

# Часть 1

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

Шифр: **21205574**

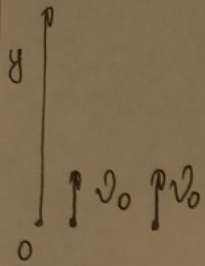
ID профиля: **839562**

Вариант 2



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

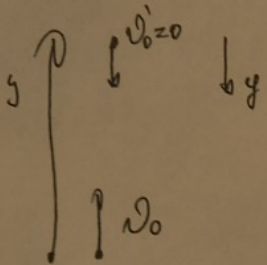
тупогобка



$v$

$$v_1 = v_0 - gt \quad | \quad v_1 - v_2 = v_0$$

$$v_2 = -gt$$



$$t. \quad v_{k1} = 0 + gt; \quad t = \frac{v_{k1}}{g}$$

$$v_{k2} = v_0 - gt \Rightarrow t = \frac{v_0 - v_{k2}}{g}$$

$$\frac{v_{k1}}{g} = \frac{v_0 - v_{k2}}{g} \Rightarrow v_{k1} = v_0 + v_{k2} \Rightarrow v_{k1} + v_{k2} = v_0$$

$$v_0 t - \frac{gt^2}{2} + \frac{gt^2}{2} = h \Rightarrow t = \frac{h}{v_0}$$

$$y - y_0 = \frac{gt^2}{2}$$

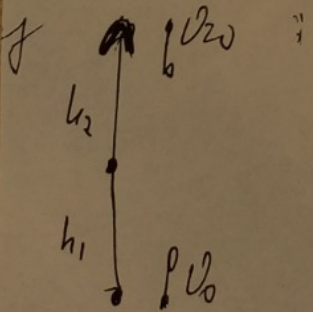
$$0 - h = \frac{gt^2}{2}$$

$$-h = \frac{gt^2}{2}$$

$$\sqrt{v_0^2 - \frac{4 \cdot \frac{1}{2} g \cdot h}{2g}}$$

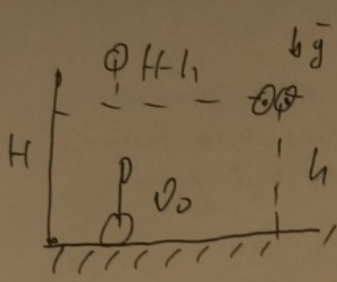
$$\sqrt{-3v_0^2}$$

$$y - y_0 \quad h_2 - h$$



$$h_1 = 0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$h_2 = h$$



Задана  $\gamma$

$$\begin{cases} H-h = \frac{gt^2}{2} \\ h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

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

где \$t\$ - время полета  $\gamma$  мяча от высшей точки траектории до момента броска

\$T\$ - общее время полета  $\gamma$  мяча до точки столкновения

$$T = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3}{2} \cdot \frac{v_0}{g}$$

Найдём  $\frac{T}{t}$ :  $\frac{T}{t} = \frac{3v_0}{2g} \cdot \frac{2g}{v_0} = 3$

\$t\$ одинаково для обоих мячей

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = v_0 \cdot \frac{v_0}{2g} - \frac{g}{2} \left( \frac{v_0}{2g} \right)^2 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{4v_0^2 - v_0^2}{8g} = \frac{3}{8} \cdot \frac{v_0^2}{g}$$

Ответ:  $T = \frac{3}{2} \frac{v_0}{g}$ ;  $\frac{T}{t} = 3$ ;  $h = \frac{3v_0^2}{8g}$

Луси  $\gamma$

### Задача 3

Заметим, что объем пара уменьшается в большее количество раз, чем выросло его давление, значит, пар частично превратился в воду. В итоге пар стал меньше и он стал насыщенным  $\Rightarrow$  его давление стало равно  $0,5 \cdot 10^5$  Па, а первоначальное в 3,6 раза меньше

$$P_H = \frac{P_H}{3,6} = \frac{0,5}{3,6} \cdot 10^5 \text{ Па} = 0,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Найдем массу по формуле  $pV = \frac{m}{M} RT$ , где  $p$  - первоначальное давление, которое я уже нашел,  $V$  - объем, который в 4 раза больше количества,  $T = 81 + 273 = 354 \text{ К}$

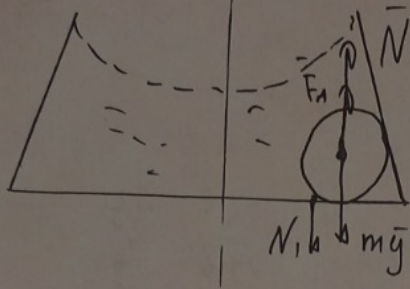
$M$  - молярная масса

$$m = \frac{pVM}{RT} = \frac{0,14 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 0,0017 \cdot 4 \text{ м}^3 \cdot 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 354 \text{ К}} = 1 \text{ грамм}$$

Ответ:  $p = 0,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ;  $m = 1 \text{ грамм}$

Лист 3

1) Сосуд не вращается  $\omega = 0$



$\vec{F}_A$  - сила Архимеда

II. Закон Ньютона:

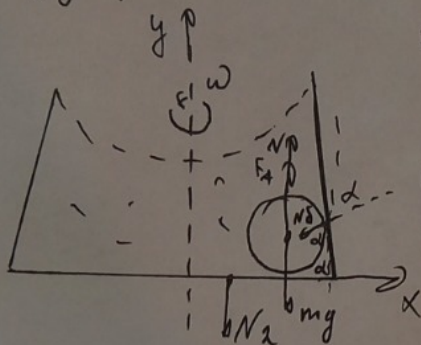
$$m\vec{y} + \vec{F}_A + \vec{N} = 0$$

$$|\vec{N}| = |\vec{N}_1| = mg - F_A = 6\rho Vg - \rho gV = 5\rho gV =$$

$$= 5\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{20}{3}\pi\rho g R^3$$

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

2) Сосуд вращается



II Закон Ньютона

$$\vec{N} + \vec{F}_A + m\vec{y} + \vec{N}_\delta = m\vec{a}$$

$$O_x: ma = N\delta \sin\alpha, \text{ где } a = \omega^2 \cdot \frac{3}{2}R$$

$$O_y: N = mg - F_A + N\delta \cos\alpha$$

$$|\vec{N}_2| = |\vec{N}| = 6\rho gV - \rho gV + \frac{m\omega^2 \cdot \frac{3}{2}R}{\sin\alpha} \cdot \cos\alpha =$$

$$= 5\rho gV + \frac{6\rho gV \cdot \omega^2 \cdot \frac{3}{2}R}{g\alpha} = \rho gV \left( 5 + \frac{9\omega^2 R}{g\alpha} \right) =$$

$$= \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g \left( 5 + \frac{9\omega^2 R \cdot 2}{3} \right) = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g (5 + 6\omega^2 R)$$

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

$$N_2 = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g (5 + 6\omega^2 R)$$

Лист 2

# Часть 2

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

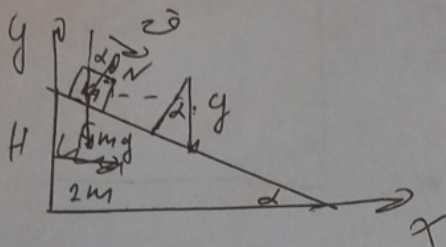
Шифр: **21205574**

ID профиля: **839562**

Вариант 2

24

Термобук



И.з. П.:

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

$$Oy: -mg + N \cos \alpha = m\vec{a}$$

$$Ox: m\vec{a} = N \sin \alpha$$

$$\cancel{N \sin \alpha} \quad N = \frac{m\alpha + mg}{\cos \alpha}$$

$$m\alpha = \frac{m\alpha + mg}{\cos \alpha} \sin \alpha = (m\alpha + mg) \tan \alpha$$

$$mgH = \frac{mv_u^2}{2} \Rightarrow v_u = \sqrt{2gH}$$

$$S = \frac{v_u^2 - v_0^2}{2g} = \frac{2gH}{2g} = H$$

$$mgH + 0 = \frac{mv^2}{2}$$

$$mv^2 = 2mgH$$

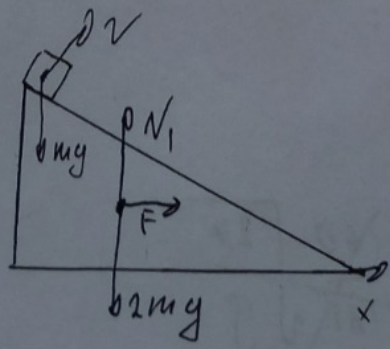
$$v^2 = 2gH$$

~~$S = \frac{v_u^2 - v_0^2}{2g} = \frac{2gH}{2g} = H$~~

$$S_x = \frac{v_u^2}{2g \sin \alpha} = \frac{H}{\sin \alpha}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \sqrt{\frac{25-9}{25}}$$

$$= \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$$

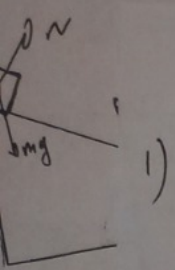


И.з. П.:

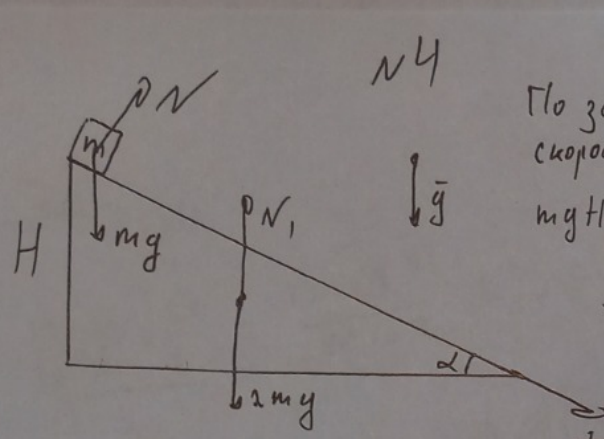
$$2m\vec{a} = 2m\vec{y} + \vec{F} + \vec{N}_1$$

$$Ox: 2m\vec{a} = 2m\vec{y} \quad \alpha = \frac{g}{2}$$





S =



Зерновик

По закону сохранения энергии найдём скорость бруска на конце клина

$$mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2gh$$

$$S_x = \frac{v_{kx}^2 - v_{hx}^2}{2g_x} = \frac{v^2 - 0}{2g \sin \alpha} = \frac{H}{\sin \alpha}$$

По основному тригонометрическому

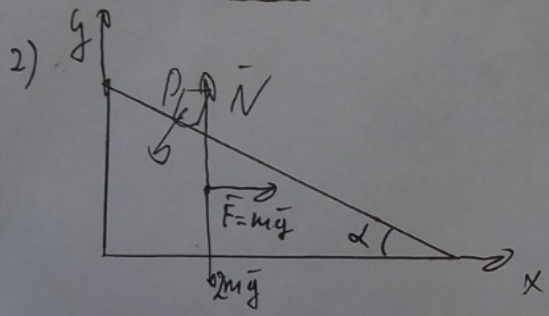
+ тождеству:  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

th. G

$$\frac{H}{\sin \alpha} S_x = \boxed{\frac{5H}{4}}$$

2)



II. Закон Ньютона:

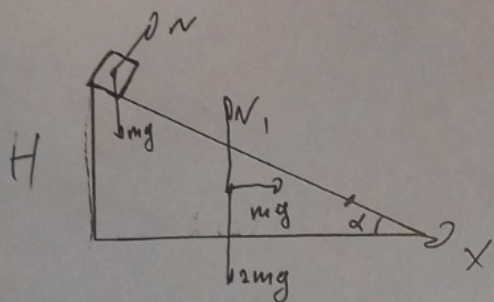
$$2m\ddot{u} = 2m\ddot{y} + \vec{F} + \vec{N} + \vec{P} \quad | \quad P = \frac{W}{2} \quad \text{следует}$$
~~$$0 = 2ma - mg \Rightarrow a = \frac{g}{2} = 5 \text{ м/с}^2$$~~

3)

$$\frac{g}{2} - \frac{6}{25}g = \frac{25g - 12g}{50} = \frac{13}{50}g$$

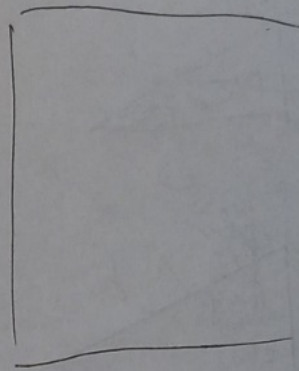
⊗

Урабович



$$\frac{5}{4} H$$

$$S = \frac{a t^2}{2} = \frac{13g \cdot 25}{50 \cdot 16} \cdot \frac{2H}{g} = \frac{13 \cdot 25 \cdot 2 \cdot H}{2 \cdot 50 \cdot 16} = \frac{13}{32} H$$



Отв. Г. \* :  $S$ ;  $S = \frac{13}{32} H$  |  $\frac{5}{4} H - \frac{13}{32} H = \frac{40-13}{32} H = \frac{27}{32} H$

~~30~~  $t = \frac{27}{32} H$

$t_1 = \frac{41}{5} H$

$\frac{4}{5} H \cdot t = \frac{27}{32} H \cdot t_1$

$t_1 = \frac{4H \cdot 27}{5 \cdot 32} \cdot \frac{1}{4} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{32}{27} \sqrt{\frac{2H}{g}}$

$$\frac{15 \cdot 3}{32 \cdot 5} = \frac{39}{160}$$

→

$$S = \frac{a t^2}{2} = \frac{13g}{50} \cdot \frac{25}{16} \cdot \frac{2H}{g} = \frac{13 \cdot 25 \cdot 2 \cdot H}{50 \cdot 16 \cdot 2} = \frac{13}{32} H \quad \left[ \frac{13}{32} H \right]$$

~~$\frac{13}{32}$~~   $\frac{5}{4} H - \frac{39}{160} H = \frac{200-39}{160} H = \frac{161}{160} H$

~~t:~~

$t = \frac{161}{160} H$

~~$\frac{4}{5} \cdot H \cdot t = \frac{161}{160} \cdot H \cdot t_1$~~

$t_1 = \frac{4}{5} H$

~~$t_1 = \frac{4 \cdot 160}{5 \cdot 161} \cdot \frac{1}{4} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{160}{161} \sqrt{\frac{2H}{g}}$~~

$\frac{239}{160}$

1) Изначальное:  $pV = \nu R T$ , где  $p, V, \nu, R, T$  - характеристики газа в начальный момент времени

В конце:  $\Delta(pV) = \nu R \Delta T$

Разделим второе уравнение на первое

$$\frac{\Delta(pV)}{pV} = \frac{\nu R \Delta T}{\nu R T} = \frac{\Delta T}{T}; \quad \Delta(pV) = \Delta p V + p \Delta V \Rightarrow \frac{\Delta p V + p \Delta V}{pV} = \frac{\Delta T}{T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta T}{T}; \quad \frac{\Delta p}{p} = \frac{p_2 - p_1}{p_1} = \frac{(0,99 p_1 - p_1)}{p_1} = -0,01$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} = \frac{1,02 V_1 - V_1}{V_1} = 0,02$$

$$\frac{\Delta T}{T} = -0,01 + 0,02 = 0,01 \Rightarrow \text{температура возросла на } 1\% \quad (\Delta T = \frac{T_2 - T_1}{T_1})$$

2)  $Q = \Delta U + A$ , где  $A$  - работа газа

$$\frac{Q}{\Delta U} = 1 + \frac{A}{\Delta U}, \quad \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$\Delta p \ll p \Rightarrow A = p \Delta V$ ; Из условия 1:  $\frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta T}{T} \Rightarrow \Delta V = \left( \frac{\Delta T}{T} - \frac{\Delta p}{p} \right) V$

$$A = p \Delta V = p V \left( \frac{\Delta T}{T} - \frac{\Delta p}{p} \right) = \nu R T \left( \frac{\Delta T}{T} - \frac{\Delta p}{p} \right) = \nu R \frac{T}{\Delta T} \cdot \Delta T \left( \frac{\Delta T}{T} - \frac{\Delta p}{p} \right) = \nu R \Delta T \left( 1 - \frac{T}{\Delta T} \cdot \frac{\Delta p}{p} \right)$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = 1 + \frac{A}{\Delta U} = 1 + \frac{\nu R \Delta T \left( 1 - \frac{T}{\Delta T} \cdot \frac{\Delta p}{p} \right)}{\frac{3}{2} \nu R \Delta T} = 1 + \frac{2}{3} \left( 1 - \frac{T}{\Delta T} \cdot \frac{\Delta p}{p} \right)$$

$\frac{T}{\Delta T}$  и  $\frac{\Delta p}{p}$  берём из 1 пункта, тогда:

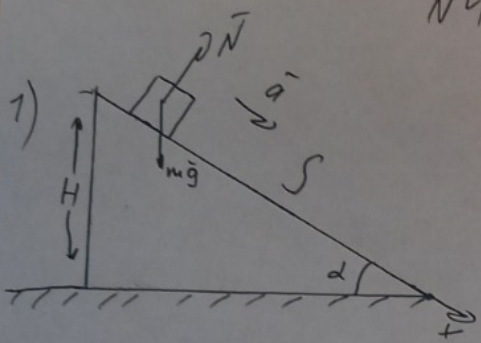
$$\frac{Q}{\Delta U} = 1 + \frac{2}{3} \left( 1 - \frac{1}{0,01} \cdot (-0,01) \right) = 1 + \frac{2}{3} \cdot 2 = 1 + \frac{4}{3} = \boxed{\frac{7}{3}}$$

Ответ: температура возросла на 1%

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{7}{3}$$

Лист 2

N4



0x:  $ma = mg \sin \alpha \Rightarrow a = g \sin \alpha$

$S = \frac{H}{\sin \alpha}$  т.к. По закону сохранения энергии:

$mgH = \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2} \rho^2 = 2gH$ , где  $\rho$  - скорость

брусок a в конце клина

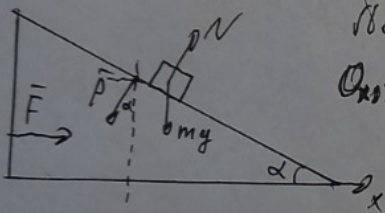
$S = \frac{v^2}{2a} = \frac{2gH}{2g \sin \alpha} = \frac{H}{\sin \alpha}$

$S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}} = \frac{1}{\sin \alpha} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$

По основанию прямоугольного треугольника:  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{4}{5}$

$t = \frac{1}{\sin \alpha} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{5}{4} \sqrt{\frac{2H}{g}}$

2)



По п.з. Ньютона:

0x:  $ma = F - P \sin \alpha$ , где P - сила давления бруска на клин

$|P| = |W| = mg \cos \alpha$

$2ma = F - mg \cos \alpha \sin \alpha \Rightarrow a = \frac{F}{2m} - \frac{mg \cos \alpha \sin \alpha}{2m}$

$= \frac{mg}{2m} - \frac{g}{2} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = \frac{g}{2} - \frac{12g}{50} = \frac{g}{2} - \frac{6}{25}g = \frac{13}{50}g$

3) ~~За время t клин уйдет на  $S_1 = \frac{at^2}{2} = \frac{13g}{50} \cdot \frac{25}{2} = \frac{13}{2}H$~~

$a_{\text{бруск}} = g \sin \alpha - \frac{13}{50}g \cos \alpha = \frac{161}{250}g$  - ускорение относительно клина

$t_1 = \sqrt{\frac{2S}{a_{\text{бруск}}}} = \sqrt{\frac{2H}{\sin \alpha \cdot \frac{161}{250}g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 250 \cdot 5H}{4 \cdot 161g}} = \sqrt{\frac{2500H}{4 \cdot 161g}} = 25 \sqrt{\frac{H}{161g}}$

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

$a = \frac{13}{50}g$

$t_1 = 25 \sqrt{\frac{H}{161g}}$

Лист 1