

# Часть 1

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

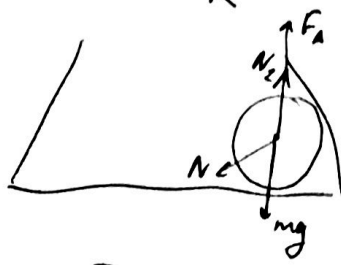
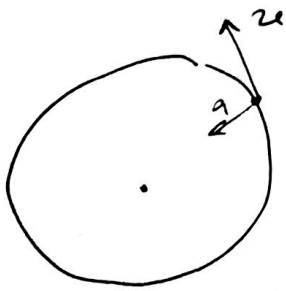
Шифр: **21204196**

ID профиля: **169069**

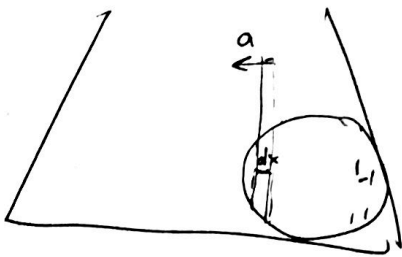
Вариант 2

Чертовик

$$v = \frac{R_1}{R_2} \frac{a^2}{R} = \omega^2 R \quad a = \omega R$$



$$ma = \tau_{\text{сфер}} = \sin \alpha N$$
$$m\omega R = \sin \alpha N$$



$$pVa = pV(\omega^2 R)$$

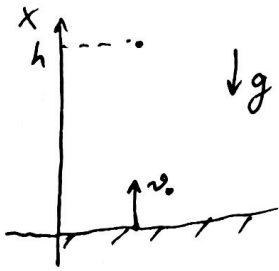
$$t = 81^\circ \text{C} = 273 + 81 = 354 \text{ K}$$

$$pV = \nu RT \quad V_1 = 11,9 \quad R_1 =$$

$$\mu V = m$$

$$V_2 = 1,7$$

Задача  
Чистовик  
Задача 1



Найдем высоту  $h$ , на которую поднялся 1 мяч.

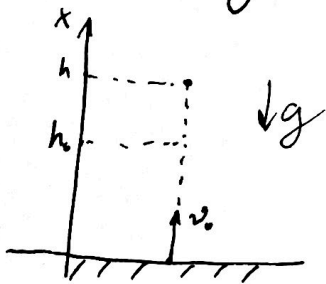
По формуле  $v_k^2 - v_n^2 = 2aS$  получаем, что

$$v_k^2 = 2gh, \text{ т.к.}$$

Мяча мячи

По формуле  $\vec{v}_k^2 - \vec{v}_n^2 = 2\vec{a}S$  получаем, что  $-v_0^2 = -2gh$ , т.к.  $\vec{g}$  против проекция  $\vec{g}$  на  $Ox$  равна  $-g$ . Значит,  $h = \frac{v_0^2}{2g}$

Пусть столкновение произошло на  $h_0$ .



Тогда,

$$\begin{cases} v_{k_1}^2 - v_{n_1}^2 = 2\vec{a}(h-h_0) \\ v_{k_2}^2 - v_{n_2}^2 = 2\vec{a}h_0 \end{cases}$$

$Ox$ :

$$\begin{cases} v_{k_1}^2 = 2g(h-h_0) \\ v_0^2 - v_{k_2}^2 = 2gh_0 \end{cases}$$

Т.к. мячи брызались в один и тот же момент времени, то  $t_1 = t_2 = t$ , где  $t_1, t_2$  время, которое пролетит 1 и 2 мяч до столкновения, с момента броска 2 мяча.

Значит,  $v_{k_1} = gt$ ;  $v_{k_2} = v_0 - gt$

$$\begin{cases} g^2 t^2 = 2g(h-h_0) \\ 2gtv_0 - g^2 t^2 = 2gh_0 \end{cases}$$

Складывая два уравнения получим

$$2gtv_0 = 2gh$$

~~$$v_0 = h$$~~

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

Тогда, 1 шаг равен  $t_{01} = t_1 + \frac{2h}{v_0} = \frac{3h}{v_0}$  (м.к.

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow h = \frac{v_0 \cdot g t_1}{2g} \Rightarrow t_1 = \frac{2h}{v_0}$$

$$t_{01} = \frac{3h}{v_0} = \frac{3v_0}{2g}$$

2 шаг равен  $t_{02} = t_2 = \frac{h}{v_0} = \frac{v_0}{2g}$

Значит,  $\frac{t_{01}}{t_{02}} = 3$

Из уравнения

$$2gtv_0 - g^2t^2 = 2gh_0 \text{ найдем, что}$$

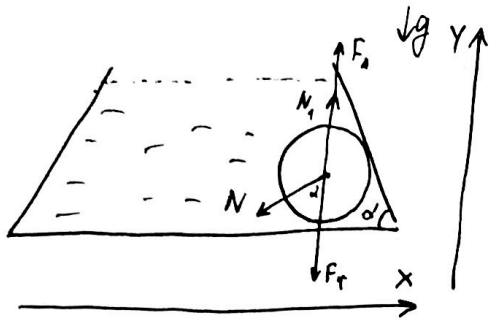
$$h_0 = tv_0 - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$$

Ответ: 1)  $t_{01} = \frac{3v_0}{2g}$ ; 2)  $\frac{t_{01}}{t_{02}} = 3$ ; 3)  $h_0 = \frac{3v_0^2}{8g}$

Чистовик

Задача 2

1) Т.к.  $6r > r$ , то мяч будет тонуть



Т.к. мяч находится в равновесии, то

$$\vec{F}_T + \vec{N} + \vec{N}_1 + \vec{F}_A = m\vec{a}$$

$$OX: -\sin\alpha N = 0 \Rightarrow N = 0$$

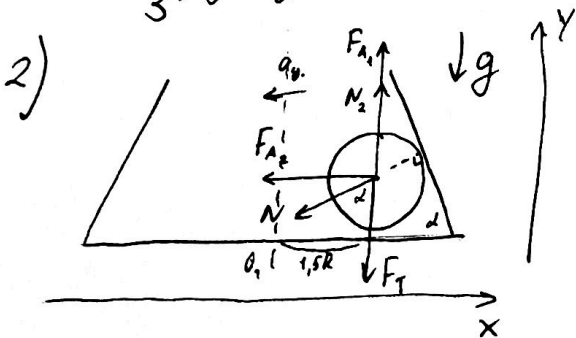
$$OY: F_A + N_1 - F_T = 0$$

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

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

$$-N_1 = \rho g \left( \frac{4\pi R^3}{3} - \frac{6 \cdot 4 \cdot \pi \cdot R^3}{3} \right)$$

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

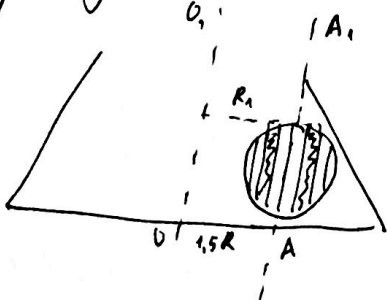


Докажем, что

$$F_{A_2} = \rho V_{\omega} \cdot 1,5R \cdot \omega^2$$

$$(a_{\omega} = \omega^2 R)$$

Разобьем сферу Разобьем сферу на бесконечно большое количество плоскостями как показано на рисунке:



Рассмотрим любую такую часть. Т.к. часть бесконечно мала, то на неё действует  $\Delta F_{A_2} = \rho \Delta V \cdot R_1 \cdot \omega^2$

Теперь рассмотрим часть, которая находится на расстоянии  $1,5R + (1,5R - R_1)$  (симметрично  $AA_1$ ). На неё действует сила  $\Delta F_{A_2} = \rho \Delta V \cdot (\frac{1}{2} 3R - R_1) \omega^2$

Значит, на эти  $\forall 2$  части действует

$$\Delta F_{A_2} = \rho \cdot 2 \Delta V \cdot 1,5R \omega^2$$

(3)

Значит, на всю сферу действует

$$2F_{A_2} = \rho \cdot 2V \cdot 1,5R \cdot \omega^2, \text{ м.с.}$$

$$F_{A_2} = \rho V \cdot 1,5R \omega^2, \text{ ч.м.г.}$$

Тогда

OX:

$$-F_{A_2} - \sin \alpha N = -m a_y$$

OY:

$$F_{A_1} + N_2 - \cos \alpha N - mg = 0$$

$$N = \frac{m \cdot 1,5R \omega^2 - F_{A_2}}{\sin \alpha}$$

$$F_{A_1} + N_2 = mg + \operatorname{ctg} \alpha \cdot (m \cdot 1,5R \omega^2 - \rho V \cdot 1,5R \cdot \omega^2)$$

$$N_2 = 8R^3 \pi \rho g + 8R^3 \pi \rho R \omega^2 - \frac{4\rho R^3 \pi}{3} R \omega^2 - \frac{4\rho R^3 \pi}{3} g$$

$$N_2 = \frac{20}{3} R^3 \pi \rho (g + R \omega^2)$$

$$\text{Ответ: } N_2 = \frac{20}{3} R^3 \pi \rho (g + R \omega^2); \quad 1) N_1 = \frac{20}{3} R^3 \pi \rho g$$

Чистовик  
Задача 3

$$t = 381^\circ\text{C} = 354\text{K}$$

1) По П.к.  $V_2 = 1,7\text{л}$ , то  $V_1 = 4V_2 = 11,9\text{л}$

П.к. пар - идеальный газ, то  
 $PV = \nu RT$

По условию,  $P_2 = 3,6P_1$ , т.е.  $\nu_1 > \nu_2 \Rightarrow$  пар начал кон-денсироваться и стал насыщенным. Тогда,  $P_2 = 0,5 \cdot 10^5 \text{Па}$

$$P_1 = \frac{P_2}{3,6} = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{Па}}{3,6} = 13889 \text{Па}$$

2) Пусть  $m_1$  - масса пара в начале,  $m_2$  в конце  
Тогда

~~$$P_1 V_1 = \nu_1 RT$$~~

~~$$P_2 V_2 = \nu_2 RT$$~~

~~$$P_1 V_1 = \frac{m_1 RT}{M}$$~~

~~$$P_2 V_2 = \frac{m_2 RT}{M}$$~~

$$P_1 V_1 = \nu_1 RT$$

$$\nu_1 = \frac{m_1}{M}$$

$$m_1 = \frac{M P_1 V_1}{RT} = 1,012 \frac{18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 13889 \text{Па} \cdot 0,0119 \text{м}^3}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 354 \text{К}} =$$

$$= 1,012$$

Ответ:  $P_1 = 13889 \text{Па}$ ;  $m_1 = 1,012$ .

# Часть 2

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

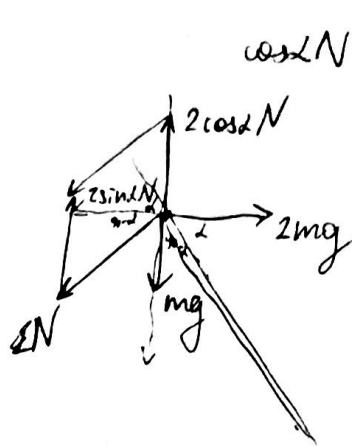
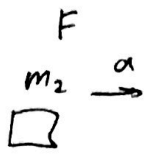
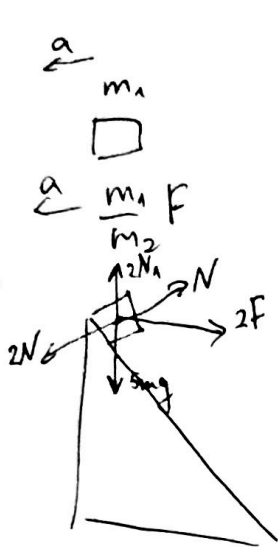
Шифр: **21204196**

ID профиля: **169069**

Вариант 2



# Черновик

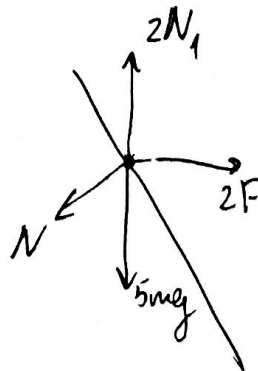
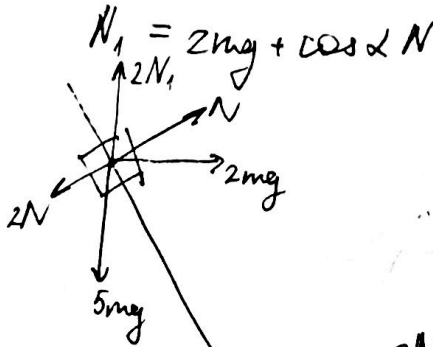
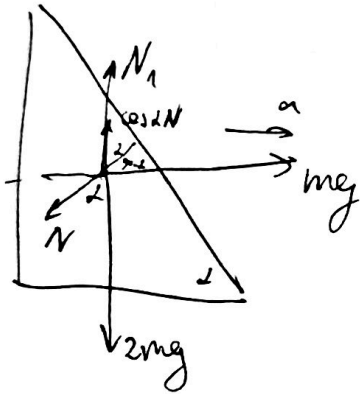


$$\cos\alpha N + 2mg = N_1$$

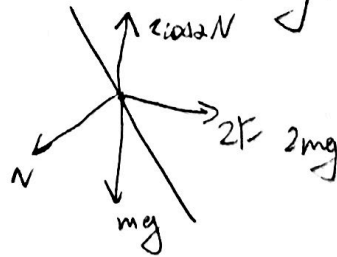
$$\frac{8}{5}N$$

$$mg = \sin\alpha ma$$

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



$$2N_1 = 54mg + 2\cos\alpha N$$



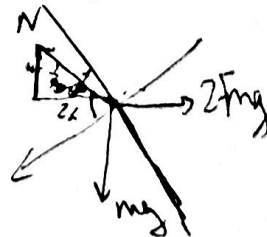
$$\alpha - (90 - \alpha) =$$

$$= 2\alpha - 90$$

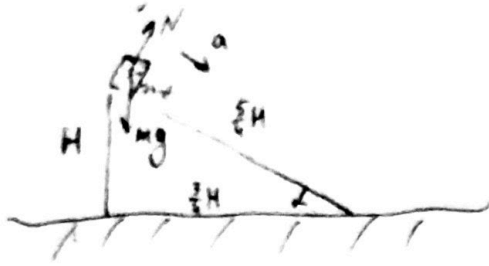
$$\cos(90 - 2\alpha) =$$

$$\sin 2\alpha = 2\sin\alpha \cos\alpha =$$

$$= \frac{24}{25}$$



# Черновик



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

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

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

$$a = \frac{3}{5}g$$

$$\frac{mv^2}{2} = mg \frac{3}{5}H$$

$$v^2 = 2gH$$

$$v = \sqrt{2gH}$$

$$\left(\frac{v_1^2 + v_2^2}{2}\right) a = \frac{5}{4}H$$

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

$$t = \frac{5^2 H}{4^2 a^2}$$

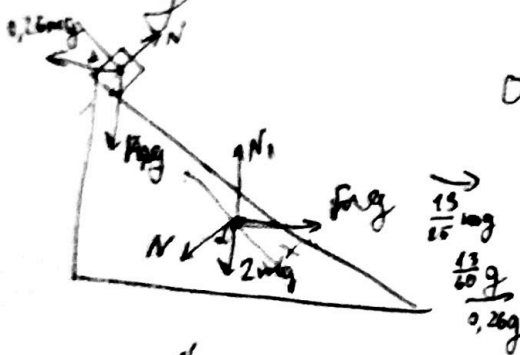
$$a = \frac{4}{5}g$$

$$\frac{mv^2}{2} = mg \frac{3}{5}H$$

$$\frac{4}{5}gH t = \frac{5}{4}H$$

$$v^2 = \frac{5}{5}gH$$

$$t =$$



$$N = \cos \alpha \cdot F_{mg}$$

$$\frac{3}{5}mg$$

$$N = \frac{3}{5}mg$$

$$\frac{12}{25}mg \cdot mg$$

OX:

$$N = \cos \alpha \cdot mg$$

$$- \cos(90 - \alpha)N + mg \sin \alpha$$

$$- \sin \alpha \cos \alpha \cdot \frac{mg}{2} + mg = 2ma$$

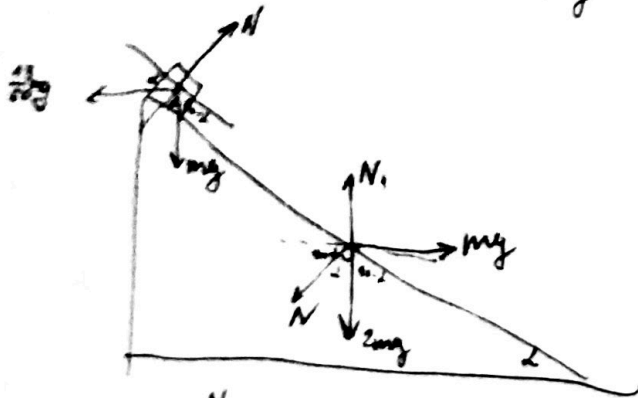
$$a = \frac{g(1 - \sin \alpha \cos \alpha)}{2} = \frac{13}{50}g$$

$$\sin \alpha \cdot mg - \cos \alpha \cdot \frac{13}{50}mg = ma$$

$$a_x = g(\sin \alpha - \frac{13}{50} \cos \alpha) = \left(\frac{4}{5} - \frac{13}{50} \cdot \frac{3}{5}\right)g =$$

$$= \frac{200 - 39}{250}g = \frac{161}{250}g$$

$$0,644g$$

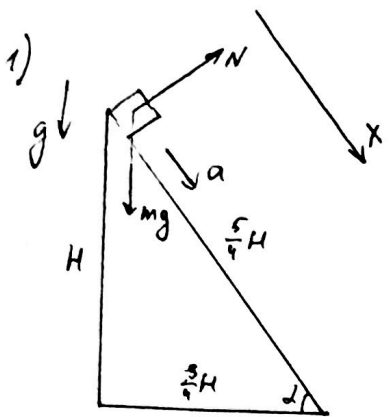


$$\frac{a^2 t^2}{2} = \frac{5}{4}H$$

1,97

# Чистовик

## Задача 4.



Расставим все силы, действующие на брусок:

П.к. клин неподвижен, то

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

$$Ox: \cos(90 - \alpha)mg = ma$$

$$a = \frac{4}{5}g$$

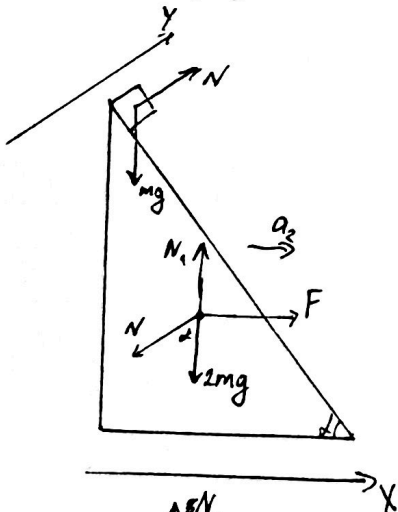
Тогда,

$$\frac{5}{4}H = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$$

$$\frac{5}{4}H = \frac{a t^2}{2}$$

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

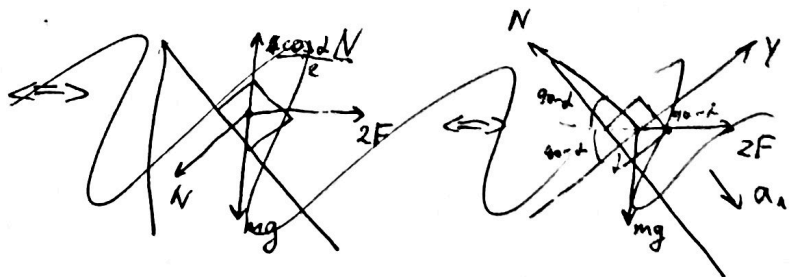
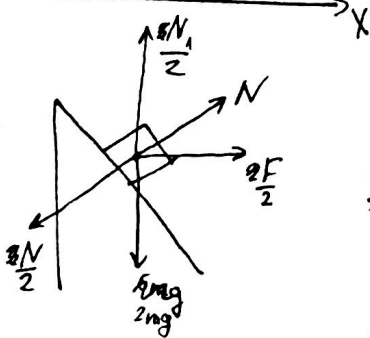
2) Расставим все силы, действующие на клин и брусок (отдельно)

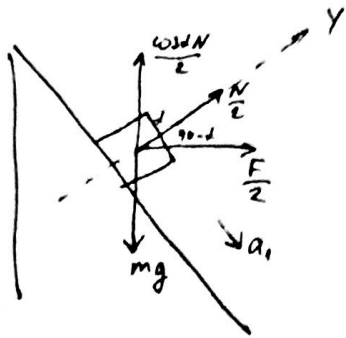


Пересядем в НСО связанную с клином. Тогда клин будет неподвижен. А на брусок будут действовать силы в  $\frac{3m}{2m}$  раз большие, чем на клин:

П.к. на первой картинке

$$N_1 = 2mg + \cos \alpha N, \text{ то}$$





OY:

$$\frac{N}{2} + \cos \alpha \cdot \frac{\cos \alpha N}{2} + \cos \alpha \sin \alpha \frac{F}{2} = \cos \alpha mg$$

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

$$N = \frac{2 \cos \alpha mg - \sin \alpha mg}{1 + \cos^2 \alpha} = \frac{2 \cdot \frac{3}{5} mg - \frac{4}{5} mg}{1 + \frac{9}{25}}$$

$$= \frac{\frac{2}{5} mg}{\frac{34}{25}} = \frac{25 mg}{34} = \frac{5}{17} mg$$

Тогда из первой картинки:

Ox:

$$F - \sin \alpha N = 2ma_2$$

$$a_2 = \frac{g}{2} - \frac{2}{5} \cdot \frac{5}{34} g = \frac{17}{34} g = \frac{6}{17} g = \frac{13}{34} g$$

Найдём  $a_1$ :

$$\cos \alpha \frac{mg}{2} + \sin \alpha mg - \sin \alpha \frac{\cos \alpha N}{2} = ma_1$$

$$a_1 = \frac{3}{10} g + \frac{4}{5} g - \frac{6}{25} \cdot \frac{25}{34} g = \frac{11}{10} g - \frac{6}{34} g = \frac{175}{170} g = \frac{35}{34} g$$

Значит,

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 5H}{a_1}} = \sqrt{\frac{345H}{177g}} = \sqrt{\frac{17H}{7g}}$$

Ответ: 3)  $t = \sqrt{\frac{17H}{7g}}$ ; 1)  $t = \frac{5}{4} \sqrt{\frac{2H}{g}}$ ; 2)  $\frac{6}{17} g$

1)  $t = \frac{5}{4} \sqrt{\frac{2H}{g}}$ ; 2)  $\frac{13}{34} g$ ; 3)  $t = \sqrt{\frac{17H}{7g}}$

## Задача 5

$$1) P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\begin{cases} P_2 = 0,99 P_1 \\ V_2 = 1,02 V_1 \end{cases} \Rightarrow T_2 = 0,99 \cdot 1,02 T_1 = 1,0098 T_1 \approx$$

Значит, температура увеличилась примерно на 1%

Ответ: увеличится на 1%