

# Часть 1

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

Шифр: **21206268**

ID профиля: **281953**

Вариант 2

## Чистовик

№1. Дано  
 $V_0$

Найти:

1)  $t_1$  - ?

2)  $\frac{t_1}{t_2}$  - ?

3)  $h_{\text{встр}}$  - ?

- $t_1 = t_{\uparrow} + t_2$ , где  $t_1$  - время полёта первого мяча до столкновения
- $t_{\uparrow}$  - время подъёма первого мяча на макс. высоту
- $t_2$  - время полёта второго мяча до столкновения.

$$S_x = X(t) = X_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Тогда, приняв за начало отсчёта точку броска и направив ось  $x$  вверх получим:

$$X_1 = H - \frac{gt_1^2}{2}$$

$$X_2 = V_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}, \text{ где } H - \text{ макс. высота первого мяча}$$

- Т.к. в момент столкновения  $X_1 = X_2$ , то

$$H - \frac{gt_1^2}{2} = V_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$H = V_0 t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{H}{V_0}$$

- $S_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$

Тогда,  $H = V_0 t_{\uparrow} - \frac{gt_{\uparrow}^2}{2}$

- $v_x = v_{0x} + a_x t$

Тогда, на макс. высоте  $v_x = 0$ , а  $t = t_{\uparrow}$ :

$$0 = V_0 - gt_{\uparrow}$$

$$t_{\uparrow} = \frac{V_0}{g}$$

- Подставляя  $t_{\uparrow}$  в формулу для  $H$ :

$$H = V_0 \frac{V_0}{g} - \frac{gV_0^2}{2g^2} = \frac{V_0^2}{2g}$$

- Подставляя  $H$  в формулу для  $t_2$ :

$$t_2 = \frac{H}{V_0} = \frac{V_0^2}{2gV_0} = \frac{V_0}{2g}$$

- Подставляя  $t_{\uparrow}$  и  $t_2$  в формулу для  $t_1$ :

$$t_1 = t_{\uparrow} + t_2 = \frac{V_0}{g} + \frac{V_0}{2g} = \frac{3}{2} \frac{V_0}{g} \quad (1)$$

- $\frac{t_1}{t_2} = \frac{3V_0/2g}{V_0/2g} = 3. \quad (2)$

- Подставляя  $t_2$  в формулу для  $X_2$ :

$$X_2 = V_0 \cdot \frac{V_0}{2g} - \frac{gV_0^2}{8g} = \frac{3}{8} \frac{V_0^2}{g} = h_{\text{встр}}. \quad (3)$$

Ответ: 1)  $\frac{3}{2} \frac{V_0}{g}$ ; 2) 3; 3)  $h_{\text{встр}} = \frac{3}{8} \frac{V_0^2}{g}$ .

(1.)

Чистовик.

№2. Дано

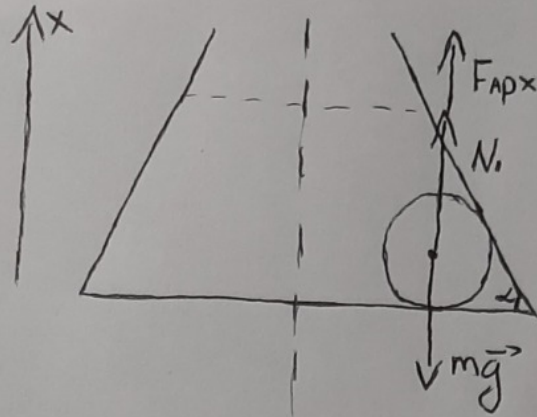
$\omega; \rho; 6\rho; R; 1,5R;$

$\alpha (\text{ctg} \alpha = 3/2)$

Найти:

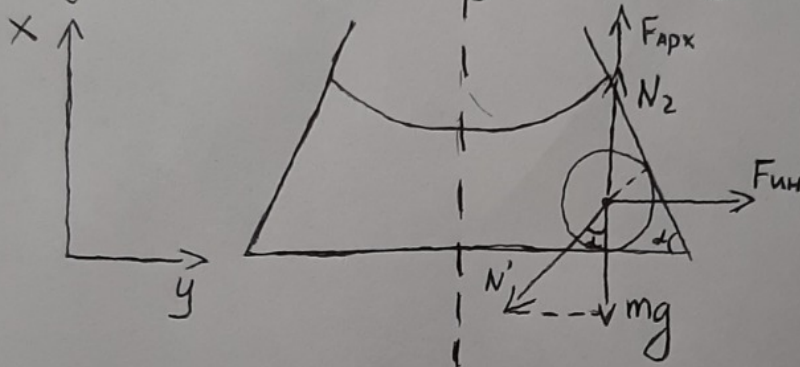
1)  $N_1$ ?

2)  $N_2$ ?



• Проецируя второй закон Ньютона на ось x, получаем:

$$N_1 = mg - F_{Арх} = V \cdot 6\rho g - V \cdot \rho g = 5\rho g V = 5\rho g \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{20}{3} \rho g \pi R^3 \quad (1)$$



• Проецируя второй закон Ньютона на ось x и на ось y, получаем систему из двух уравнений:

$$\begin{cases} N_2 = mg + N' \cos \alpha - F_{Арх} \\ N' \sin \alpha = F_{фин} \end{cases}$$

• Учитывая, что  $F_{фин} = ma = m\omega^2 \cdot 1,5R$ , решаем систему уравнений:

$$N_2 = \rho V g + \frac{6\rho V \omega^2 \cdot \frac{3}{2} R}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha - \rho V g = 5\rho V g + 9\rho V \omega^2 R \text{ctg} \alpha =$$

$$= 5\rho g \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 + 9\rho \omega^2 R \cdot \text{ctg} \alpha \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 = \pi R^3 \rho \left( \frac{20}{3} g + 12\omega^2 R \text{ctg} \alpha \right)$$

• Подставляя  $\text{ctg} \alpha = \frac{1}{\text{tg} \alpha} = \frac{2}{3}$ , получаем:

$$N_2 = \pi R^3 \rho \left( \frac{20}{3} g + 12\omega^2 R \cdot \frac{2}{3} \right) = \pi R^3 \rho \left( \frac{20}{3} g + 8\omega^2 R \right) \quad (2)$$

Ответ: 1)  $N_1 = \frac{20}{3} \rho g \pi R^3$

2)  $N_2 = \pi R^3 \rho \left( \frac{20}{3} g + 8\omega^2 R \right)$

### Чистовик

№3. Дано

$$T_1 = 81^\circ\text{C} = 354\text{K}$$

$$T = \text{const}$$

$$V \downarrow n = 7$$

$$V_2 = 0,0017\text{ м}^3$$

$$p \uparrow n = 3,6$$

$$p_H = 0,5 \cdot 10^5\text{ Па}$$

$$\mu = 0,018\text{ кг/моль}$$

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

Найти:

1)  $p_1$ , -?

2)  $m_1$ , -?

• Т.к. процесс происходил изотермически и  $n \neq m$ , то появляется противоречие с законом  $pV = \text{const}$ .  
Значит, в какой-то момент пар достиг насыщения и начал конденсироваться.

• Следовательно,  $p_2 = p_H = 3,6 p_1 \Rightarrow p_1 = \frac{p_H}{3,6} = \frac{0,5 \cdot 10^5}{3,6} \approx 1,4 \cdot 10^4\text{ Па (1)}$

• Значит, используя то, что  $V_1 = 7V_2$  и  $p_1 = \frac{p_H}{3,6}$ , получаем:

$$p_1 V_1 = \frac{m_1}{\mu} RT_1$$

$$m_1 = \frac{p_1 V_1 \mu}{RT_1}$$

$$m_1 = \frac{p_H \cdot 7V_2 \cdot \mu}{3,6 \cdot R \cdot T_1}$$

$$m_1 = \frac{0,5 \cdot 10^5 \cdot 7 \cdot 0,0017 \cdot 0,018}{3,6 \cdot 8,31 \cdot 354} \approx 0,001\text{ кг} \approx 1\text{ г (2)}$$

Ответ: 1)  $p_1 \approx 1,4 \cdot 10^4\text{ Па}$  ;

2)  $m_1 \approx 1\text{ г}$ .

Черновик

1.  $V_0$   $h_{\max}$

$V_0$  ~~max~~

1)  $t_1$  - ?

2)  $\frac{t_1}{t_2}$  - ?

3) ~~h~~  $h_{\text{ср}}$  - ?

$t_1 = t_1 + t_2$

$t_1 = \frac{V_0}{g}$

~~$H_{1,1} = -\frac{gt_1^2}{2} + H$~~

$H_2 = V_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$

~~$\frac{V_0 t_2}{2} - V_0 t_2 = \frac{gt_2^2}{2}$~~

$H = V_0 t_2$

$t_2 = \frac{H}{V_0}$

$H = V_0 t_1 + \frac{gt_1^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g}$

~~$H_2 = V_0 t_2 + H_{1,1} = H$~~

~~$H_2 + H_{1,1} = H$~~

~~$2H_2 = V_0 t_2$~~

~~$t_2 = \frac{2H_2}{V_0}$~~

~~$t_2 = \frac{2H}{V_0}$~~

~~$V_0 t_1 = \frac{gt_1^2}{2}$~~

~~$V_0 = gt_1$~~

~~$t_1 = \frac{V_0}{g}$~~

$H - \frac{gt_1^2}{2} = V_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$

$t_2 = \frac{H}{V_0}$

$H = V_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$

$= \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^2}{2g} = \frac{V_0^2}{2g}$

$t_2 = \frac{V_0^2}{2gV_0} = \frac{V_0}{2g}$

1)  $t_1 = \frac{V_0}{g} + \frac{V_0}{2g} = \frac{3}{2} \frac{V_0}{g}$

2)  $\frac{t_1}{t_2} = \frac{3V_0 \cdot 2g}{2gV_0} = 3$

3)  ~~$h = V_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = V_0 \frac{V_0}{2g} - \frac{gV_0^2}{4g^2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{V_0^2}{4g} = \frac{V_0^2}{4g}$~~

$= \frac{3}{8} \frac{V_0^2}{g}$

$\frac{m \cdot l^2}{s^2}$

Черновик

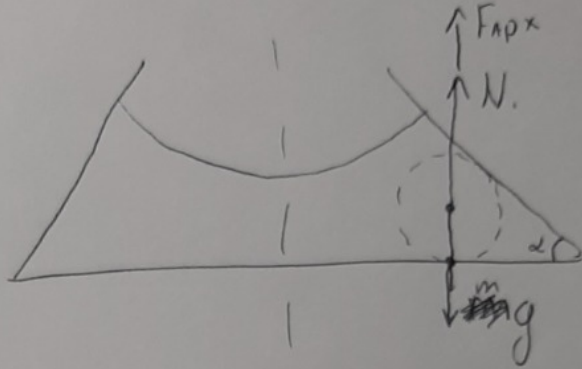
2.  $\omega p$   $6p R$

$1,5R$

$\alpha$  ( $\text{tg} \alpha = 3/2$ )  $F_{\text{TP}} = 0$

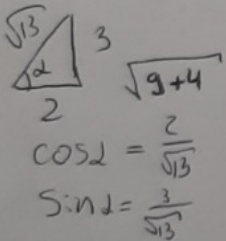
1)  $N_1$

2)  $N_2$

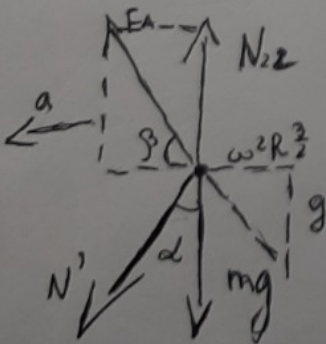
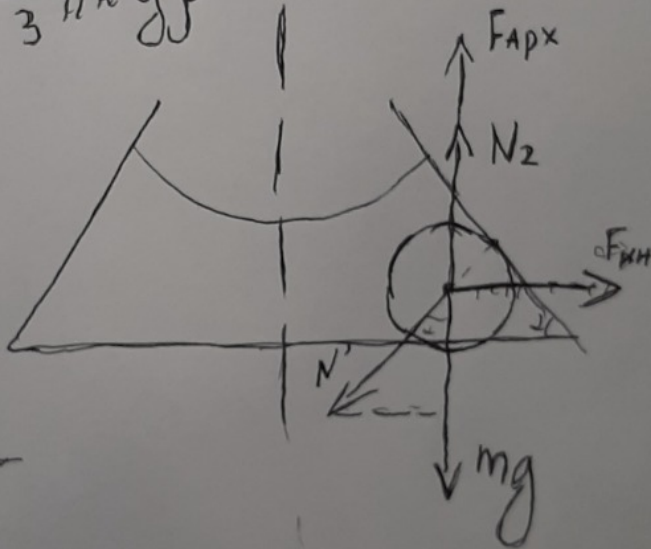


$N_1 = mg - F_{\text{ApX}} = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho g - \frac{4}{3} \pi R^3 g p =$   
 $= \frac{5.4}{3} \pi R^3 g p$

$\text{tg} \alpha = \frac{3}{2}$



2)



$N_2 = mg + N_1 \cos \alpha - F_{\text{ApX}}$

$N_1 \sin \alpha = F_{\text{FH}} = ma = m\omega^2 \cdot 1,5R$

$ma = F_{\text{ApX}} \cos \beta + N_1 \sin \alpha$

$N_2 = mg - F_{\text{ApX}} \sin \beta + N_1 \cos \alpha = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho g + \frac{\frac{4}{3} \pi R^3 \rho \omega^2 \cdot 1,5R}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha - \frac{4}{3} \pi R^3 g p =$

$ma - N_1 \sin \alpha = F_{\text{ApX}} \cos \beta$   
 $= \frac{20}{3} \pi R^3 g p + 12 \pi R^4 \rho \omega^2 \cdot \text{ctg} \alpha =$

$-N_2 + N_1 \cos \alpha + mg = F_{\text{ApX}} \sin \beta$   
 $= \frac{20}{3} \pi R^3 g p + 8 \pi R^4 \rho \omega^2 = \pi R^3 \rho \left( \frac{20}{3} g + 8 R \omega^2 \right)$

(5)

Число Вук

3.  $T_1 = 81^\circ\text{C}$

$T = \text{const}$

$V \downarrow n \rightarrow$

$V_2 = 0,0017 \text{ m}^3$

$P \uparrow m = 3,6$

$P_H = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$\mu = 17 \text{ г/моль}$

$R = 8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{K}$

1)  $P_1 = ?$

2)  $m_1 = ?$

~~$P_1 = P_{\text{атм}} + P_{\text{вак}} \text{ c.п.1 б.п.1}$~~

~~$P_2 = P_{\text{c.п.2}} + P_H$~~

~~$P_2 = 3,6 P_1$~~

~~$P_{\text{c.п.2}} = 7 P_{\text{c.п.1}}$~~

~~$P_{\text{c.п.2}} + P_H = P_{\text{c.п.1}} + P_{\text{c.п.1}}$~~

~~$7 P_{\text{c.п.1}} + P_H = P_{\text{c.п.1}} + P_{\text{c.п.1}}$~~

~~$6 P_{\text{c.п.1}} + P_H = P_{\text{c.п.1}}$~~

~~$P_{\text{c.п.2}} V_2 = P_{\text{c.п.1}} V_1$~~

$V_1 = 7 V_2$

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

$P_2 V_2 = \nu_2 R T_2 = P_H V_2$

$P_1 = \frac{P_H}{3,6}$

~~$P_2 = P_H$~~

$P_H = 3,6 P_1 \Rightarrow P_1 = \frac{P_H}{3,6} = \frac{0,5 \cdot 10^5}{3,6} =$

$T_1 = 354 \text{ K}$

R гако

$\mu$  гако

$m_1$  молекула

~~500 | 360  
060 | 10,138  
-1400  
4080  
-3290  
2880  
320~~

~~$\frac{m_1}{\mu} R T_1 = P_1 V_1$   
 $\nu R T_1 = P_H V_2$   
 $\nu_2 R T_1 = P_H V_2$~~

$\frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{КП} \cdot \text{моль} \cdot \text{K} + 273}{\text{моль} \cdot \text{Дж} \cdot \text{K}} \cdot \frac{81}{354}$

$A = F \cdot S = H \cdot m$

$\frac{m_1}{\mu} R T_1 = P_1 V_1$

$m_1 = \frac{P_1 V_1 \mu}{R T_1} = \frac{P_H \cdot 7 V_2 \cdot \mu}{3,6 R \cdot T_1}$

$= \frac{0,5 \cdot 10^5 \cdot 7 \cdot 0,0017 \cdot 0,018}{3,6 \cdot 8,31 \cdot 354} = 0,001 \text{ кг} = 1 \text{ г}$

# Часть 2

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

Шифр: **21206268**

ID профиля: **281953**

Вариант 2



№4. Дано

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

$H, m, 2m$

$$F = mg$$

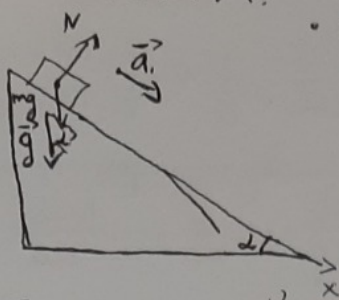
Найти

1)  $t_1$  - ?

2)  $a_k$  - ?

3)  $t_2$  - ?

Чистовик



• Второй закон Ньютона на ось x:

$$ma_1 = mg \sin \alpha$$

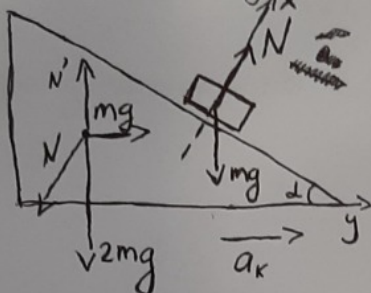
$$a_1 = g \sin \alpha$$

• Расстояние  $L$ , которое надо пройти бруску:  $L = \frac{H}{\sin \alpha}$

$$S_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Тогда,  $\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{g \sin \alpha t_1^2}{2}$

$$t_1^2 = \frac{2H}{g \sin^2 \alpha} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 25 \cdot H}{16g}} = \frac{5}{2} \sqrt{\frac{H}{2g}} \approx 1,77 \sqrt{\frac{H}{g}} \quad (1)$$



• Второй закон Ньютона для бруска на x:

$$N = mg \cos \alpha$$

• Второй закон Ньютона для клина на y:

$$2ma_k = mg - N \sin \alpha$$

• Соединяя эти два уравнения, получаем:

$$2ma_k = mg(1 - \cos \alpha \sin \alpha)$$

$$a_k = \frac{g}{2}(1 - \cos \alpha \sin \alpha) = \frac{g}{2}(1 - \frac{12}{25}) = \frac{13}{50}g = 0,26g \quad (2)$$

• Найдем ~~относительное~~ ускорение бруска относительно клина:  $a' = a_1 - a_k \cos \alpha$

$$a' = g \sin \alpha - a_k \cos \alpha = \frac{4}{5}g - \frac{13 \cdot 3}{50 \cdot 5}g = \frac{161}{250}g$$

• Расстояние, которое надо пройти бруску по клину остается  $L = \frac{H}{\sin \alpha}$

$$S_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Тогда,  $\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{161 g t_2^2}{250 \cdot 2}$

$$t_2^2 = \frac{2 \cdot 250 \cdot H}{161 g \sin \alpha} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 250 \cdot H}{161 \sin g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 250 \cdot H}{161 \cdot \frac{4}{5} g}} = 25 \sqrt{\frac{H}{161g}} \approx 1,97 \sqrt{\frac{H}{g}} \quad (3)$$

Ответ: 1)  $t_1 = \frac{5}{2} \sqrt{\frac{H}{2g}} \approx 1,77 \sqrt{\frac{H}{g}}$ ;

2)  $a_k = \frac{13}{50}g = 0,26g$ ;

3)  $t_2 = 25 \sqrt{\frac{H}{161g}} \approx 1,97 \sqrt{\frac{H}{g}}$ .

Чистовик.

№5. Дано

$i=3$

$P_2 = 0,99 P_1$

$V_2 = 1,02 V_1$

Найти

1)  $\Delta T$  - ?

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

$$P_1 V_1 = \nu R T_1, \quad P_2 V_2 = \nu R T_2 \quad | \Rightarrow \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{P_1 V_1}{0,99 \cdot 1,02 P_1 V_1} \quad | \Rightarrow \quad T_2 = 0,0098 T_1.$$

• Значит, температура увеличилась на 0,98%. (1)

$$\frac{\Delta Q}{\Delta U} = \frac{\Delta U + A}{\Delta U} = 1 + \frac{A}{\Delta U} = 1 + \frac{\int p dV}{\frac{3}{2} \nu R \Delta T}$$

• Т.к. относительные изменения давления, объёма и температуры намного меньше единицы, то

$$\int p dV \approx 0,02 V_1 \cdot 0,995 P_1.$$

$$\text{• Следовательно, } \frac{\Delta Q}{\Delta U} = 1 + \frac{0,02 V_1 \cdot 0,995 P_1}{\frac{3}{2} \nu R T_1 \cdot 0,0098} = 1 + \frac{0,02 \cdot 0,995 P_1 V_1}{1,5 \cdot 0,0098 P_1 V_1} \approx 2,355. \quad (2)$$

Ответ: 1) Температура увеличилась на 0,98%;

2)  $\frac{\Delta Q}{\Delta U} \approx 2,355.$

(2)

Черновик.

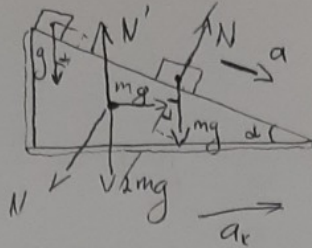
Черновик

4.  $d(\cos \alpha = 3/5)$   
 $H = m = 2m$   $t_1?$

$$F = mg$$

$a_k?$

$t_2?$



$$mg \cos \alpha = N$$

$$2ma_k = mg - N_{\text{su}} = mg - mg \cos \alpha \sin \alpha$$

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

$$a_k = \frac{g}{2}(1 - \cos \alpha \sin \alpha) = \frac{g}{2}(1 - \frac{3}{25}) = \frac{21g}{50}$$

$$ma = mgs \sin \alpha$$

$$a = \frac{2}{5}g$$

$$a_k \cos \alpha = \frac{21g}{50} \cdot \frac{3}{5} = \frac{63g}{250}$$

$$a' = \frac{43g}{250}$$

$$\frac{H}{s \sin \alpha} = \frac{238t_1^2}{250 \cdot 2}$$

$$t_1^2 = \frac{250 \cdot 44}{238 \cdot 5 \cdot 2g}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{250 \cdot 44}{238 \cdot 5 \cdot 2g}} = \sqrt{\frac{250 \cdot 44}{238 \cdot 2g}} = 25 \sqrt{\frac{44}{238g}}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{44}{s \sin \alpha g (25 \sin \alpha \sin \alpha + \cos \alpha^2 \sin \alpha)}} = \sqrt{\frac{44}{\frac{21}{5} \cdot g (2 \cdot \frac{2}{5} + \frac{3}{25})}} = \sqrt{\frac{125H}{238g}} = \sqrt{\frac{2H}{5g}}$$

$$L \sin \alpha = H$$

$$L = \frac{H}{\sin \alpha}$$

$$L = \frac{g \cos \alpha t_1^2}{2} = \frac{H}{\sin \alpha}$$

$$t_1^2 = \frac{2H}{g \cos \alpha \sin \alpha}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g \cos \alpha \sin \alpha}}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g \cos \alpha \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{H}{8g}} = 20 \sqrt{\frac{H}{g}}$$

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

$$a = g \sin \alpha$$

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

$$= g \left( \sin \alpha - \frac{\cos \alpha \cos^2 \alpha \sin \alpha}{2} + \frac{\cos \alpha \sin \alpha}{2} \right)$$

$$\frac{H}{s \sin \alpha} = \frac{a' t_2^2}{2}$$

$$t_2^2 = \sqrt{\frac{2H}{s \sin \alpha a'}}$$

(3)

Черновик.

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

$$mg \cos \alpha = N$$

$$2ma_K = mg - N \sin \alpha = mg - mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$a_K = \frac{g}{2} (1 - \cos \alpha \sin \alpha) = \frac{g}{2} \left(1 - \frac{3 \cdot 4}{5 \cdot 5}\right) = \frac{13g}{50} = 0,26g$$

$$ma = mgs \sin \alpha$$

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

$$a_K \cos \alpha = \frac{13 \cdot 3}{250} g = \frac{39}{250} g = ~~0,156g~~$$

$$a' = \frac{16g}{250}$$

$$\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{184g t_0^2}{250 \cdot 2}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{250 \cdot H \cdot 2}{184g \cdot \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{250 \cdot 2 \cdot 5^2 \cdot H}{184 \cdot 4 \cdot g}} = 25 \sqrt{\frac{H}{184g}} \approx 1,97 \sqrt{\frac{H}{g}}$$

$$\sqrt{\frac{4}{5} \left(\frac{3}{5} - \frac{3}{5} + \frac{36}{125}\right) \frac{4}{g}} = \sqrt{\frac{5^4}{161}} = 25 \sqrt{\frac{1}{161}} \approx 1,97 \sqrt{\frac{H}{g}}$$

(4)

Черновик.

5.  $i=3$

$p_2 = 0,99 p_1$

$V_2 = 1,02 V_1$

1)  $\Delta T$  - ?

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

$$p_1 V_1 = \nu R T_1, \quad p_2 V_2 = \nu R T_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{p_1 V_1}{0,99 \cdot 1,02 p_1 V_1} = 0,9903$$

$$T_2 = \frac{T_1}{0,9903} = 1,0098 T_1$$

~~увеличилась~~ Увеличилась на  $0,98\%$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta U} = \frac{\Delta U + A}{\Delta U} = 1 + \frac{A}{\Delta U} = 1 + \frac{\int p \Delta V}{\frac{3}{2} \nu R \Delta T} =$$

$$= 1 + \frac{0,02 V_1 \cdot 0,995 p_1}{\frac{3}{2} \nu R T_1 \cdot 0,008} = \frac{0,02 \cdot 0,995 p_1 V_1}{\frac{3}{2} \cdot 0,008 p_1 V_1} + 1 = 2,3537 \approx 2,35$$

(5)