

Часть 1

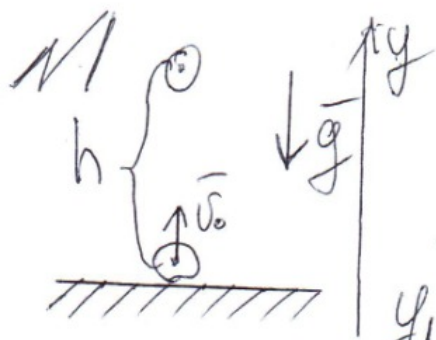
Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21206477**

ID профиля: **883679**

Вариант 2

Числовик



Первый мяч поднимается на высоту $h = \frac{v_0^2}{2g}$, после чего бросим второй мяч. Запишем уравнения движения мячей:

$$y_1 = h - \frac{gt^2}{2}$$

$$y_2 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

При столкновении мячей их координаты сравняются, приравняем их и найдем время, через которое они столкнутся:

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

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

Время падения первого мяча состоит из времени подъема и времени, через которое после подъема мяча они столкнутся, $t_{\text{пад}} = \frac{v_0}{g}$;

$$t_1 = t_{\text{пад}} + t = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$$

Время падения второго мяча есть время установления $t_2 = t = \frac{v_0}{2g}$; найдем $\frac{t_1}{t_2} = \frac{3v_0}{2g} : \frac{v_0}{2g} = 3$

Чтобы найти высоту, на которой мячи столкнутся, подставим время установления в уравнение движения первого мяча:

$$h_{\text{столк.}} = y_1(t) = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g \left(\frac{v_0}{2g}\right)^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$$

Ответ: 1) $\frac{3v_0}{2g}$

2) 3

3) $\frac{3v_0^2}{8g}$

Умовелик

№2

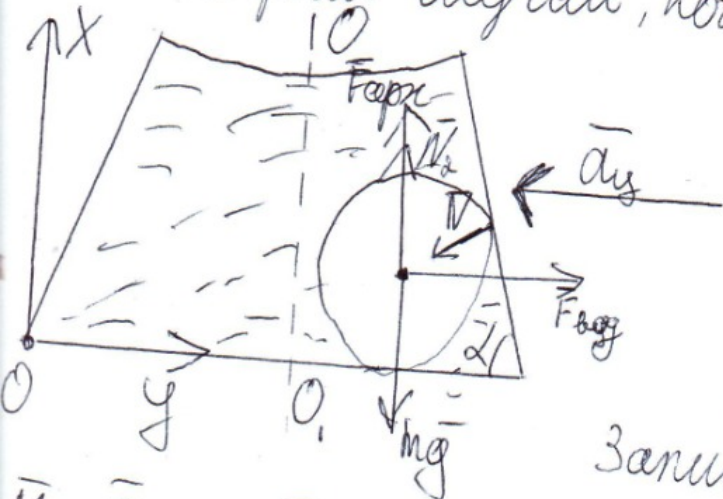
Тасемотрум сурей, корга соеу не браузалма:



Занумум II з. Котомона:

$$\begin{aligned} \vec{F}_{арх} + \vec{N}_1 + m\vec{g} &= 0 \\ \text{Oy: } F_{арх} + N_1 - mg &= 0 \\ N_1 = mg - F_{арх} &= 6\rho gV - \rho gV = 5\rho gV = \\ &= 5\rho gV \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{20}{3}\pi \rho g R^3 \end{aligned}$$

Тасемотрум сурей, корга соеу браузалма:



Тру браузелум на шар парнем геленбобамь бога и реленбобамь ело к стенке соеуа.

$$\begin{aligned} F_{соу} = m a_{сг} &= \frac{4}{3}\pi R^3 \rho u^2 \cdot 2.5R = \\ &= \frac{10}{3}\pi \rho u^2 R^4 \end{aligned}$$

Занумум II зекен Котомона гур шара

$$\vec{N}_2 + \vec{F}_{арх} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{соу} = m\vec{a}_{сг}$$

$$\begin{aligned} \text{OX: } F_{соу} - N_x &= -m a_{сг} ; N_x = F_{соу} + m a_{сг} = \frac{10\pi}{3} \rho u^2 R^4 + 6\rho \frac{4}{3}\pi R^3 u^2 \cdot 2.5R = \\ &= \frac{10\pi}{3} \rho u^2 R^4 + 20\pi \rho u^2 R^4 = \frac{70\pi}{3} \rho u^2 R^4 ; N_x = \frac{N \sin \alpha}{\Rightarrow} \\ N &= \frac{70\pi}{3} \rho u^2 R^4 \sin \alpha \end{aligned}$$

$$\text{Oy: } F_{арх} + N_2 - mg - N_y = 0$$

$$N_y = \frac{N}{\cos \alpha}$$

$$N_2 = mg + N_y - F_{арх} = \frac{20}{3}\pi \rho g R^3 + \frac{70\pi}{3} \rho u^2 R^4 \text{tg} \alpha =$$

$$= \frac{20}{3}\pi \rho g R^3 + \frac{70}{3}\pi \rho u^2 R^4 \text{tg} \alpha = \pi \rho R^3 \left(\frac{20g}{3} + 25u^2 R \right)$$

21206477 (U883679 M1278742)

Омбем: 1) $\frac{20}{3}\pi \rho g R^3$
2) $\pi \rho R^3 \left(\frac{20g}{3} + 25u^2 R \right)$

Мум 2

Условие

№3

$$T = 354 \text{ K}$$

$$V_2 = \frac{V_1}{7} = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$p_2 = 3,6 p_1$$

$$p_{H_2} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{моль}}$$

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

1) p_1 - ?

2) m - ?

Пл-к. объем уменьшился в 7 раз и при этом давление возросло в 3,6 раза, значит это уже при статическом давлении в 3,6 раза пер стал конденсироваться и дальнейшее статическое давление и его конденсация, значит $p_2 = p_{H_2}$

$$p_1 = \frac{p_2}{3,6} = \frac{p_{H_2}}{3,6} = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}}{3,6} \approx 13888,9 \text{ Па}$$

Занимем уравнение Клапейрона-Менделеева для идеального газа:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} RT ; V_1 = 7V_2$$

$$\frac{p_1}{3,6} \cdot 7V_2 = \frac{mRT}{M}$$

$$m = \frac{7V_2 p_1 M}{3,6 RT} = \frac{7 \cdot 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{3,6 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 354 \text{ K}} \approx 0,001 \text{ кг}$$

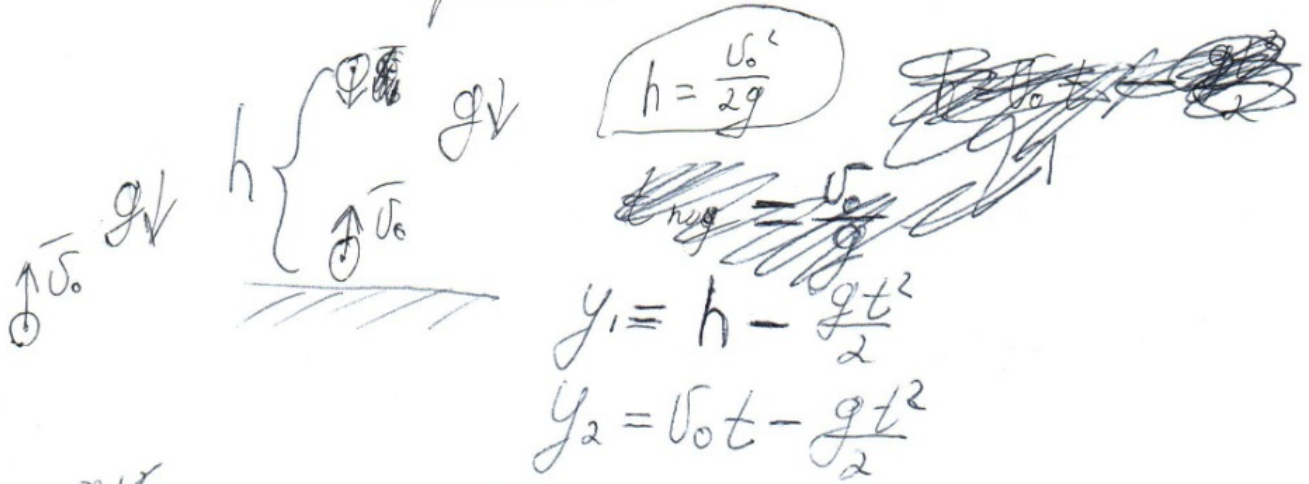
$\approx 0,001 \text{ кг}$

Ответ: 1) 13888,9 Па

2) 0,001 кг

Упроблек

✓1



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

$$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t \Rightarrow t_{\text{max}} = \frac{v_0}{2g}$$

$$t_{\text{total}} = t_{\text{up}} + t_{\text{max}} = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$$

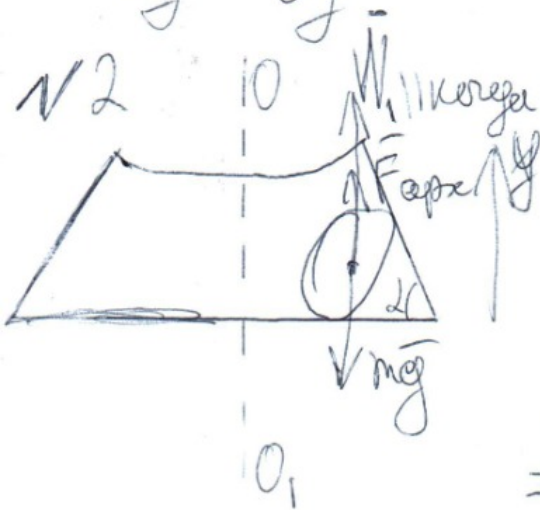
$$t_{\text{total}} = t_{\text{max}} = \frac{v_0}{2g}$$

$$\frac{t_{\text{total}}}{t_{\text{max}}} = \frac{3v_0}{2g} \cdot \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0 \cdot 2g}{2g v_0} = 3$$

$$h_{\text{max}} = v_0 t_{\text{max}} - \frac{gt_{\text{max}}^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g \frac{v_0^2}{4g^2}}{2} =$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{4v_0^2 - v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$$

✓2

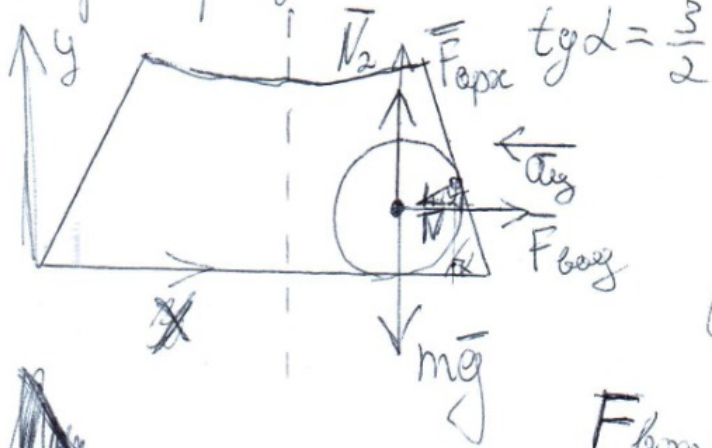


$N_1 + F_{\text{ср}} + mg = 0$
 ОУ: $N_1 + F_{\text{ср}} - mg = 0$

$$N_1 = mg - F_{\text{ср}} = 6\rho Vg - \rho g V = 5\rho g V = 5\rho g \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{20}{3}\pi \rho g R^3$$

Упроблек

2 (уражене)
кожа бружене



$$\sin^2 + \cos^2 = 1 \quad | : \cos^2$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{1}{\tan^2 \alpha + 1} = \frac{1}{\frac{1}{4} + 1} = \frac{4}{5}$$

$$\cos \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}} \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{5}} = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$N_2 + F_{apx} + \bar{N} + m\bar{g} + F_{boy} = m\bar{a}_{cy}$$

$$OY: F_{apx} + N_2 + m \cdot g - N_y = 0$$

$$OX: F_{boy} - N_x = -m a_{cy}$$

$$F_{boy} = \rho \frac{4}{3} \pi R^3 g = \frac{4}{3} \pi \rho R^3 g \quad R_0 = 2,5 R$$

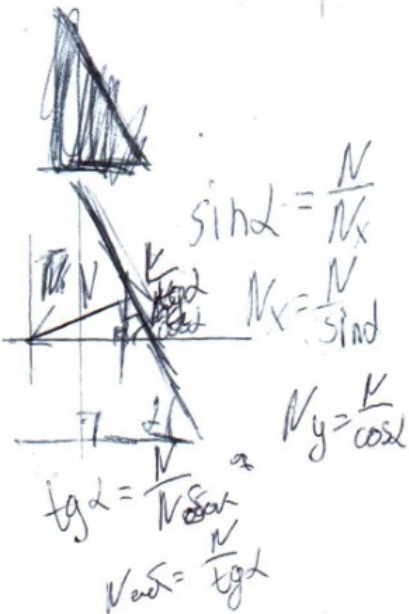
$$\frac{4}{3} \pi \rho R^3 g - N \sin \alpha = -6 \rho \frac{4}{3} \pi R^3 g$$

$$N = \frac{50}{3} \pi \rho R^3 g \sin \alpha$$

$$N_2 = m g + N_y - F_{apx} = 6 \rho \frac{4}{3} \pi R^3 g + \frac{50}{3} \pi \rho R^3 g \sin^2 \alpha - \rho g \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$= \rho g \frac{4}{3} \pi R^3 (20 + 25 \sin^2 \alpha)$$

$$= \rho g \frac{4}{3} \pi R^3 (20 + 25 \frac{1}{5})$$



$$\sin \alpha = \frac{N_y}{N}$$

$$N_x = \frac{N}{\sin \alpha}$$

$$N_y = \frac{N}{\cos \alpha}$$

$$\tan \alpha = \frac{N_y}{N_x} \Rightarrow N_x = \frac{N_y}{\tan \alpha}$$

3

$$t = 81^\circ C$$

$$V_2 = \frac{V_1}{7} = 1,7 \cdot 10^{-3} m^3$$

$$p_1 = 3,6 p_2$$

$$p_1 = 0,5 \cdot 10^5 Pa$$

$$V = 18 \cdot 10^{-3} m^3$$

$$R = 8,31 \frac{J}{mol \cdot K}$$

Умен.
м.к. објект брже брзоувањем в Траз,
а р брзоувањем в 3,6 пазе \Rightarrow уне нру
унае уменувани објект в 3,6 р. нар
Смал набузениум, а нредег. сматне
нубено к конгенциум. \Rightarrow

$$p_1 = 3,6 p_2 \Rightarrow p_1 = \frac{p_2}{3,6}$$

$$\frac{3,6 p_1}{7} = \frac{3,6 p_2}{7 M} R T$$

$$V_1 = 7 V_2$$

$$T = 354 K$$

$p_1 = ?$
21206477 (U883679 M1278742)

$m_n = ?$

мем 5

Часть 2

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

Шифр: **21206477**

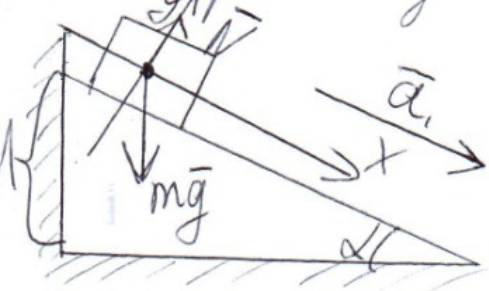
ID профиля: **883679**

Вариант 2

Учебник

№4

Рассмотрим случай, когда клин удерживаем:



Запишем II з. Ньютона для блока:

$$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}_1$$

OX: $mg \sin \alpha = ma_1$, OY: $N = mg \cos \alpha$

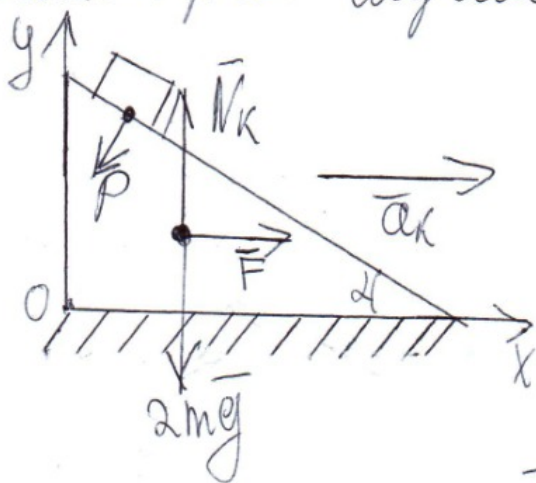
$$a_1 = g \sin \alpha = g \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{4}{5} g$$

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

, откуда длина наклонной части клина равна: $L = \frac{H}{\sin \alpha}$ и это же путь, который пройдет блок:

$$L = \frac{a_1 t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2L}{a_1}} = \sqrt{\frac{2 \frac{H}{\sin \alpha}}{g \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}} = \frac{5}{4} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

Рассмотрим случай, когда на клин действует сила F:



Запишем II з. Ньютона для клина:

$$\vec{N}_k + \vec{P} + \vec{F} + 2m\vec{g} = 2m\vec{a}_k$$

OX: $F - P \sin \alpha = 2ma_k$

$$a_k = \frac{F - P \sin \alpha}{2m}$$

По III з. Ньютона: $P = N = mg \cos \alpha$

$$= \frac{mg - mg \cos \alpha \sin \alpha}{2m} = 0,26g$$

За тем действием силы F на клин, на блок начнется движение вверх:

Запишем II з. Ньютона

$$\vec{F}_u + m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}_2$$

OX: $mg \sin \alpha - ma_k = ma_2$

$$a_2 = g \sin \alpha - a_k = 0,54g$$

$$L = \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2L}{a_2}} = \sqrt{\frac{2H}{0,8 \cdot 0,54g}} = \sqrt{\frac{H}{0,216g}}$$

Ответ: 1) $\frac{5}{4} \sqrt{\frac{2H}{g}}$
2) $0,26g$

3) $\sqrt{\frac{H}{0,216g}}$

мет 1

Устойчивость

$$\begin{aligned} \sqrt{5} \\ p_1 = p \quad V_1 = V \\ p_2 = 0,99p \quad V_2 = 1,02V \end{aligned}$$

Запишем Уравнение Клапейрона-Менделеева для 1 и 2 состояний газа:

$$pV = \nu RT_1 \quad (1)$$

$$1,02 \cdot 0,99pV = \nu RT_2 \quad (2)$$

Поделим 2 ур. на 1 ур.

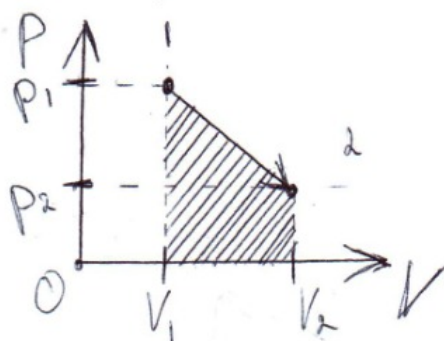
$$\frac{T_2}{T_1} = 1,0098 \text{ то есть в результате расширения}$$

газа увеличилась на: $\left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right) \cdot 100\% = 0,98\%$.

~~Пример~~ Запишем изменение внутренней энергии газа:

$$\Delta U = -A_2 + Q, \quad -A_2 \text{ т.к. газ расширяется.}$$

Для нахождения A_2 построим график процесса в осях p, V :



Работа газа, есть площадь фигуры ограниченной графиком, осями

$$\begin{aligned} A_2 &= \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{p + 0,99p}{2} (1,02V - V) = \\ &= 0,0199pV \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot \nu (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \\ &= \frac{3}{2} \cdot 0,0098 pV = 0,0147 pV \end{aligned}$$

$$Q = \Delta U + A_2 = 0,0147 pV + 0,0199 pV = 0,0346 pV$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{0,0346 pV}{0,0147 pV} \approx 2,35$$

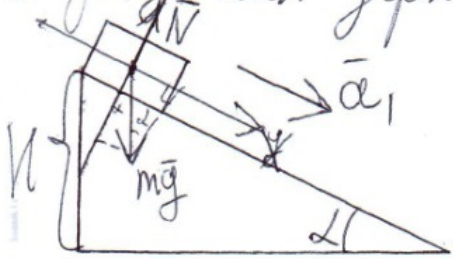
Ответ: 1) увеличиться на 0,98%.
2) 2,35

Упроблек

✓ 4

Корго у келен гепмем:

$$\sin \alpha = \frac{4}{5} \quad \cos \alpha = \frac{3}{5} \quad \frac{12}{25} \quad \frac{13}{25}$$



$$N + mg = ma$$

$$mg \sin \alpha = ma$$

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

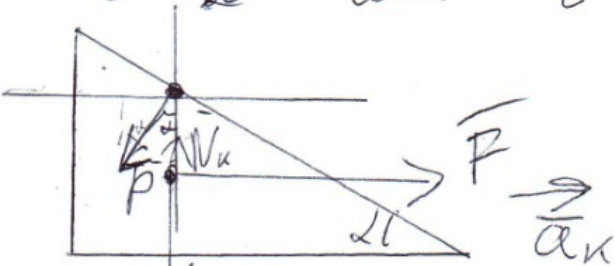
$$L = \frac{4}{\cos \alpha}$$

$$a_1 = g \sin \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha$$

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

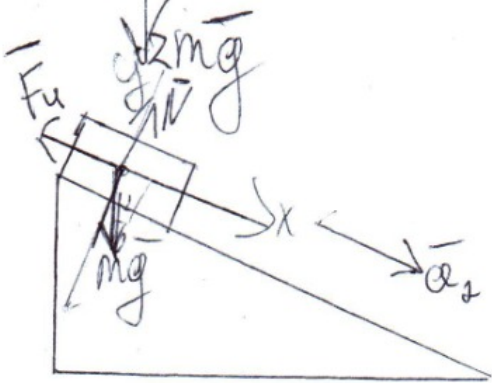
$$t = \sqrt{\frac{2H}{g \cos \alpha \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{24}{g \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}}} = 5 \sqrt{\frac{4}{6g}} = \frac{20}{\sqrt{6g}}$$



$$OX: F - N \sin \alpha = 2m a_k$$

$$a_k = \frac{F - mg \cos \alpha \sin \alpha}{2m}$$

$$= \frac{g(1 - \cos \alpha \sin \alpha)}{2} = 0,26g$$



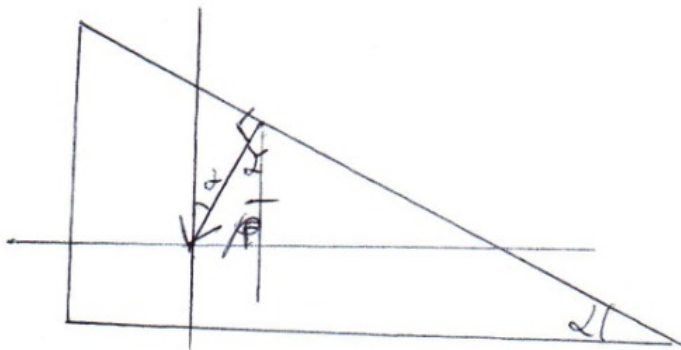
$$mg \sin \alpha - 0,26mg = ma_2$$

$$g(\frac{4}{5} - 0,26) = a_2 \Rightarrow a_2 = 0,54g$$

$$a_2 = 0,54g$$

$$t = \sqrt{\frac{H}{0,27g \cos \alpha}} = \sqrt{\frac{H}{0,162g}}$$

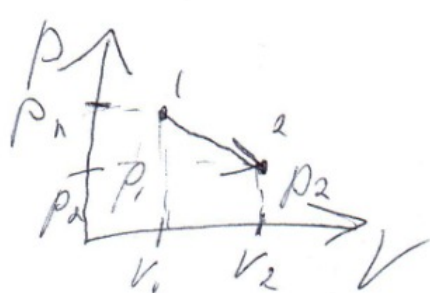
$$t = \frac{H}{\cos \alpha} = \frac{0,27g t^2}{2}$$



Задача

$p_1 = p$
 $V_1 = V$
 $p_2 = 0,99p$
 $V_2 = 1,02V$

$pV = \nu RT_1$
 $1,02V \cdot 0,99p = \nu RT_2$
 $\frac{T_2}{T_1} = 1,02 \cdot 0,99 = 1,0098$



Тяжелее на 0,98%

$\frac{T_2}{T_1} \cdot 100\%$
 2) $\frac{Q}{\Delta U} = ?$

$\Delta U = -A_2 + Q$
 $\Delta U = -\frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) + Q$

$\frac{3}{2} \nu R \Delta T = -\frac{1,99p}{2} \cdot 0,02V + Q$

$Q = \frac{3}{2} 0,0098 pV + 0,0199 pV = 0,0346 pV$

$\Delta U = \frac{3}{2} 0,0098 pV$

| |
|---|
| $\frac{Q}{\Delta U} = \frac{0,0346}{0,0147} \approx 2,35$ |
|---|