

# Часть 1

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

Шифр: **21204182**

ID профиля: **853444**

Вариант 2

Задача ①

Условие

Дано

$V_0, g$

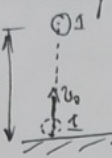
Найти

1)  $t_{\text{столк1}} - ?$

2)  $\frac{t_{\text{столк1}}}{t_{\text{столк2}}} - ?$

3)  $h_{\text{столк}} - ?$

1) Впервые камень замрет



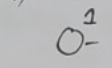
$y_1(t) = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$

В момент столкновения  $v_y(t) = 0$

$v_y(t) = V_0 - gt$

$V_0 - gt_{\text{max}} = 0; t_{\text{max}} = \frac{V_0}{g}; h_{\text{max}} = V_0 t_{\text{max}} - \frac{gt_{\text{max}}^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g}$

2) Во второй раз камень ударен координата



$y_1'(0) = h_{\text{max}}$

$y_1'(t) = h_{\text{max}} - \frac{gt^2}{2}$

$y_2(t) = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$

$y_1'(t) = y_2(t)$  - в момент встречи.

$h_{\text{max}} - \frac{gt_{\text{столк}}^2}{2} = V_0 t_{\text{столк}} - \frac{gt_{\text{столк}}^2}{2}$

$h_{\text{max}} = V_0 t_{\text{столк}} \Rightarrow t_{\text{столк}} = \frac{h_{\text{max}}}{V_0}$

Тогда  $h_{\text{max}} = V_0 t_{\text{max}} - \frac{gt_{\text{max}}^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g}; t_{\text{столк}} = \frac{V_0^2}{2gV_0} = \frac{V_0}{2g}$

Время от начала броска 1 и начала

$t_{\text{столк1}} = t_{\text{max}} + t_{\text{столк}} = \frac{V_0}{g} + \frac{V_0}{2g} = \frac{3V_0}{2g}$

$t_{\text{столк2}} = t_{\text{столк}} = \frac{V_0}{2g} \Rightarrow \frac{t_{\text{столк1}}}{t_{\text{столк2}}} = 3$

Подставим время в уравн. координаты

$h_{\text{столк}} = y_2(t_{\text{столк2}}) = V_0 t_{\text{столк2}} - \frac{gt_{\text{столк2}}^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g}{2} \frac{V_0^2}{4g^2} = \frac{3V_0^2}{8g}$

Ответ: 1)  $t_{\text{столк1}} = \frac{3}{2} \frac{V_0}{g}$

2)  $\frac{t_{\text{столк1}}}{t_{\text{столк2}}} = 3$

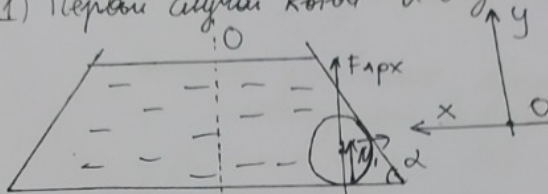
3)  $h_{\text{max}} h_{\text{столк}} = \frac{3V_0^2}{8g}$

① (1P)

Задача 2 Числовик.

Дано  
 $\omega, \rho_b = \rho$   
 $\rho_w = 6\rho$   
 $R, L = 1,5R$   
 $\text{ctg} \alpha = \frac{3}{2}$

1) Первый случай когда  $\alpha$  соуд по горизонт. направлению.



Найти  
 $N_1$  - ?  
 $N_2$  - ?

В этом случае, шар не давит на стенку, поскольку он не подвижен. В слое как бы давит на стенку он бы давил в горизонт. направлении

Запишем условия равновесия в 1 случае

$$Oy: F_{apx} + N_1 - m_g = 0$$

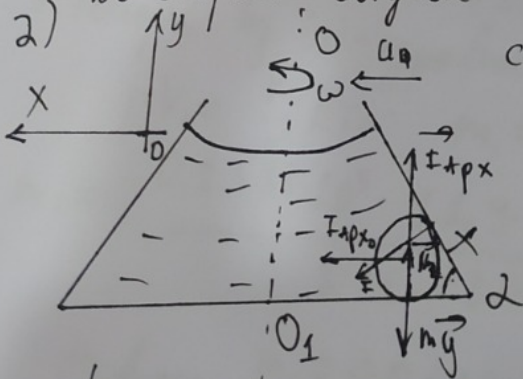
$$N_1 = m_g - F_{apx}$$

$$F_{apx} = \rho_b V_w g; V_w = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$F_{apx} = \frac{4}{3} \rho R^3 g; m_g = \rho_w V_w = 6\rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$N_1 = g(m_w - \rho_b V_w) = g \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot 5\rho = \frac{20}{3} \pi R^3 \rho g$$

2) Во втором случае.



В этом случае, шар давит на стенку силой  $F$  радиусом  $90^\circ - \alpha$  горизонт. направлению

$$Ox: F_{apx} + F \cos(90 - \alpha) = m_w g_0$$

$$Oy: F_{apx} + N_2 - F \sin(90 - \alpha) - m_g = 0$$

$$F = \frac{m_w g_0 - \rho_b a_0 V}{\sin \alpha}$$

$$N_2 = F \cos \alpha + m_g - F_{apx} =$$

$$= \text{ctg} \alpha (m_w - \rho_b V) g_0 + g(m - \rho_b V_w) \Rightarrow N_2 = (m - \rho_b V_w)(g + a_0 \text{ctg} \alpha)$$

$$N_2 = \frac{20}{3} \pi R^3 \rho (g + a_0 \text{ctg} \alpha) = \frac{20}{3} \pi R^3 \rho (g + \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3} \omega^2 R)$$

$$a_0 = \omega^2 L = 1,5 \omega^2 R = \frac{3}{2} \omega^2 R$$

② стр  $\text{ctg} \alpha = \frac{2}{3}$

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

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

Ответ:

Задача ③

Условие.

Дано:  
 $T_0 = 81^\circ\text{C}$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{7}$$

$$V_2 = 1,7 \text{ л}$$

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

$$\nu = 18 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

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

$$p_H(T_0) = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Найти:

- 1)  $p_1$  - ?
- 2)  $m_1$  - ?

1) Процесс изотермический  $T = \text{const}$   
 $T_1 = T_2 = T_0$

Затем уравнение Менделеева - Клапейрона для обоих состояний.

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu_1 R T_0 & (1) \\ p_2 V_2 = \nu_2 R T_0 & (2) \end{cases}$$

Поделим уравнения  $\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{m_1}{m_2}$

$$\frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

$$\frac{7}{3,6} = \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow \text{Порк нечет}$$

конденсуравонное  $m_1 \neq m_2$

Тогда  $p_2 = p_H(T_0)$

И теперь

$$p_1 = \frac{p_2}{3,6} \approx 0,1388 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

2) Найдем из соотношения что

$$V_1 = 7 V_2 = 11,9 \text{ л}; T_0 \approx 354 \text{ К}$$

И теперь из (1) - уравнения

$$p_1 V_1 = \frac{m_1}{\nu} R T_0; \quad m_1 = \frac{p_1 V_1 \nu}{R T_0}$$

$$m_1 = \frac{0,1388 \cdot 10^5 \cdot 11,9 \cdot 10^{-3} \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 354} = \frac{29,73 \cdot 10^{-1}}{2941,74} \approx$$

$$\approx 0,00101 \text{ кг} \approx 1 \text{ г}$$

③ ср. Ответ:  $m_1 \approx 0,00101 \text{ кг} \approx 1 \text{ г}$

$$p_1 \approx 0,1388 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

① Время пометы  $\frac{V_2}{V_1}$  и  $\frac{m_1}{m_2}$  до столкновения.

Дано  
 $V_0$  и

③ Черновик

Дано

$$T = 8 \pm 2$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{7}$$

$$V_2 = 1,71$$

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

$$p_1(T_0) = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$N = 18 \frac{\Gamma}{\text{моль}}$$

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

1)  $p_2$  - ? найди

2)  $m_2$  - ?

Процесс изотермический

$$T = \text{const.}$$

Закон Менделеева-Клапейрона

$$p_0 V_1 = \nu R T_0$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_0$$

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

$$\nu_2 = \frac{m_2}{M}$$

$$m_2 = m_1 - \Delta m$$

Решим, уравнение

$$\frac{p_1}{p_2} \frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

$$\frac{7}{3,6} = \frac{m_1}{m_2}$$

при нахождении количества  
объёма того что  
 $\frac{m_2}{m_1} \approx 1,944$

$$7m_2 = 3,6m_1$$

$$7(m_1 - \Delta m) = 3,6m_1$$

$$7m_1 - 3,6m_1 = 7\Delta m$$

$$3,4m_1 = 7\Delta m$$

$$m_1 \approx 2,05 \Delta m$$

$$p_1 = \frac{\nu_1 R T_0}{V_1}$$

Если процесс конденсационный то  $p_2 = p_1(T_0)$

Тогда  $p_1 = \frac{p_2}{3,6} \approx 0,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

Теперь, найдем массу пара в начальной

$$p_1 V_1 = \frac{m_1}{M} R T_0 ; m_1 = \frac{p_1 V_1 M}{R T_0} ; T_0 = 354 \text{ К}$$

$$V_1 = 7V_2 = 11,91$$

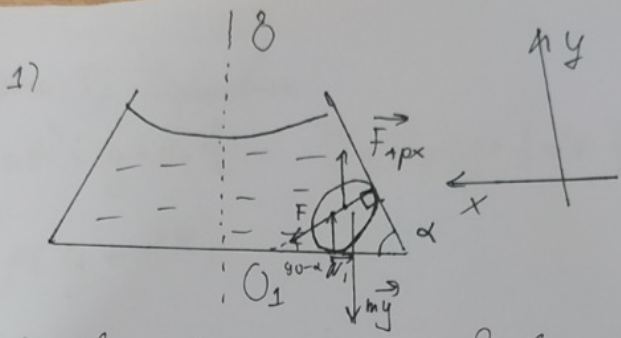
$$0,14 \cdot 10^5 \cdot 11,91 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 3,4 \Gamma$$

Ответ:  $m_1 =$

$$8,31 \cdot 354$$

$$21204182 (U853444 \text{ V} 11280876) ; m_1 \approx 1 \Gamma$$

Упробук  
 ① Dano  
 $w, \rho_b = \rho$   
 $\rho_w = 6\rho, R$   
 $L = 1.5R$   
 $\text{tg } \alpha = \frac{3}{2}$   
 Hoasu  
 $N_1 = ?$   
 $N_2 = ?$



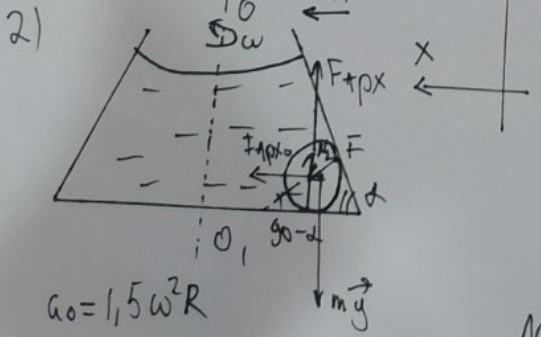
OX: Cunoa F - cкoтoрoй мoр. Дoлжн нaи  
 cтeнкe мoдeлe c гoризoнтaлeм yтo  
 $90 - \alpha$

OX:  
 OY:  $F_{apx} + N_1 - mg - F \sin(90 - \alpha) = 0$

X Bиднo чтo, мoр нe Дoлжн нaи cтeнкe бoднe тoгo, чтo  
 oн бeн yкoпeчeн.  $\Rightarrow F = 0$ .

OY:  $F_{apx} + N_1 - mg = 0$   
 $N_1 = mg - F_{apx}$   
 $F_{apx} = \rho_b g V$   
 $m = \rho_w \cdot V$

$N_1 = \rho_w g V - \rho_b g V = g V (\rho_w - \rho_b) = 5 \rho g V = \frac{20}{3} \pi R^3 \rho g$   
 $V = \frac{4}{3} \pi R^3$



$a_0 = 1.5 \omega^2 R$

OY:  $N_2 + F_{apx} - F \sin(90 - \alpha) - mg = 0$

OX:  $F_{apx} + F \cos(90 - \alpha) = m_w a_0$

$N_2 = mg - F_{apx} + F \cos \alpha$

$F = \frac{m_w a_0 - \rho_b g a_0 V}{\sin \alpha}$

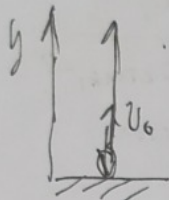
$N_2 = mg - F_{apx} + \text{ctg} \alpha (m_w - \rho_b V) a_0$

$N_2 = g (m_w - \rho_b V) + a_0 \text{ctg} \alpha (m_w - \rho_b V) =$

$= \rho (m_w - \rho_b V) (g + a_0 \text{ctg} \alpha) = \rho (\rho_w - \rho_b) V (g + a_0 \text{ctg} \alpha)$

Отвeт:  $N_1 = \frac{20}{3} \pi R^3 \rho g$ ;  $N_2 = \frac{20}{3} \pi R^3 \rho (g + a_0 \text{ctg} \alpha)$

① Время полета 1 мяча до столкновения.  
Зона в центре броска первого мяча



$$y_1(t) = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

$$v_y = v_0 - g t$$

$v_y = 0$  - в момент достижения макс.

$$v_0 = g t_{max}; t_{max} = \frac{v_0}{g}$$

$$y_1(t_{max}) = h_{max}$$

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

Дано

$$v_0, g$$

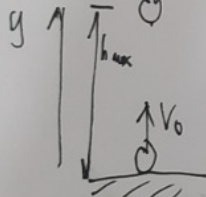
$t_{столк1} = ?$

$t_{столк2} = ?$

$t_{столк}$

$h_{столк} = ?$

2) Во второй раз



$$y_1(t) = h_{max} - \frac{g t^2}{2}$$

$$y_2(t) = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

$\times$  В момент столкновения

$$y_1(t) = y_2(t)$$

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

$$h_{max} = v_0 t_{столк}$$

$$t_{столк} = \frac{v_0}{2g}$$

Итого время полета 1 до столкновения

$$t_{столк1} = t_{max} + t_{столк} = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3}{2} \frac{v_0}{g}$$

$$t_{столк2} = t_{столк} = \frac{v_0}{2g}$$

$$\Rightarrow \frac{t_{столк1}}{t_{столк2}} = 3$$

Найти координату встречи

$$y_2(t_{столк}) = h_{столк} = v_0 \cdot \frac{v_0}{2g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2}{4g^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g}$$

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

Ответ: 1)  $t_{столк1} = \frac{3}{2} \frac{v_0}{g}$

2)  $t_{столк2} = \frac{v_0}{2g}$

3)  $h_{столк} = \frac{3v_0^2}{8g}$

# Часть 2

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

Шифр: **21204182**

ID профиля: **853444**

Вариант 2



Задача (4)

Дано

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

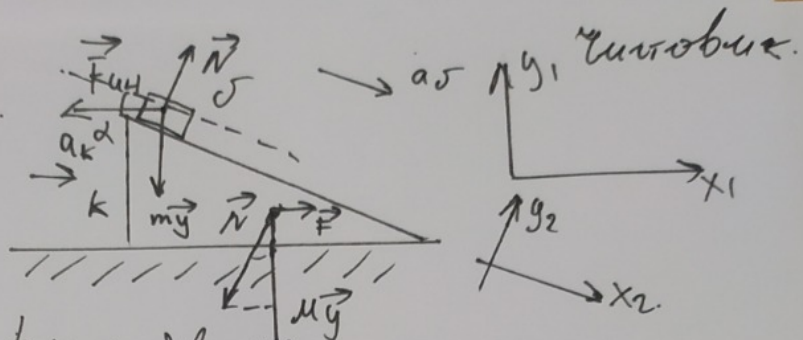
$$H, m, M = 2m.$$

Найти

1)  $t_1$ ?

2)  $a_k$ ?

3)  $t_2$ ?



Клинья движутся с ускорением  $a_k$  и  $a_\delta$  относительно в НСО "Клинья". Следовательно, возникнет сила инерции.

Тогда

Мы введем 2 системы координат.

1 - для клин и 2 - для бруска.

Заметим, что 2-я закон для клина.

$$Ox_1: F - N \sin \alpha = M a_k$$

У для бруска вводим  $F_{UH} = m a_k$

$$Ox_2: m g \sin \alpha - m a_k \cos \alpha = m a_\delta$$

$$N - m g \cos \alpha - F_{UH} m a_k \sin \alpha = 0$$

Получим, имея из 3 уравнений. Тогда

$$m g \sin \alpha = a_\delta + a_k \cos \alpha \quad F = m g$$

$$N = m (g \cos \alpha + a_k \sin \alpha)$$

$$F - N \sin \alpha = M a_k$$

$$m g - \sin \alpha (m (g \cos \alpha + a_k \sin \alpha)) = 2 m a_k \quad | \cdot \frac{1}{m}$$

$$g - g \sin \alpha \cos \alpha - a_k \sin^2 \alpha = 2 a_k$$

$$g (1 - \sin \alpha \cos \alpha) = (2 + \sin^2 \alpha) a_k$$

$$a_k = \frac{g (1 - \sin \alpha \cos \alpha)}{2 + \sin^2 \alpha}, \quad a_k = \frac{13}{66} g$$

(1) С П

Задана ④ Продвижение (Уитовик.).

То Терорб.

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

$$\frac{4}{5} g - \frac{13}{66} \cdot \frac{3}{5} g = a \delta ; a \delta =$$

$$a \delta = \frac{4}{5} g - \frac{13}{22 \cdot 5} g = \frac{88 - 13}{110} g = \frac{75}{110} g.$$

Торда бунь озда бунди.

$$t_1 = \sqrt{\frac{2H \sin \alpha}{a \delta \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5}{4} \cdot \frac{110}{75} \frac{4}{g}} = \sqrt{\frac{1104}{30} g}.$$

- бунь озда 1 бунди бунди.

Orber B:  $a_k = \frac{13}{66} g ; t_1 = \sqrt{\frac{1104}{30} g}.$

② стр

Задание 5

$$\frac{\Delta p}{p} = 1\%$$

$$\frac{\Delta V}{V} = 2\%$$

Найти.

1)  $\frac{\Delta T}{T} = ?$

2)  $\frac{Q}{\Delta U} = ?$

Условие.

Записываем уравнение

1) Менделеева-Клапейрона  
в приращениях.

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta p}{p}$$

Поскольку  $\Delta T \sim \Delta V$ ; и  $\Delta T \sim \Delta p$ .

Тогда

$$\frac{\Delta T}{T} = 2\% - 1\% = 1\%$$

Следовательно, а относительное приращение  
температуры будет. Тогда мы она вычисляется

2)  $Q = \Delta U + \Delta A$

$$\Delta A = p \Delta V = \nu R T \frac{\Delta V}{V}$$

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

$$\frac{Q}{\Delta U} = 1 + \frac{\Delta A}{\Delta U} = 1 + \frac{2}{3} \frac{T}{\Delta T} \cdot \frac{\Delta V}{V} = \frac{7}{3}$$

Ответ:  $\frac{Q}{\Delta U} = \frac{7}{3}$ ;  $\frac{\Delta T}{T} = 1\%$ .

№5 (5) Угнеток

$$\frac{\Delta p}{p} = 4\%$$

$$\frac{\Delta V}{V} = 2\%$$

Найти

1)  $\frac{\Delta T}{T} = ?$

2)  $\frac{Q}{\Delta U} = ?$

Запишем уравнение Менделеева  
критерии в приращенных.

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta p}{p}$$

Из уравнения видно, что

$$pV = \nu RT \Rightarrow T \propto p; T \propto V.$$

Тогда при увеличении

тогда при увеличении  $\Delta p$  - уменьш, то.

а  $\frac{\Delta V}{V}$  - возрастает

То тогда, запишем что

$$\frac{\Delta T}{T} = 2\% - 1\% \approx 1\% \quad \text{Видно тем самым}$$

повысилось на 1%.

2)  $Q = A + \Delta U$

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{A}{\Delta U} + 1;$$

$$dA = p dV = \nu RT \frac{dV}{V}$$

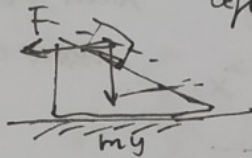
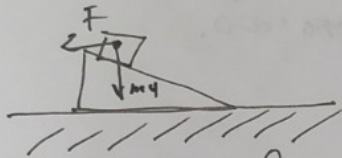
$$p = \frac{\nu RT}{V}$$

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

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{2}{3} \frac{T}{\Delta T} \cdot \frac{\Delta V}{V} + 1$$

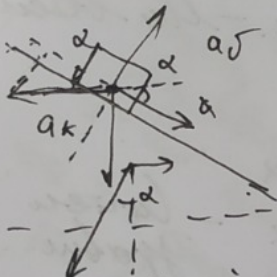
$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{2}{3} (2 + 1) = \frac{7}{3}$$

3.7



Упробук

Ма бло боден на наклон, тог  
Она крећиво, к накривој брзи



$$m \cos \alpha - a_k \cos \alpha = m g \sin \alpha$$

$$N - m g \cos \alpha - m a_k \sin \alpha = 0$$

$$F - N \sin \alpha = m a_k$$

$$F - \sin \alpha (m g \cos \alpha + m a_k \sin \alpha) = 2 m a_k$$

$$F - m g \cos \alpha \cdot \sin \alpha - m a_k \sin^2 \alpha = 2 m a_k$$

$$N - m g \cos \alpha - F \sin \alpha$$

$$N - m g \cos \alpha - m a_k \sin \alpha$$

$$\frac{m g (1 - \cos \alpha \cdot \sin \alpha)}{2 + \sin^2 \alpha} = m a_k$$

$$a_k = \frac{g (1 - \cos \alpha \cdot \sin \alpha)}{2 + \sin^2 \alpha} = g \frac{13}{25} = \frac{13}{66} g$$

$$a_5 = g \sin \alpha + a_k \cos \alpha = g \frac{4}{5} + \frac{13}{66} \cdot \frac{3}{5} \cdot g = g \frac{4}{5} + \frac{13}{110} g = g \frac{88 + 13}{110} = \frac{101}{110} g$$

$$t = \sqrt{\frac{24}{g \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{10}{4} \frac{110}{101} \cdot \frac{4}{g}} \approx \sqrt{2,77 \frac{4}{g}} - \text{брзи}$$

Криво

$$a_5 = \frac{13}{66} g$$