

# Часть 1

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

Шифр: **21205880**

ID профиля: **367003**

Вариант 1

$$H = v_0 t - \frac{g t^2}{2} \quad (\text{метров})$$

$$g t^2 - 2 v_0 t + 2H = 0$$

$$t = \frac{2v_0 + \sqrt{4v_0^2 - 8Hg}}{2g}$$

"+" т.к. в т.ч.

2 раза был измерен выходящий человек.

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

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

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

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

$$t = \frac{2\sqrt{\frac{8Hg}{3}} + \sqrt{\frac{32Hg}{3} - 8Hg}}{2g} = \frac{2\sqrt{\frac{8Hg}{3}} + \sqrt{\frac{8Hg}{3}}}{2g} =$$

$$= \frac{3\sqrt{\frac{8Hg}{3}}}{2g} = \frac{3\sqrt{\frac{2Hg}{3}}}{2g} = 3\sqrt{\frac{2Hg}{3g^2}} = \sqrt{\frac{6H}{g}}$$

Ответ: 1) n.1

$$v_0 = \sqrt{\frac{8Hg}{3}} \quad \text{— Ответ: на n.2}$$

$$3) \quad \int_{\text{пути}} = h + h - H = 2h - H = \frac{v_0^2}{g} - H = \frac{8Hg}{3g} - H =$$

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

— Ответ на n.3.

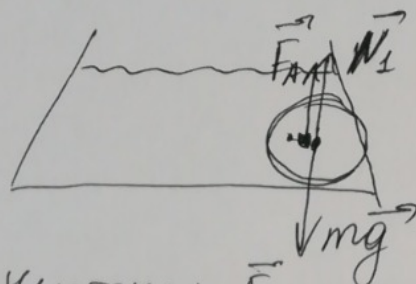
$$\boxed{2}$$

Ответ: 1)  $t = \sqrt{\frac{6H}{g}}$     2)  $v_0 = \sqrt{\frac{8Hg}{3}}$     3)  $S = \frac{5H}{3}$

$w$   
 $p$   
 $3p$   
 $R$   
 $2R$   
 $\text{tg}\alpha = 2$

дано  $[U_{\text{веревки}}] N_2$

Решение



не вращается

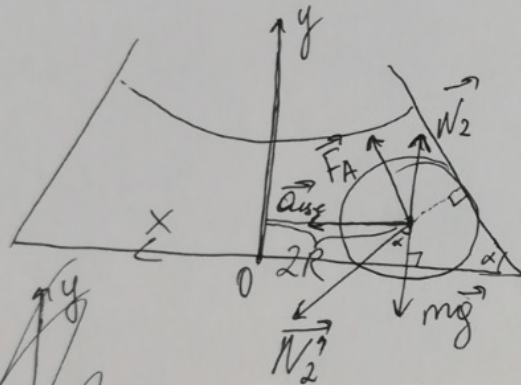
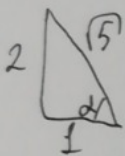
3

по II з. Ньютона:  $\vec{F} = m\vec{a}$   
 на Ox:  $F_A + N_1 - mg = 0$

$$V_{\text{шара}} = \frac{4\pi R^3}{3}$$

$$\begin{aligned}
 p N_1 &= 3p \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 g - p g \frac{4\pi R^3}{3} = \\
 &= 2p \frac{4\pi R^3}{3} g = \frac{8p\pi R^3 g}{3}
 \end{aligned}$$

- Ответ на ~~вопрос~~ п. 1

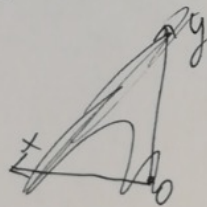
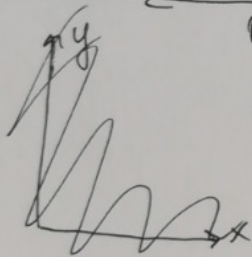


$N_2'$  - это сила гравитации шара на стенку

$$F_{Ay} = p g V_{\text{шара}}$$

$$F_{Ax} = p a_{yc} V_{\text{шара}}$$

$$\begin{aligned}
 v &= \omega r \\
 \omega &= \frac{v}{r} \\
 \omega^2 &= \frac{v^2}{r^2}
 \end{aligned}$$



II з. Ньютона:

$$\begin{aligned}
 a_{yc} &= \frac{v^2}{2R} = \\
 &= \omega^2 2R
 \end{aligned}$$

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

$$Ox: F_{Ax} + N_2' \sin\alpha = m a_{yc}$$

$$\text{ctg}\alpha = \frac{1}{2}$$

$$N_2' = \frac{m a_{yc} - F_{Ax}}{\sin\alpha}$$

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

$$= \text{ctg}\alpha \frac{m a_{yc} - F_{Ax}}{\sin\alpha} + mg - F_{Ay} =$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{ctg}\alpha \frac{3p \frac{4\pi R^3}{3} \omega^2 \cdot 2R - p \omega^2 \cdot 2R \cdot \frac{4\pi R^3}{3}}{2} + 3p \frac{4\pi R^3}{3} g - p g \frac{4\pi R^3}{3} =
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 4\pi R^4 \rho \omega^2 - \frac{4\pi R^4 \rho \omega^2}{3} + 4\pi R^3 \rho g - \frac{4\pi R^3 \rho g}{3} = \\
 &= \frac{8\pi R^4 \rho \omega^2}{3} + \frac{8\pi R^3 \rho g}{3} = \\
 &= \frac{8\pi R^3 \rho}{3} (R\omega^2 + g) \quad \text{— Ответ на п. 2}
 \end{aligned}$$

Ответ: 1)  $N_1 = \frac{8\rho\pi R^3 g}{3}$

2)  $N_2 = \frac{8\pi R^3 \rho}{3} (R\omega^2 + g)$

4

Дано:

$$m_n = 0,003 \text{ кг}$$

$$T = 354 \text{ К}$$

$$V_n \downarrow \text{ в } 3,5 \text{ раза}$$

$$p_n \uparrow \text{ в } 1,8 \text{ раза}$$

$$p_{\text{нп}} = 5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$\mu = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

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

№3. (шербук)

Теменир

Если бы количество пара было по

Начальное состояние газа:

$$pV = \frac{m_n RT}{\mu}$$

Т.к. при  $T = \text{const}$  если кол-во газа  $\nu = \text{const}$ , то

~~$pV = \text{const}$~~  но в данном случае

$$pV \neq \text{const} \Rightarrow \nu \neq \text{const}$$

$\Rightarrow$  пар конденсировался

$\Rightarrow$  пар находится в конечном состоянии

$$\Rightarrow \begin{cases} p_{\text{нп}} V = 3,5 \cdot \frac{m RT}{\mu} \\ p_{\text{н.п.}} V = 1,8 \frac{m_n RT}{\mu} \end{cases}$$

$$1,8p = p_{\text{нп}}$$

$$p = \frac{p_{\text{н.п.}}}{1,8} = \frac{5 \cdot 10^4}{1,8} \approx$$

$$\approx 27777,8 \text{ Па}$$

~~$$\mu = \frac{3,5 m}{1,8 m_n}$$~~

~~$$m_n = \frac{1,8 m \mu}{3,5}$$~~

~~$$m_n = \nu$$~~

~~$V'$  - конечный объем.~~  $V'$  - конечный объем

$$V' = \frac{V}{3,5} = \frac{1,8}{3,5} \frac{m_n RT}{p_{\text{н.п.}} \mu} = \frac{1,8 \cdot 0,003 \cdot 8,31 \cdot 354}{3,5 \cdot 0,018 \cdot 50000} \approx$$

$$\approx 0,005 \text{ м}^3 \quad (5 \text{ л})$$

5

Омбет:

(Тустовбек)

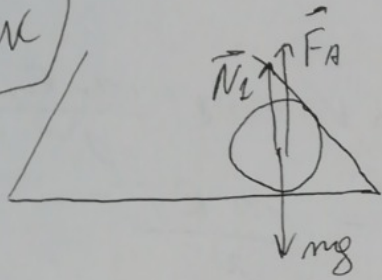
1)  $\rho = 27777,8 \text{ Па}$

2)  $V' = 0,005 \text{ м}^3$

6

теплое

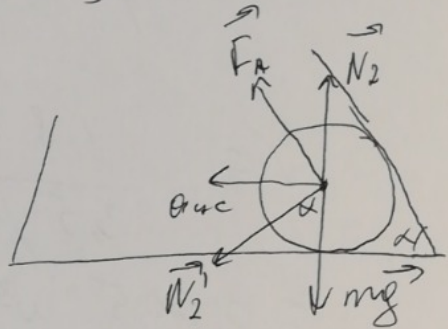
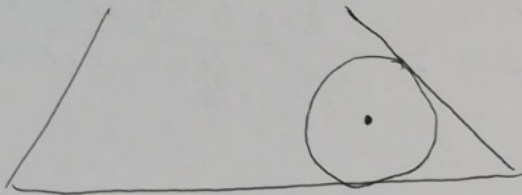
$N_2$



$$\rho g V + N_1 = mg$$

$$-\rho g \frac{4\pi R^3}{3} + \rho g \frac{4\pi R^3}{3} = N_1$$

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



$$v = \omega \cdot r$$

$$O_y: N_2 + F_{Ay} - N_2' \cos \alpha - mg = 0$$

$$O_x: F_{Ax} + N_2' \sin \alpha = m a_{uc}$$

$$a_{uc} = \frac{v^2}{r} = \frac{\omega^2 r^2}{r} = \omega^2 r^2 = \omega^2 R$$

$$F_{Ax} = \rho g a_{uc} V = \rho \omega^2 R \frac{4\pi R^3}{3}$$

$$F_{Ay} = \rho g \frac{4\pi R^3}{3}$$

$$N_2' = \frac{m a_{uc} - F_{Ax}}{\sin \alpha}$$

$$m = \rho \frac{4\pi R^3}{3} = \rho 4\pi R^3 \left(4 - \frac{4}{3}\right) = \frac{8}{3}$$

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

$$= \cancel{\cos \alpha} \left( \rho 4\pi R^3 \cdot \omega^2 R - \rho \omega^2 R \frac{4\pi R^3}{3} \right) - \frac{\rho g 4\pi R^3}{3} + \rho 4\pi R^3 g$$

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

$$= 4\rho\pi R^4 \omega^2 \left(1 - \frac{1}{3}\right) - \frac{\rho g 4\pi R^3}{3} = \frac{8\rho\pi R^4 \omega^2}{3} + \frac{\rho g 8\pi R^3}{3} =$$

$$= \frac{8\rho\pi R^3}{3} (R\omega^2 + 1)$$

# Термобек

$$m_n = 0,003 \text{ кг}$$

$$T = 354$$

$$p_{\text{нп}} \cdot 3,5 \text{ В} = 1,8 \frac{m_n R T}{\nu}$$

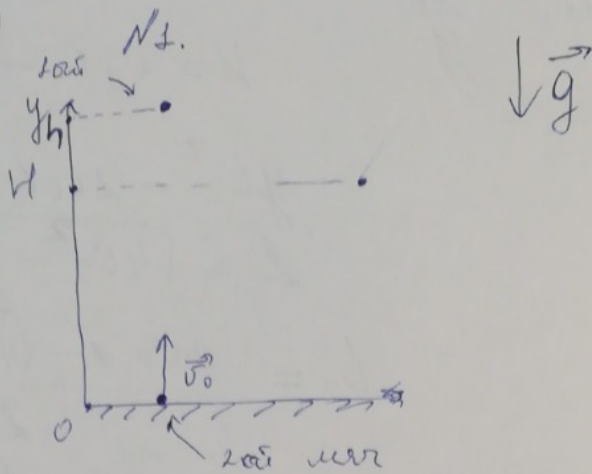
$$p_{\text{нп}} V = \frac{n R T}{\nu}$$

$$\rho = \frac{p_{\text{нп}}}{1,8} = \frac{50000}{1,8} \approx 27$$

$$V = \frac{1,8 m_n R T}{3,5 p_{\text{нп}} \nu} = \frac{1,8^{0,3} \cdot 0,003 \cdot 8,31 \cdot 354}{3,5 \cdot 1,8 \cdot 50000} = 0,005 \text{ м}^3$$



Термометр



$h$  - высота, на которой максимальная высота

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

↓ где  $t$ -но мига в момент, когда брошен и на макс. высоте

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

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

$$h = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \quad 0 = v_0 - gt_1 \quad t_1 = \frac{v_0}{g}$$

↑ время подъема по мига

$$h = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$$

~~$$H = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$~~

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

~~$$H = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$~~

$$H = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

~~$$t_2 = \frac{t_1}{2} \quad t_1 = 2t_2 \quad H = \frac{v_0^2}{g}$$~~

$$H = \frac{3v_0^2}{2g} - \frac{g \frac{9v_0^2}{4g^2}}{2} =$$

$$t_1 = \frac{3v_0}{2g}$$

$$t_2 = \frac{v_0}{2g}$$

$$= \frac{3v_0^2}{2g} - \frac{9v_0^2}{8g} =$$

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

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

$$t_{\text{погружения}_1} = \frac{v_0}{g}$$

$$t_{\text{погружения}_2} =$$

$$H = v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$g t_2^2 - 2 v_0 t_2 + 2H = 0$$

$$D = \sqrt{4v_0^2 - 8Hg}$$

$$t_2 = \frac{2v_0 \pm \sqrt{4v_0^2 - 8Hg}}{2g}$$

$$H = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$H = v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

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

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

$$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t_2 \quad t_2 = \frac{v_0}{2g}$$

$$v_0 = 2g t_2$$

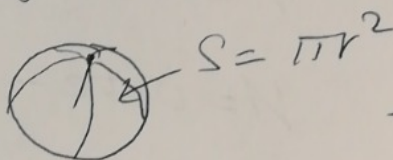
~~$$H = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$~~

$$t = \frac{2v_0 + \sqrt{4v_0^2 - 8Hg}}{2g}$$

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

$$t = \frac{2\sqrt{\frac{8Hg}{3}} + \sqrt{\frac{32Hg}{3} - 8Hg}}{2g} = \frac{3\sqrt{\frac{2Hg}{3}}}{g} =$$

18

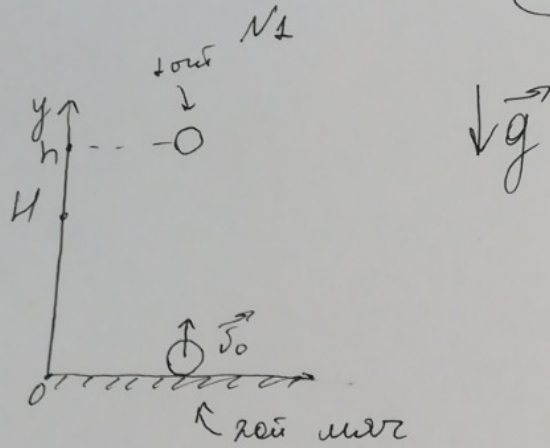


$$\frac{V}{2} = \frac{\pi r^3}{3} \cdot 2$$

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

Сферический

(Тестовик)



$h$  - макс. высота

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

где 1-ый мяч в момент, когда спуски и на макс. высоте.

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

$$0 = v_0 - gt_1 \quad t_1 = \frac{v_0}{g}$$

→ время подъема 1-го мяча

$$H = h + 0 \cdot t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$t_2$  - время полета 2-го мяча до столкновения.

$$H = H$$

$$h - H = \frac{gt_2^2}{2}$$

$$H = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

← подставить

$$h - v_0 t_2 + \frac{gt_2^2}{2} = \frac{gt_2^2}{2}$$

$$h = v_0 t_2$$

$$t_2 = \frac{h}{v_0} = \frac{v_0^2}{2g \cdot v_0} = \frac{v_0}{2g}$$

$$t = t_1 + t_2 = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$$

← время полета

второго мяча до столкновения

1

# Часть 2

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

Шифр: **21205880**

ID профиля: **367003**

Вариант 1

(Microbeam)

2)  $F - N_1 \sin \alpha = 3ma_k$

2

$N_1 = mg \cos \alpha + F \sin \alpha$

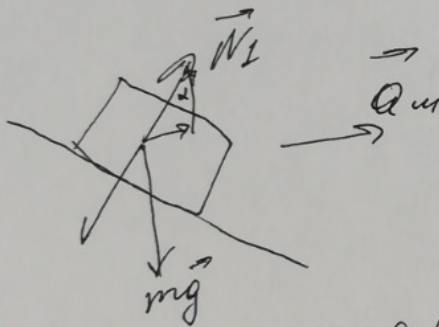
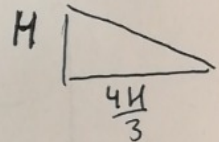
$F - (mg \cos \alpha + F \sin \alpha) \sin \alpha = 3ma_k$

$a_k = \frac{2mg - mg \cos \alpha \sin \alpha + 2mg \sin^2 \alpha}{3m}$

$= \frac{g(2 - \frac{12}{25} + \frac{18}{25})}{3} = \frac{g \frac{20}{25}}{3} = \frac{4g}{15}$

или  $g = 10 \frac{m}{c^2}$

$\approx 2 \frac{2}{3} \approx 2,67 \frac{m}{c^2}$



$N_1 \sin \alpha = ma_u$

$a_u = \frac{(mg \cos \alpha + 2mg \sin \alpha) \sin \alpha}{m} = g(\frac{12}{25} + \frac{18}{25}) = \frac{g \cdot 6}{5} = 12 \frac{m}{c^2}$

$a_{u'} = a_u - a_k = 12 - 2 \frac{2}{3} = 9 \frac{1}{3} = \frac{28}{3}$

pace no 0z

$\frac{4H}{3} = \frac{a_{u'} t^2}{2}$        $t = \sqrt{\frac{8H}{3a_{u'}}} = \sqrt{\frac{84}{28}} = \sqrt{\frac{24}{7}}$

Ответ:

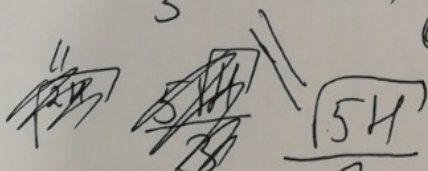
1)  $\frac{5 \sqrt{\frac{24}{g}}}{3}$

2) ~~4g~~

3)  $t = \sqrt{\frac{24}{g}}$

$g = 10 \frac{m}{c^2}$

$a_k \approx 2,67 \frac{m}{c^2}$



Дано:

N5 (Шифр)

$p \uparrow$  на 2%

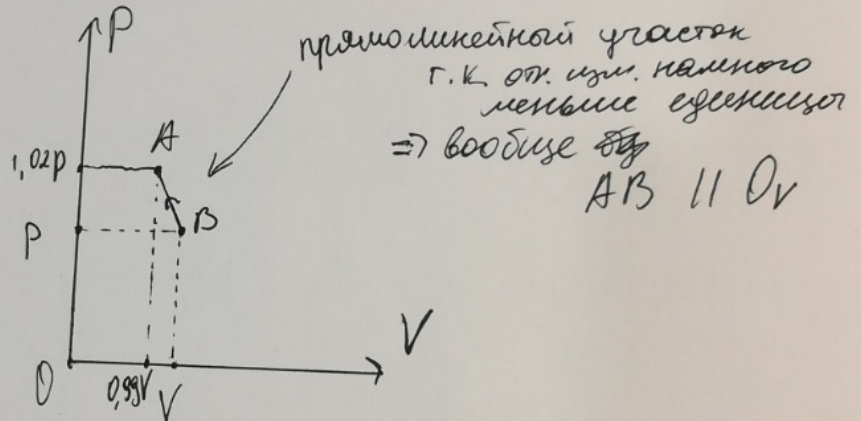
$V \downarrow$  на 1%

$$1) \begin{cases} pV = \nu RT \\ 1,02 p \cdot 0,99 V = \nu RT' \end{cases}$$

$$1,02 \cdot 0,99 = \frac{T'}{T} \quad T' = 1,02 \cdot 0,99 T$$

$$T' = 1,0098 T \Rightarrow \text{температура повышается } \approx 1\%$$

$$2) \frac{Q_H}{A} = \frac{1}{\eta} \leftarrow \text{кпд}$$



$$\Delta U = Q - A$$

$$\frac{3}{2} \nu R \Delta T = p \cdot 0,01 V = Q$$

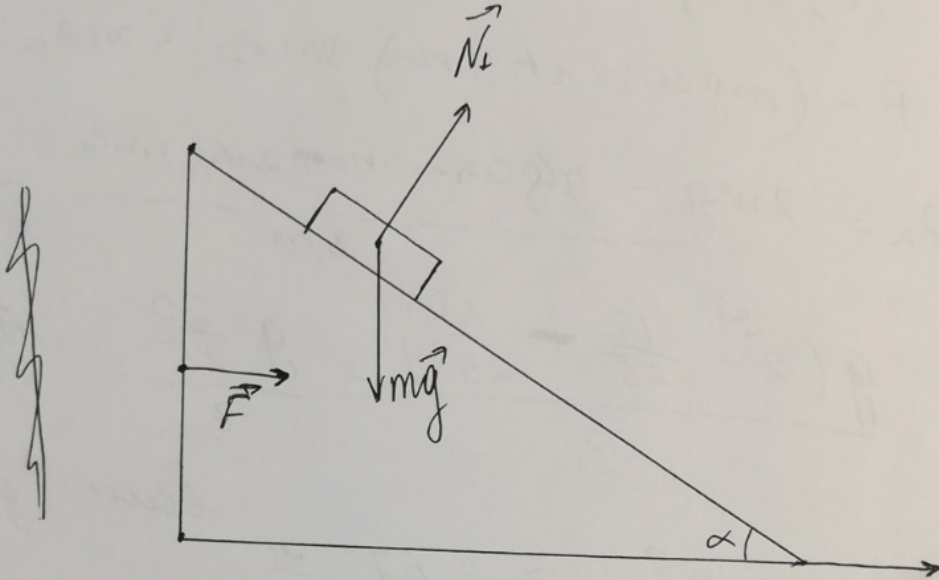
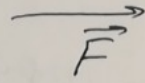
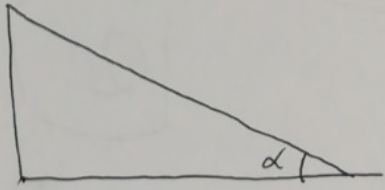
$$T' - T = (1,0098 - 1) \frac{pV}{\nu R} = 0,0098 \frac{pV}{\nu R}$$

$$Q = \cancel{1,5 \nu R T} \cdot 0,0147 pV - 0,01 pV = 0,0047 pV$$

$A < 0$  т.к.  $V$  уменьшился.

$$\frac{Q}{A} = - \frac{0,0047 pV}{0,01 pV} = -0,47 \quad \boxed{3}$$

Ответ: 1)  $\rightarrow$  увеличилась на 0,98%  
 увеличилась на  $\approx 1\%$  2)  $-0,47$   
 если точно 0,98%



Терстобрук

$$N_L = mg \cos \alpha + F \sin \alpha$$

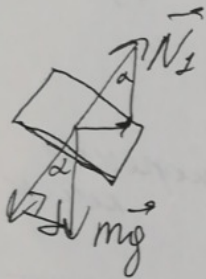
$$F - (mg \cos \alpha + F \sin \alpha) \sin \alpha = 3ma_z$$

$$a_z = \frac{2mg - mg \cos \alpha \sin \alpha - 2mg \sin^2 \alpha}{3}$$

$$= \frac{g \left( 2 - \frac{12}{25} - \frac{18}{25} \right)}{3} = \frac{10 \frac{20}{25}}{3} = \frac{40}{15} =$$

$$= 2 \frac{2}{3} \frac{m}{c^2}$$

represent



$$N_L \sin \alpha = ma_m$$

~~$$87 \frac{28}{29}$$~~

$$a_m = \frac{(mg \cos \alpha + 2mg \sin \alpha) \sin \alpha}{2}$$

$$= g \left( \frac{12}{25} + \frac{18}{25} \right) = 10 \frac{30}{25} = 12$$

$$a_m = 9 \frac{1}{3} = \frac{28}{3}$$

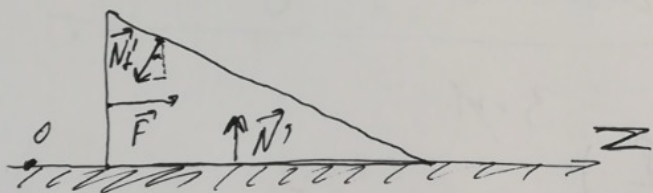
$$\frac{4H}{3} = \frac{at^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{8H}{3a}} = \sqrt{\frac{84}{28}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 21}{7 \cdot 4}} =$$

$$\frac{5 \sqrt{\frac{24}{10}}}{3} \sqrt{\frac{24}{7}} = \sqrt{\frac{24}{1}} = 2.5 \sqrt{1,3} = \frac{24}{10} \sqrt{9 \frac{24}{7}}$$



III 3. Короткая на кучи действует сила  $\vec{N}_1' = -\vec{N}_1$



III 3. Короткая:  $\vec{F} = m\vec{a}$

$Oz: F - N_1' \sin \alpha = 3ma_2$

$N_1 = N_1' = mg \cos \alpha$

$2mg - mg \cos \alpha \sin \alpha = 3ma_2$

$g(2 - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5}) = a_2$

$a_2 = g(\frac{50-12}{25 \cdot 3}) =$

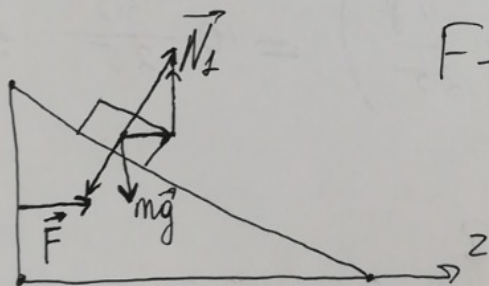
$= g(\frac{38}{25 \cdot 3}) = 10 \cdot \frac{38}{75} \approx$

$\approx 5,07 \frac{m}{c^2}$

← ускорение кучи

Зеркало

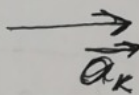
3)



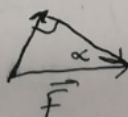
$F - N_1 \sin \alpha = 3ma_2$

на шарики более действует сила  $\vec{F} \approx m\vec{g}$

но режет кучи



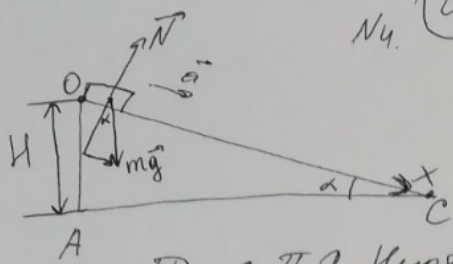
П.С



$F \sin \alpha$

$N_1 = mg \sin \alpha \cos(\alpha + \arcsin(\frac{mg \cos \alpha + F \sin \alpha}{mg}))$

$N \sin mg \cos \alpha \sin \alpha$



$N_4$  (шестерки)

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

$$\sin \alpha = \frac{3}{5}$$

1) По II з. Ньютона:  $\vec{F} = m\vec{a}$

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

~~Ох Oz:~~  $mg \sin \alpha = ma$

$$a = g \sin \alpha$$

~~Ox || OA || OB~~

Ox || OC

$\triangle AOC \angle OAC = 90^\circ$

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

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

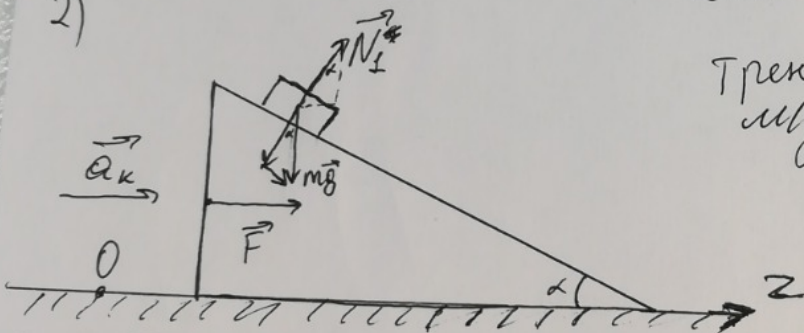
$$\frac{at^2}{2} = \frac{H}{\sin \alpha}$$

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

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}} = \frac{\sqrt{\frac{2H}{g}}}{\sin \alpha} = \frac{5\sqrt{\frac{2H}{g}}}{3}$$

~~отсюда на n/1~~

2)



Трение между клином и стилом, между шестеркой и клином нет

1

~~Так как клин движется поступательно, без ускорения  $\Rightarrow$  по I з. Н на II з. Ньютона на клин действует сила  $\vec{N}'_1 = -\vec{N}_1$~~

~~По II з. Ньютона:~~

~~$\vec{F} + \vec{N}'_1 = 0 \Rightarrow \vec{F} = -\vec{N}'_1 \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha$~~

~~на Oz:  $F - N_1 \sin \alpha = 0 \Rightarrow F = N_1 \sin \alpha$~~

~~$2mg = mg \cos \alpha \sin \alpha$~~