

# Часть 1

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

Шифр: **21204582**

ID профиля: **805966**

Вариант 1

№1.

 $v_0$  - нач. скорость ; $H_{\max}$  - максимальная высота, достигаемая шариком1)  $t$  - время полета второго мяча до столкновения ;

Расстояние, пройденное вторым шариком до столкновения (номера шариков указаны на рисунке) :

$$H = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad (1)$$

Расстояние, пройденное первым шариком за время  $t$  от точки, удаленной от поверхности на расстояние  $H_{\max}$ , вертикально вниз :

$$H_1 = H_{\max} - H = \frac{gt^2}{2} \quad (2)$$

$$H_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} \quad (3)$$

Подставив ур-е (3) в (2) и ур-е (1) в (2), получим :

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

$$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t \Rightarrow v_0 = 2gt \quad (4)$$

Подставим  $v_0$  в ур-е (1) :

$$H = 2gt^2 - \frac{gt^2}{2} = \frac{3}{2}gt^2 \Rightarrow$$

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

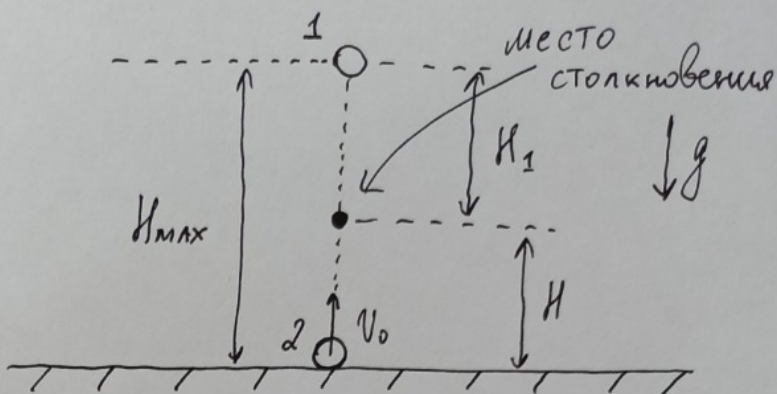
2) Подставим  $t$  в ур-е (4) :

$$v_0 = 2gt = 2g \cdot \sqrt{\frac{2H}{3g}} = \sqrt{\frac{8gH}{3}}$$

3)  ~~$S$  - расстояние, пройденное~~ $S$  - путь, пройденный первым шариком от точки старта до столкновения.

$$S = H_{\max} + H_1 = \frac{v_0^2}{2g} + \left( \frac{v_0^2}{2g} - H \right) = \frac{v_0^2}{2g} - H = \frac{8H}{3} - H = \frac{5H}{3}$$

Ответ: 1)  $t = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$ ; 2)  $v_0 = \sqrt{\frac{8gH}{3}}$ ; 3)  $\frac{5H}{3}$  лист 1 из 3



№3.

$$1) T_0 = 81^\circ\text{C} = 354\text{K}$$

$$m = 3\text{г} = 0,003\text{кг}$$

$$P_{\text{нас}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{Па}$$

Запишем ур-ие Менделеева - Клапейрона для начального состояния:

$$(1) P_0 V_0 = \frac{m}{\mu} R T_0, \text{ где } P_0 \text{ и } V_0 - \text{начальные давление и объем соответственно.}$$

Для конечного состояния:

$$1,8 P_0 \cdot \frac{V_0}{3,5} = \frac{m_x}{\mu} R T_0, \text{ где } m_x - \text{конечная масса пара.}$$

Видно, что  $m_x < m_0$ , значит часть пара сконденсировалась, а значит пар стал насыщенным, т.к. наступило равновесие.

$$\text{Тогда: } 1,8 P_0 = P_{\text{нас}} \Rightarrow P_0 = \frac{P_{\text{нас}}}{1,8} = \frac{5}{18} \cdot 10^5 \text{Па} \approx$$

$$2) \quad \approx 28\,000 \text{Па}$$

$V$  - конечный объем пара.

$$V = \frac{V_0}{3,5}$$

Из ур-ия (1) найдем  $V_0$ :

$$V_0 = \frac{m R T_0}{\mu P_0} \approx 0,1765 \text{ м}^3 = 17650 \text{ см}^3$$

Тогда:

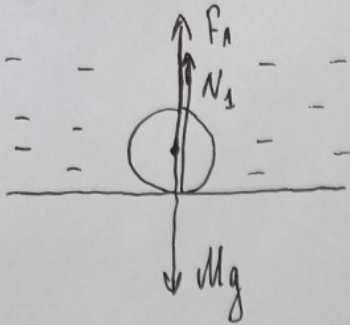
$$V = \frac{V_0}{3,5} \approx 5043 \text{ см}^3$$

Ответ: 1)  $P_0 = 28\,000 \text{Па}$ ;

2)  $V = 5043 \text{ см}^3$ .

№2.

1)



Т.к. тело покоится, сумма всех сил равна 0:

$$0 = Mg - F_A - N_1, \text{ где } M - \text{масса шара};$$

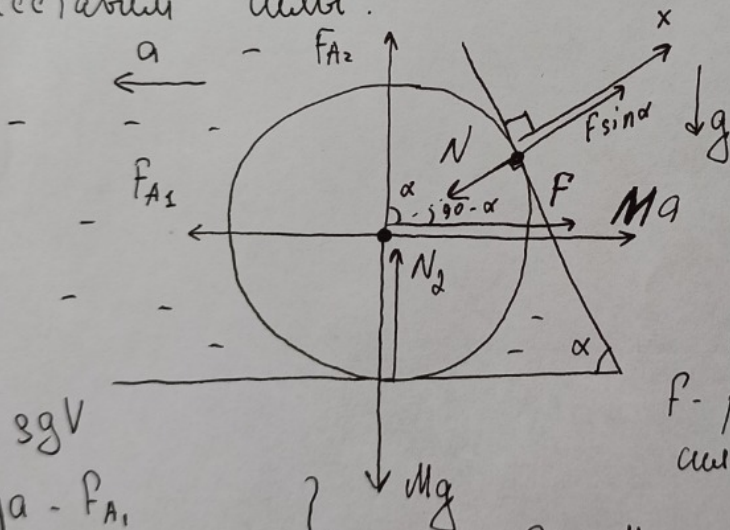
$F_A$  - сила Архимеда;

$N_1$  - сила реакции опоры;

$$N_1 = 3\rho \cdot Vg - \rho gV = 2\rho gV = \frac{8}{3}\rho g \cdot \pi R^3, \text{ где } V = \frac{4}{3}\pi R^3 - \text{объем шара}$$

2)

Расставим силы:



$a$  - центробежное ускорение

$F_{A1}$  - горизонтальная сила Архимеда

$F_{A2}$  - вертикальная сила Архимеда

$$a = \omega^2 \cdot 2R$$

$F$  - результирующая сила сил  $Ma$  и  $F_{A1}$ .

$$F_{A2} = \rho gV$$

$$F = Ma - F_{A1}$$

$$\left. \begin{aligned} F_{A1} = \rho gVa \\ F_{A2} = \rho gV \end{aligned} \right\} \Rightarrow F = Ma - \rho gVa = 3\rho gVa - \rho gVa = 2\rho gVa.$$

Спроецируем силу  $F$  на ось  $x$  и найдем  $N$ :

$$N = F \sin \alpha.$$

Спроецируем все силы на вертикальное направление:

$$Mg - F_{A2} - F \sin \alpha \cos \alpha = N_2,$$

$$N_2 = 3\rho gV - \rho gV - \rho gVa \cdot \sin 2\alpha = 2\rho gV - \rho gVa \sin 2\alpha = \rho V(2g - 2\omega^2 R \sin 2\alpha) =$$

$$= \frac{4}{3}\rho \pi R^3 (2g - 1,6\omega^2 R).$$

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

2)  $\frac{4}{3}\rho \pi R^3 (2g - 1,6\omega^2 R)$

Черновик



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

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

$$1) \quad \frac{gt^2}{2} = H_{\max} - H = \frac{v_0^2}{2g} - v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

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

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

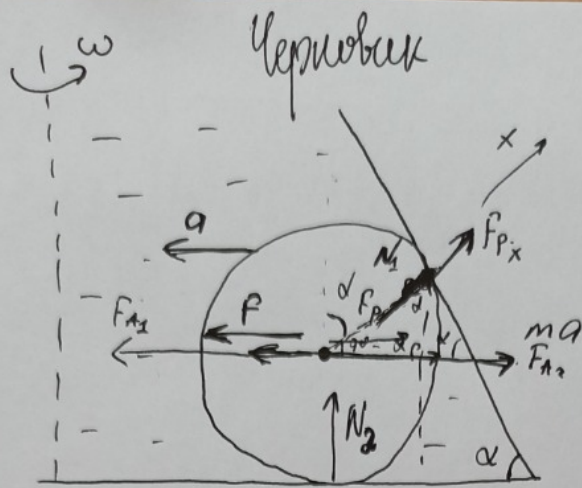
$$H = 2gt^2 - \frac{gt^2}{2} = \frac{3}{2}gt^2$$

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

$$2) \quad v_0 = 2gt = \sqrt{\frac{2H}{3g}} \cdot 2g = \sqrt{\frac{4g^2 \cdot 2H}{3g}} = \sqrt{\frac{8}{3}gH} =$$

$$3) \quad S = H_{\max} + (H_{\max} - H) = 2H_{\max} - H = \frac{2v_0^2}{2g} - H = \frac{v_0^2}{g} - H =$$

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



$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{2 \sin \alpha \cos \alpha}{2 \cos^2 \alpha} = \frac{\sin 2\alpha}{2 \cos^2 \alpha} = \\ &= \frac{\sin 2\alpha}{2(1 - \sin^2 \alpha)} = \frac{\sin 2\alpha}{2 - 2 \sin^2 \alpha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_p &= ma - F_{A1} \\ F_p + F_{A1} &= ma \end{aligned}$$

$$F_{p2} = ma - F_{A1} = ma - gVa = 3gVa - gVa = 2gVa = 2gV \cdot \omega^2 \cdot 2R = 4\omega^2 RgV$$

$$F_{p2} \sin \alpha = N_1 \quad \begin{aligned} -F_p - F_{A1} &= ma \\ ma - F_{A1} &= F_p \\ F_p + F_{A1} &= ma \end{aligned}$$

$$N_1 \cos \alpha + mg = F_{A2} + N_2 \quad \begin{aligned} F_{A1} - F_p &= ma \\ F_p &= ma - F_{A1} \end{aligned}$$

$$N_2 = N_1 \sin \alpha \cos \alpha + mg - F_{A2} = 2gV + N_1 \omega^2 R = \sqrt{V}$$

$$= 2gV + 4\omega^2 RgV \sin \alpha \cos \alpha = 2gV + \omega^2 RgV \cdot 2 \sin 2\alpha =$$

$$= 2gV + 0,8\omega^2 RgV = gV(2 + 0,8\omega^2 R)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \frac{4\omega^2 RgV}{g^2}}} \Rightarrow \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot (1 - \sin^2 \alpha) = \sin^2 \alpha$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha = \sin^2 \alpha (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{\operatorname{tg}^2 \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \quad F_p - F_{A1} = ma$$

$$2 \operatorname{tg} \alpha - 2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\operatorname{tg}^2 \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} = \sin^2 \alpha$$

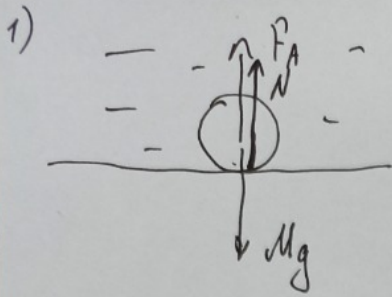
$$4 - \frac{2 \cdot 8}{1 + 4} = 4 - \frac{16}{5} = \frac{20 - 16}{5} = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$\frac{ma - F_{A1}}{\sin \alpha} = N_1 \cos \alpha \sin \alpha$$

$$ma - F_p = F_{A1}$$

$$F_p + mg - F_{A1} + F_{A2} \cos \alpha = N_1$$

№2. Черновик



$$1,8 = 1 \frac{8}{10} = 1 \frac{4}{5} = \frac{9}{5}$$

$$\frac{1}{1,8} = \frac{5}{9} \cdot 0,5 = \frac{5}{18}$$

$$N_1 = Mg - F_A = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot 3g \cdot g - 9g \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 = 3gVg - 9gV = 2gVg =$$

$$= 2 \cdot 9 \cdot g \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{8}{3} 9 \pi R^3 g$$

$$10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 =$$

$$100,000 \cdot 0,27777$$

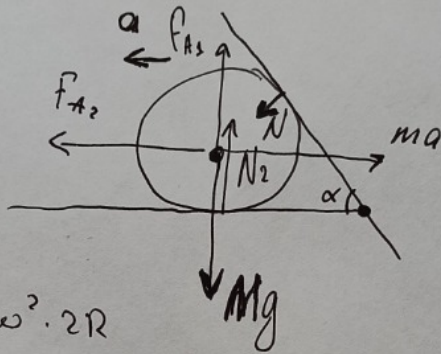
$$100^3 \text{ cm}$$

$$100 \cdot 100 \cdot 100 =$$

$$= 1000000$$

$$10^6$$

2)  $N_2 = ?$



$$F_{A2} = 9ga = 9g \cdot \omega^2 \cdot 2R$$

№3.

$m_x < m_0 \rightarrow$  разить конгенс.

$$P_0 V_0 = \frac{m_0}{\mu} R T_0 \Rightarrow V_0 = \frac{m_0 R T_0}{\mu P_0} =$$

~~$$P_0 V_0 = \frac{m_0}{\mu} R T_0$$~~

$$\frac{1,8 P_0}{3,5} V_0 = \frac{m_x}{\mu} R T_0$$

$$1,8 P_0 = P_{\text{нас}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_k: \frac{V_0}{3,5} = \frac{m_0 R T_0}{\mu P_0 \cdot 3,5}$$

# Часть 2

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

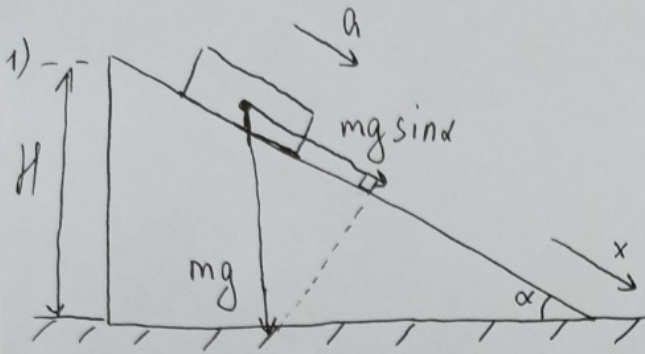
Шифр: **21204582**

ID профиля: **805966**

Вариант 1



№4.



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

Второй закон Ньютона в проекции на ось X:

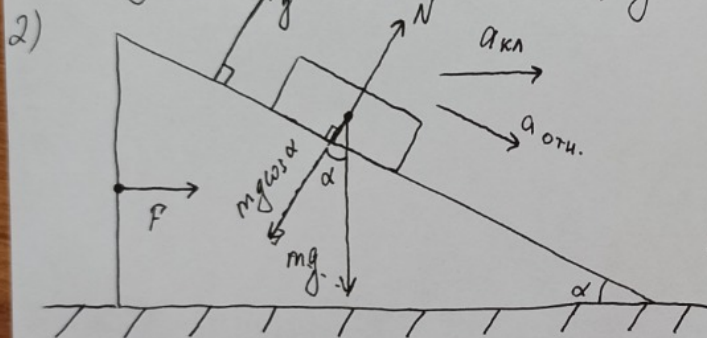
$mg \sin \alpha = ma,$

$g \sin \alpha = a$

↑  
ускорение бруска

$\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{at^2}{2} = \frac{gt^2 \sin \alpha}{2}$ , где  $t$  - время съезда шайбы с клина

$2H = gt^2 \sin^2 \alpha, \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}} = \frac{1}{\sin \alpha} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{5}{3} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} \approx 2,36 \sqrt{\frac{H}{g}}$



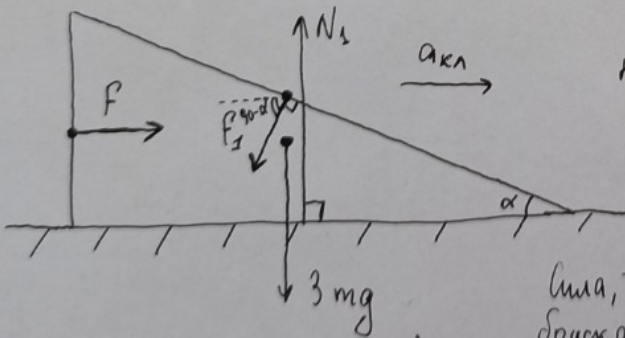
$a_{кл}$  - ускорение клина;

$a_{отн.}$  - ускорение бруска относительно клина;

Второй закон Ньютона в проекции на ось y:

$N - mg \cos \alpha = ma_{кл} \sin \alpha$

$N = m(g \cos \alpha + a_{кл} \sin \alpha)$ . Рассмотрим силы, действующие на клин:



Второй закон Ньютона в проекции на горизонтальное направление:

$F - F_1 \sin \alpha = (3m + m) a_{кл};$

$F_1 = N = m(g \cos \alpha + a_{кл} \sin \alpha);$

Сила, действующая на клин со стороны бруска.  $\vec{F}_1 = -\vec{N}$

Отсюда находим  $a_{кл}$ :

$2mg - mg \sin \alpha \cos \alpha - ma_{кл} \sin^2 \alpha = 4ma_{кл}, | : m$

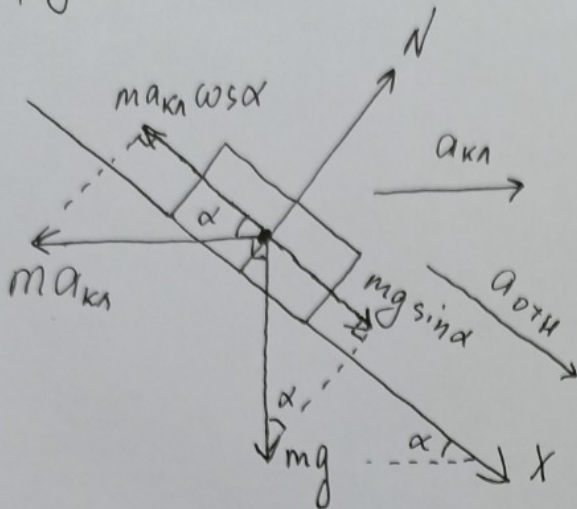
$(2 - \sin \alpha \cos \alpha) g = a_{кл} (4 + \sin^2 \alpha),$

$a_{кл} = g \cdot \frac{2 - \sin \alpha \cos \alpha}{4 + \sin^2 \alpha} = g \cdot \frac{2 - 12/25}{4 + \frac{9}{25}} = \frac{38}{109} g \approx 0,35 g.$

Продолжение на листе 2

Продолжение №4.

3)



Второй закон Ньютона в проекции на ось X:

$$mg \sin \alpha - m a_{kn} \cos \alpha = m a_{отн}, \quad | : m$$

$$g \sin \alpha - a_{kn} \cos \alpha = a_{отн}.$$

$\tau$  - время спуска шайбы в этом случае.

$$\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{a_{отн} \tau^2}{2},$$

$$2H = a_{отн} \tau^2 \sin \alpha = \tau^2 (g \sin^2 \alpha - a_{kn} \sin \alpha \cos \alpha) = \tau^2 \left( \frac{9}{25} g - \frac{38}{109} \cdot \frac{12}{25} g \right) =$$

$$= g \tau^2 \cdot \frac{3}{25} \cdot \left( 3 - \frac{38 \cdot 4}{109} \right) = \frac{175 \cdot 3}{109 \cdot 25} g \tau^2 = \frac{21}{109} g \tau^2.$$

$$218H = 21g\tau^2,$$

$$\tau = \sqrt{\frac{218}{21}} \cdot \sqrt{\frac{H}{g}} \approx 3,22 \sqrt{\frac{H}{g}}.$$

Ответ: 1)  $\frac{5}{3} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} \approx 2,36 \sqrt{\frac{H}{g}};$

2)  $\frac{38}{109} g \approx 0,35 g;$

3)  $\sqrt{\frac{218}{21}} \cdot \sqrt{\frac{H}{g}} \approx 3,22 \sqrt{\frac{H}{g}};$

N5

Чистовик

Вариант 10-01

- 1)  $P, V$  - нач. давление и объем соответственно.  
 $\Delta P, \Delta V$  - изменения давления и объема соответственно.

Запишем ур-ие Менделеева-Клапейрона для начального и конечного состояний:

$$PV = \nu RT, \quad (1)$$

$$(P + \Delta P)(V + \Delta V) = \nu R(T + \alpha T), \quad (2)$$

Рассмотрим 2-ое ур-ие:

$$(P + \Delta P)(V + \Delta V) = \nu R(T + \alpha T) = \nu RT(\alpha + 1) = PV(\alpha + 1),$$

$$PV + 0,02PV - 0,01PV = PV(\alpha + 1),$$

$$1 + 0,01 = \alpha + 1,$$

$$\alpha = 0,01.$$

Температура увеличилась на 1%

- 2) Т.к. изменение давления мало, то:

$$A = p \Delta V = -0,01 PV \quad \text{— работа газа.}$$

Кол-во теплоты, полученное газом:

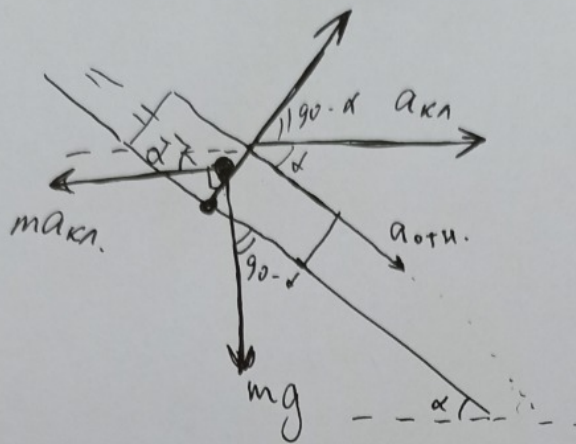
$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R \cdot \alpha T - 0,01 PV = \frac{3}{2} PV(\alpha - 0,01) = PV(1,5\alpha - 0,01) = 0,005 PV.$$

$$\beta = \frac{Q}{A} = \frac{0,005 PV}{-0,01 PV} = -0,5 = -\frac{1}{2}.$$

Ответ: 1) увеличится на 1% ;

$$2) \frac{Q}{A} = -\frac{1}{2}.$$

Черновик



$$mg \sin \alpha - m a_{kn} \cos \alpha = m a_{otu}$$

$$g \sin \alpha - a_{kn} \cos \alpha = a_{otu}$$

$$\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{a_{otu} t^2}{2} =$$

$$2H = (a_{otu} \sin \alpha) \cdot t^2 = t^2 \cdot (g \sin^2 \alpha - a_{kn} \cdot \sin \alpha \cos \alpha) =$$

$$= t^2 \cdot \left( \frac{9}{25} g - \frac{38}{109} \cdot \frac{12}{25} g \right) = g t^2 \cdot \frac{3}{25} \left( 3 - \frac{38 \cdot 4}{109} \right) =$$

$$= \frac{175 \cdot 3}{109 \cdot 25} \cdot g t^2 = \frac{525}{109 \cdot 25} g t^2 = \frac{21}{109} g t^2;$$

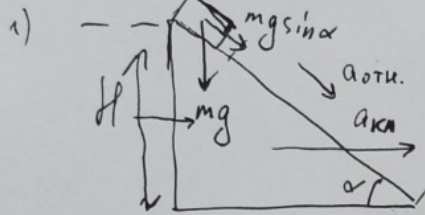
$$218H = 21g t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{218}{21}} \cdot \sqrt{\frac{H}{g}} \approx 3,227 \sqrt{\frac{H}{g}}$$

Чепробак.

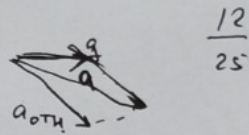
$$\sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

№4.



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

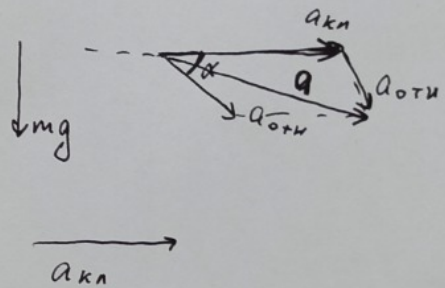
$$\sin \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \sin^2 \alpha = \frac{9}{25} \Rightarrow \frac{1}{\sin^2 \alpha} = \frac{25}{9}$$



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

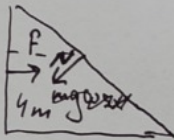
$$2H = g t^2 \sin^2 \alpha$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{25}{9}$$



2)

Азв



$$-mg \cos \alpha + N = m a_{KH}$$

$$N = m a_{KH} \sin \alpha + mg \cos \alpha = m(a_{KH} \sin \alpha + g \cos \alpha)$$

$$N = m(a_{KH} \sin \alpha + g \cos \alpha)$$

$$F - N \sin \alpha = 4m a_{KH}$$

$$2mg - m a_{KH} \sin^2 \alpha - mg \cos \alpha \sin \alpha = 4m a_{KH}$$

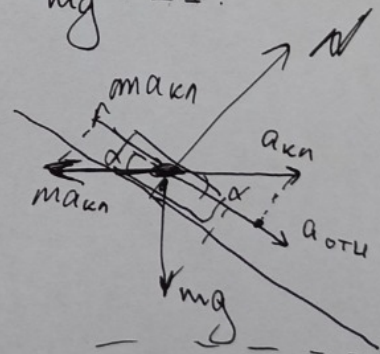
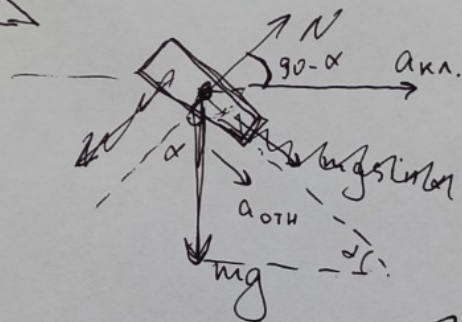
$$2g - g \cos \alpha \sin \alpha = a_{KH} (4 + \sin^2 \alpha)$$

$$2g - \frac{12}{25}g = a_{KH} (4 + \frac{9}{25}) = a_{KH} \frac{129}{25}$$

$$\frac{38}{25}g = \frac{129}{25}a_{KH}$$

$$\boxed{a_{KH} = g}$$

$$a_{KH} = \frac{38}{129}g$$



$$mg \sin \alpha - m a_{KH} \cos \alpha = m a_{0TH}$$

$$g \sin \alpha - \frac{38}{129} g \cos \alpha = a_{0TH}$$

$$\frac{3}{5} - \frac{38}{129} \cdot \frac{4}{5} = 0,36g$$

Упробав

$pV = \nu RT$

~~$(p + 0,02p)(V - 0,01V) = \nu R(T + \alpha T) = (\alpha + 1)\nu RT.$~~

$\frac{1}{1,02 \cdot 0,99} = \frac{1}{\alpha + 1}$

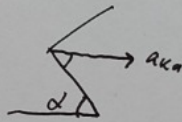
$\alpha + 1 = 1,02 \cdot 0,99$

$\alpha = 1,02 \cdot 0,99 - 1 = 0,0098$

Уменьшась на 0,98%  $\approx 1\%$

$(p + dp)(V + dV) = pV + p dV + V dp + dp dV = pV + p dV + V dp = \alpha \nu R T$

$A = \nu R T$



$A = \alpha \nu R T - \nu p - pV = (\alpha - 1)\nu R T - V \cdot 0,02p =$

$= (\alpha - 1 - 0,02) pV = -1,0102 pV$

$Q = A + \delta u = \frac{3}{2} \nu R \cdot \alpha T + A = pV \left( \alpha \cdot \frac{3}{2} - 1,0102 \right) =$   
 $= -0,9955 pV \left( \alpha \cdot \frac{3}{2} - 0,0102 \right)$

$\frac{Q}{A} = \frac{p + dp}{p} \frac{V + dV}{V} = \frac{p + dp}{p} \frac{V + dV}{V} = pV + p dV + \delta pV + 0 = \nu R T (\alpha + \epsilon)$

$\frac{Q}{A} = \frac{0,0045}{-0,0102} =$   
 $A = \nu pV (\alpha + \epsilon) - pV - \nu p = 1\%$   
 $= \alpha pV - V \cdot 0,02p =$   
 $= (\alpha - 0,02) pV = \boxed{-0,0102 pV = A}$

$\frac{Q}{A} = 0,44$

$\alpha + \epsilon = \frac{pV - 0,01 pV + 0,02 pV}{pV} = 1 - 0,01 + 0,02 = 1 + 0,01$