{2} \Rightarrow \frac{4 \cdot 5}{2} = \frac{2gt^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{25H}{2g}}$$

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

$$\frac{5g}{4 \cdot 3} = \frac{5g}{12} = \frac{50}{12} = \frac{25}{6} = 4 \frac{1}{6}$$

$$t = \frac{25H}{2g}$$

$$\frac{5}{12} g - \frac{3}{5} g = 25 -$$

$$\frac{5g}{16} = \frac{50}{16} = \frac{25}{8} = 3 \frac{1}{8}$$

$$a_{kn} \cdot \cos \alpha = a_{\Delta p}$$

$$\frac{5}{12} \cdot \frac{4}{5} = \frac{1}{3} g$$

$$\frac{3}{5} - \frac{5}{12}$$

$$\frac{36 - 25}{60} = \frac{11}{60} g = a$$

$$\frac{g}{15} - \frac{5}{15} g = \frac{4}{15} g$$

$$\frac{11gt^2}{120} = \frac{200H}{3}$$

$$t = \sqrt{\frac{200H}{11g}} = 10 \sqrt{\frac{2H}{11g}}$$

$$\frac{11}{60} g t^2 = \frac{H \cdot 5}{3}$$