

Часть 1

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

Шифр: **21204193**

ID профиля: **864344**

Вариант 1

Чистовик

(1)

Вариант 10-01

Часть I

Задача 1.

Дано:

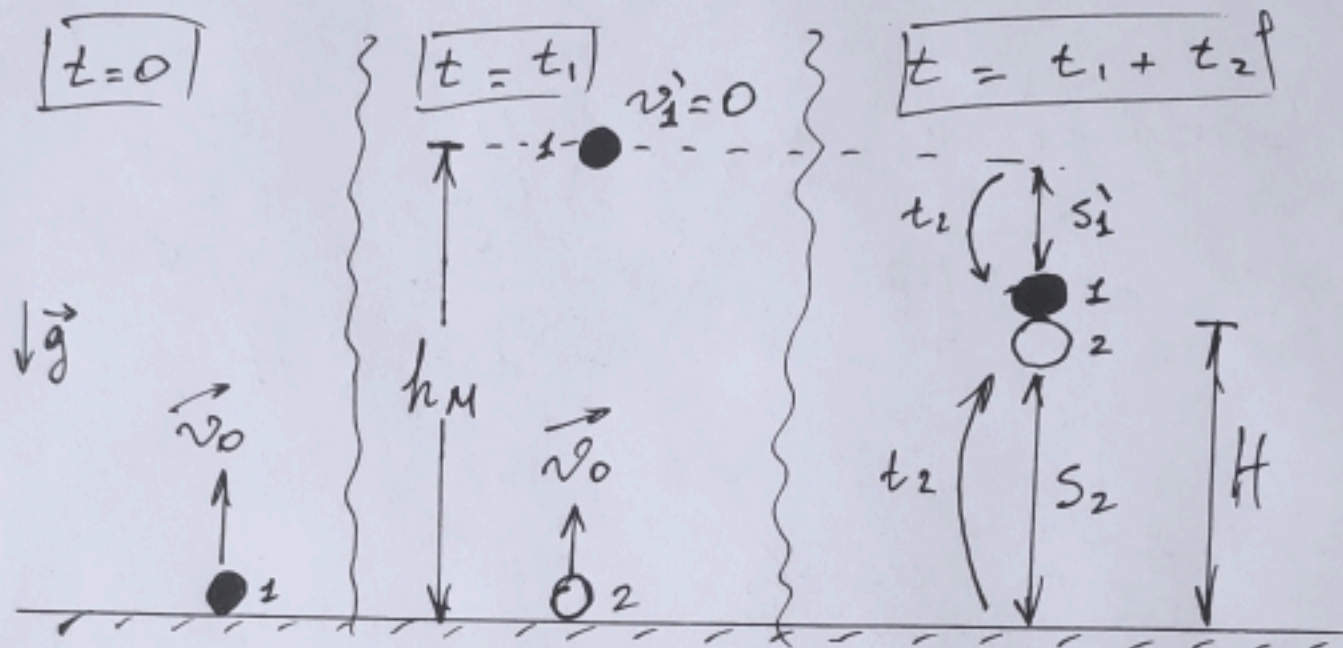
H

Найти:

t_2 - ?

v_0 - ?

S_1 - ?



$$\begin{cases} h_M = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \\ v_1 = v_0 - gt_1 \Rightarrow v_0 = gt_1 \end{cases} \quad \begin{cases} H = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} \\ S_1 = \frac{gt_2^2}{2} \end{cases}$$

$$h_M = gt_1^2 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{gt_1^2}{2} \quad (S_2 = H)$$

$$h_M = S_2 + S_1 = H + S_1 = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} + \frac{gt_2^2}{2} = v_0 t_2$$

$$h_M = \frac{gt_1^2}{2} = \frac{v_0 \cdot t_1}{2}$$

$$v_0 t_2 = \frac{v_0 t_1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_2 = \frac{t_1}{2}, \quad t_1 = 2 \cdot t_2$$

$$H = h_M - S_1 = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = 2gt_2^2 - \frac{gt_2^2}{2} = 1,5gt_2^2 \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{H}{1,5g}}$$

$$v_0 = 2gt_2 = 2g \sqrt{\frac{H}{1,5g}} = \sqrt{\frac{4Hg}{1,5}} = \sqrt{\frac{8}{3} \cdot Hg}$$

$$S_1 = h_M + S_1 = v_0 t_2 + \frac{gt_2^2}{2} = 2,5gt_2^2 = 2,5g \cdot \frac{H}{1,5g} =$$

стр. 1 из 6 $= \frac{5}{3} \cdot H$

Чистовик (2)

Вариант 10-01

Часть I

Задача 1 (продолжение)

Ответ: $t_2 = \sqrt{\frac{H}{1,5g}} = \sqrt{\frac{2H}{3g}} ;$

$v_0 = \sqrt{\frac{8Hg}{3}} ; \quad S_1 = \frac{5}{3} H$

стр 2 из 6

Чистовик



③

Вариант 10-01

Часть I

Задача 2.

Дано:

1) $\omega = 0$

2) ω

ρ

3ρ

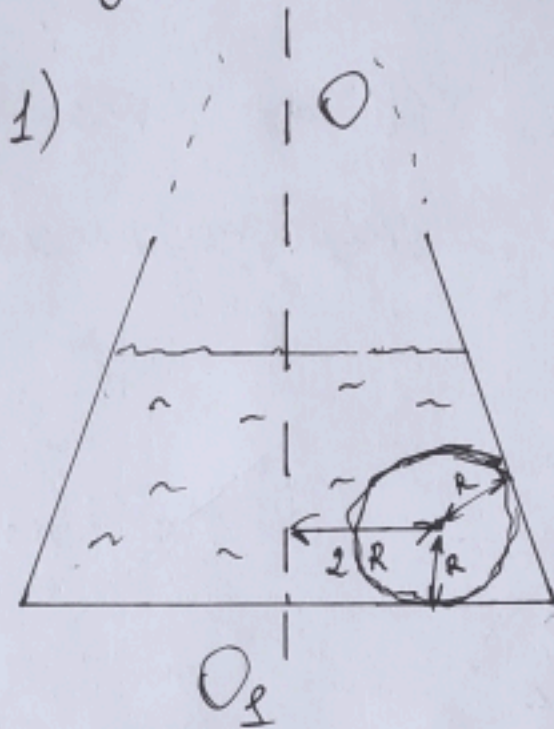
R

$\text{tg } \alpha = 2$

Найти

1) $N_1 - ?$

2) $N_2 - ?$



Шар покоится \Rightarrow можем
 написать равновесие сил,
 действующих на него
 (в этом случае шар не давит на
 боковую стенку)



$$mg = F_A + N_1$$

$$3\rho gV = \rho gV + N_1$$

$$N_1 = 2\rho gV = 2\rho g \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{8}{3}\rho g\pi R^3$$

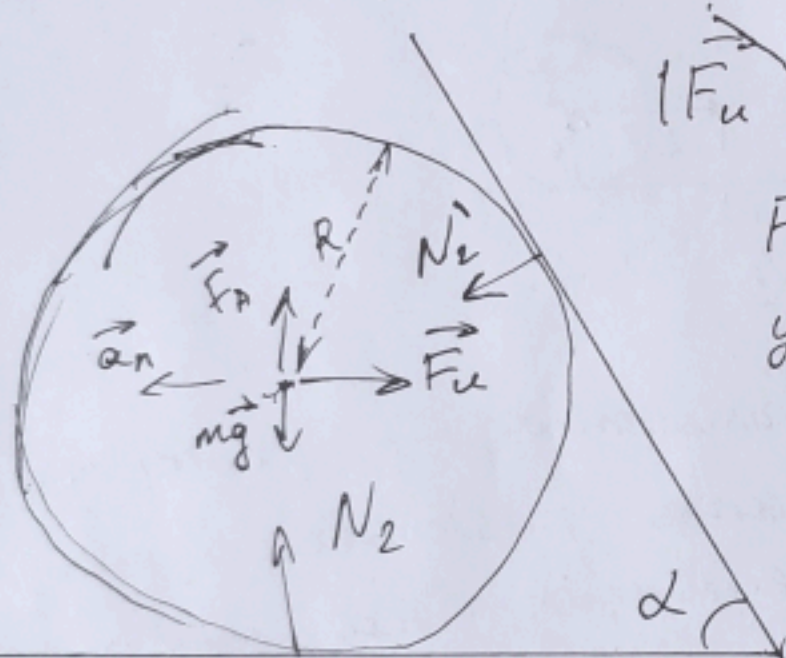
Частовик (4)

Вариант 10-01

Часть I

Задача 2 (продолжение)

2) В этом случае на шар будет действовать имерцальная сила $\vec{F}_u = -m\vec{a}_n$



$$|F_u| = |m\vec{a}_n|$$

~~$$F_u = ma_n = m \cdot \cancel{v} \cdot 2R$$~~

угловая скорость $v = \omega \cdot 2R$

~~$$F_u = m \cdot 4\omega^2 R^2 = 4m\omega^2 R^2$$~~

$$|F_u| = |m\vec{a}_n| \quad a_n = \frac{v^2}{2R}$$

Угловая скорость $v = 2\omega R$

$$a_n = \frac{4\omega^2 R^2}{2R} = 2\omega^2 R$$

$$F_u = 2m\omega^2 R$$

$$F_A = \rho g V$$

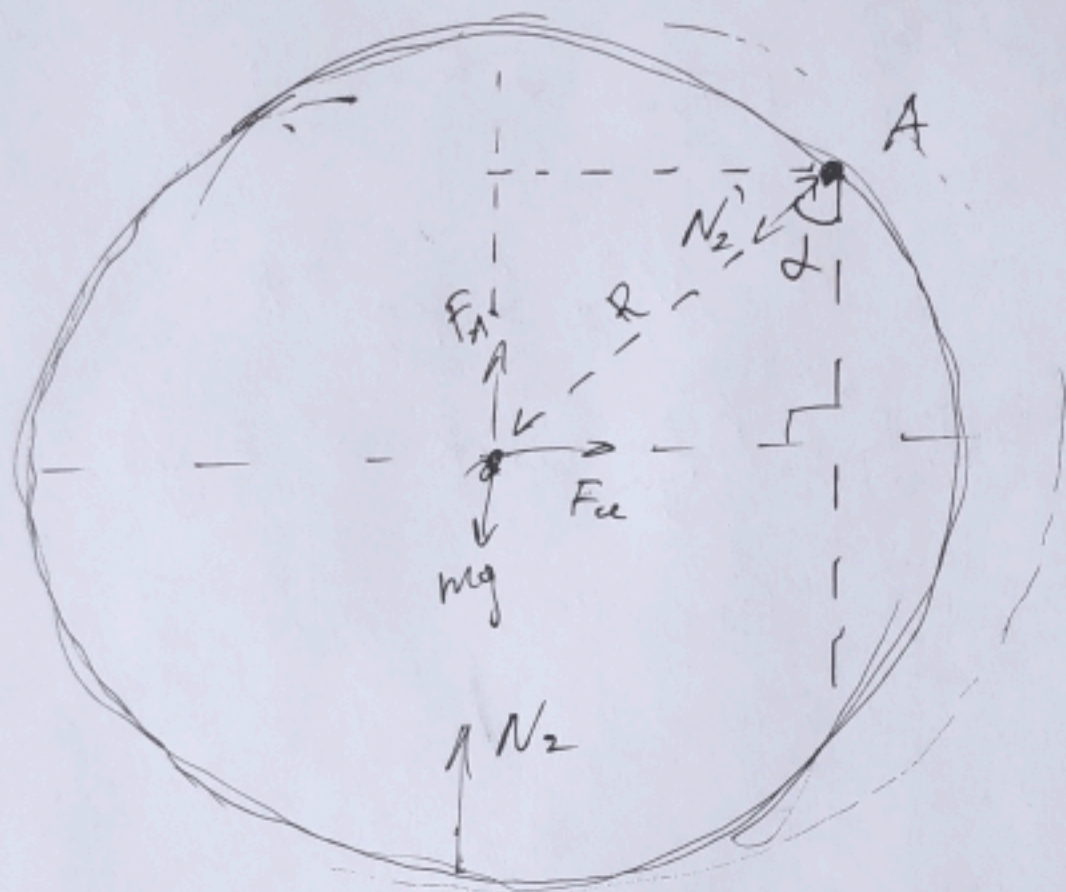
Запишем равновесие ~~сил~~ моментов для точки действия силы N_2'

Чистовик (5)

Вариант 10-01

Часть I

Задача 2 (продолжение)



Равновесие моментов сил отн. (\cdot) A :

$$F_u \cdot R \cos \alpha + mg \cdot R \sin \alpha = F_A R \sin \alpha + N_2 R \sin \alpha$$

$$\cancel{R (F_u \cos \alpha + mg \sin \alpha)} = \cancel{R \sin \alpha (F_A + N_2)}$$

$$N_2 = F_u \cdot \operatorname{ctg} \alpha + mg - F_A$$

$$N_2 = 2m\omega^2 R \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} + mg - \rho g V$$

$$N_2 = 2 \cdot \frac{8}{3} \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot \omega^2 \cdot R \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{8}{3} \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 g - \rho g \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$N_2 = 8 \pi R^4 \cdot \rho \omega^2 \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} + 4 \pi R^3 \rho g - \frac{4}{3} \pi R^3 \rho g$$

$$N_2 = 4 \pi R^3 \left(2 \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} R \rho \omega^2 + \rho g - \frac{\rho g}{3} \right)$$

$$N_2 = 4 \pi R^3 \left(2 \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} R \rho \omega^2 + \frac{2}{3} \rho g \right)$$

стр 5 из 6

Числовик (6)

Вариант 10-01

Часть I

Задача 2 (продолжение)

$$N_2 = 4\pi R^3 \rho \left(\frac{2}{\operatorname{tg} \alpha} \omega^2 R + \frac{2}{3} g \right)$$

Ответ: 1) $N_1 = \frac{8}{3} \rho g \pi R^3$;

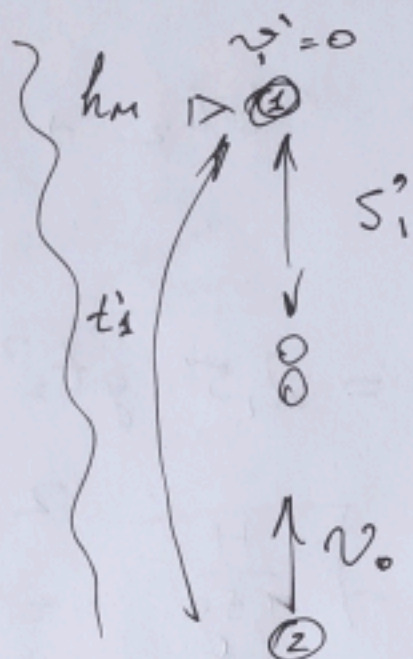
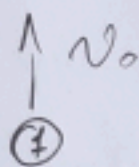
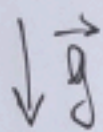
2) $N_2 = 4\pi R^3 \rho \left(\frac{2}{\operatorname{tg} \alpha} \omega^2 R + \frac{2}{3} g \right)$

стр 6 из 6

Черновик задачи

Дано:

H
 $t_2 - ?$ $v_0 - ?$ $S_1 - ?$



$$\left\{ \begin{aligned} \vec{v} &= \vec{v}_0 + \vec{a}t \\ \vec{S} &= \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2} \end{aligned} \right.$$

$$S < H$$

$$h_m = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = h_m = gt_1^2 - \frac{gt_1^2}{2} = \left(\frac{gt_1^2}{2} \right)$$

$$v_1 = 0 = v_0 - gt_1 \Rightarrow v_0 = gt_1$$

$$v_0 \parallel \frac{t_1}{2}$$

$$h_m = \underbrace{\frac{gt_2^2}{2}}_{S_1} + \underbrace{v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}}_{S_2}$$

$$t_2 = \frac{t_1}{2}$$

$$\downarrow$$

$$t_1 = 2t_2$$

$$h_m = v_0 t_2$$

$S_2 \parallel H$

$$h_m \frac{gt_1}{2} = gt_1 t_2$$

$$v_0 = gt_1 = 2gt_2$$

$$\frac{t_1}{2} = t_2$$

$$v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = H \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{га}$$

$$\frac{gt_2^2}{2} = v_0 t_2 - H$$

$$2gt_2^2 - \frac{gt_2^2}{2} = H$$

$$1,5 \cdot gt_2^2 = H$$

$$t_2^2 = \frac{H}{1,5g}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{H}{1,5g}} \quad \checkmark$$

$$v_0 = 2g \sqrt{\frac{H}{1,5g}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{4Hg}{1,5}} = 2\sqrt{\frac{2}{3}Hg}$$

Черновик 2

Часть I

$$S_1 = h_m + S_1' = v_0 t_2 + \frac{gt_2^2}{2} =$$

$$= 2gt_2^2 + \frac{gt_2^2}{2} = 2,5 gt_2^2 =$$

$$= 2,5g \sqrt{\frac{H}{1,5g}}^2 =$$

$$= 2,5g \cdot \frac{H}{1,5g} = \frac{2,5H}{1,5} = \frac{5H}{3} = \frac{2}{3}H \quad \checkmark$$

$$m = 32$$

$$t = 81^\circ\text{C}$$

$$T = t + 273^\circ$$

$$\nu = \frac{m}{M}$$

$$V_1 = 3,5 V_2$$

$$1,8 p_1 = p_2$$

$$p_1 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$M = 18 \text{ г/моль}$$

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

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu RT \\ p_2 V_2 = \nu RT \end{cases}$$

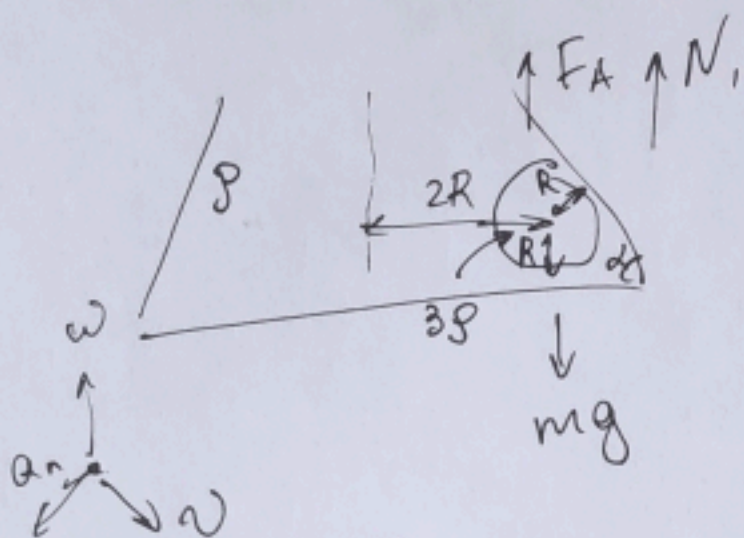
$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu RT \\ 1,8 p_1 \frac{V_1}{3,5} = \nu RT \end{cases}$$

$$pV = \text{const} ?$$

$$\frac{18}{10} \neq \frac{35}{10} = \frac{18 \cdot 10}{10 \cdot 35} = \frac{18}{35}$$

Черновик 3.

Часть 7



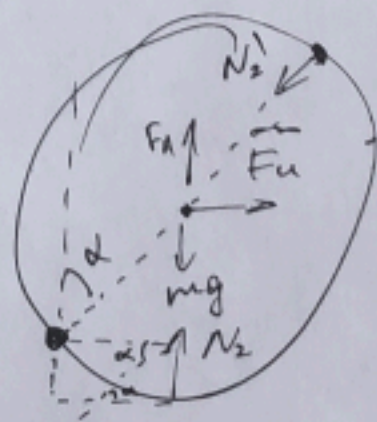
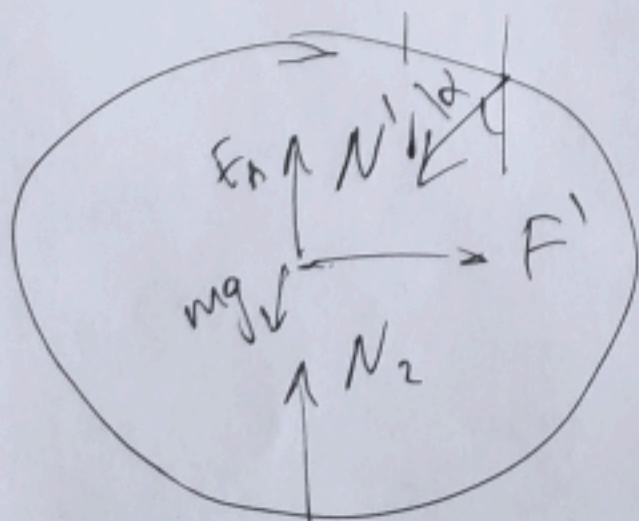
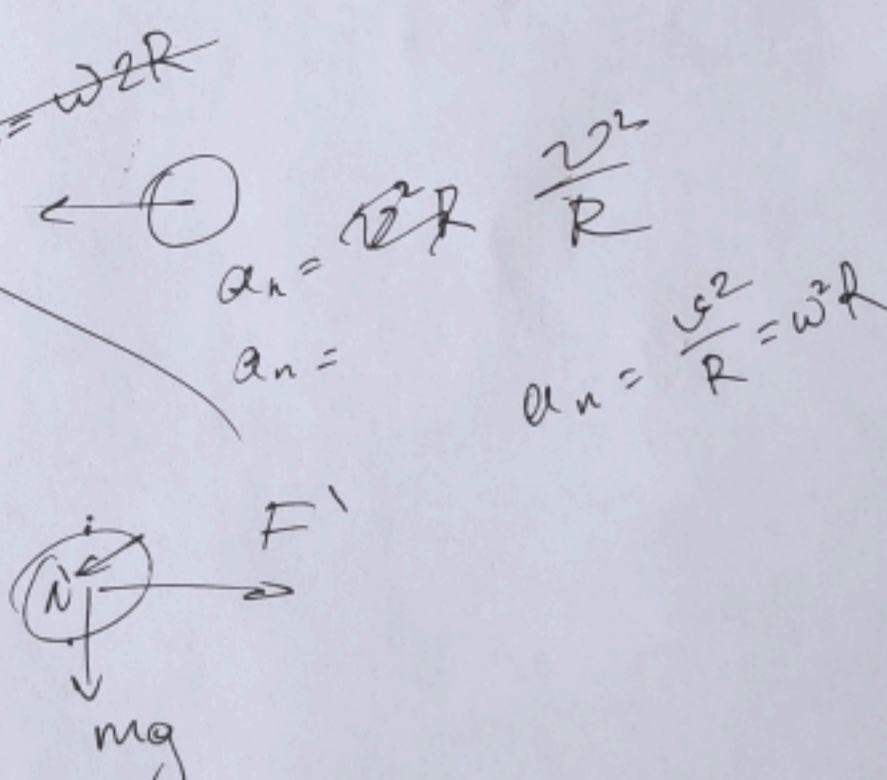
$\text{tg } \alpha = 2$ $\rho = \frac{m}{V}$ $m = \rho V$

$$mg = F_A + N_1$$

$$3\rho g V = \rho g V + N_1$$

$$N_1 = 2\rho g V = 2\rho g \frac{4}{3}\pi R^3$$

~~$a_n = \omega R$~~
 ~~$a_n = \omega R^2$~~
 ~~$a_n = \frac{v}{R} = \frac{\omega R}{R} = \omega$~~
 ~~$\omega = \frac{v}{R} = \frac{\omega R}{R} = \omega$~~
 ~~$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{(\omega R)^2}{R} = \omega^2 R$~~
 ~~$a_n = \frac{\omega^2 R^2}{R} = \omega^2 R$~~



Часть 2

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

Шифр: **21204193**

ID профиля: **864344**

Вариант 1

Задача 4.

Дано

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

H

m

3m

Найти:

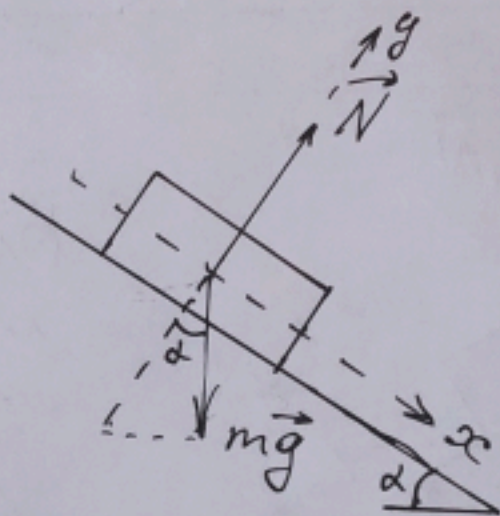
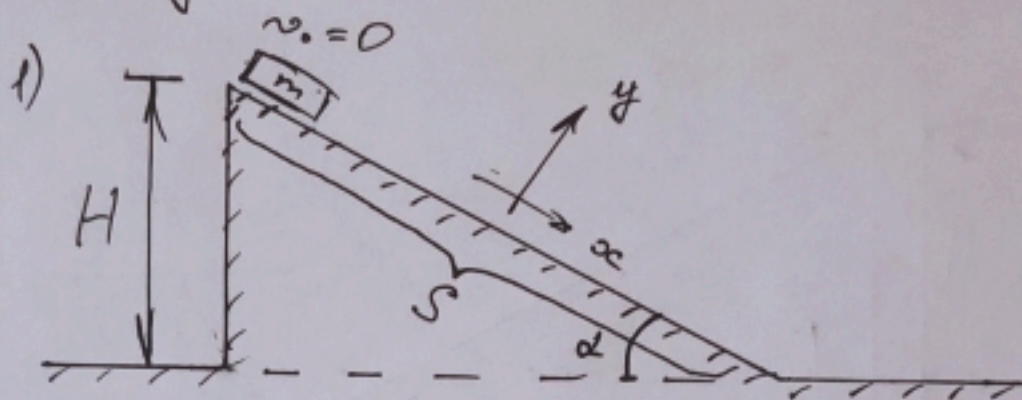
1) t_1 - ?

2) Дано:

$$F = 2mg$$

α_k - ?

3) t_2 - ?



Напишем II закон Ньютона для осей x:

$$m a_1 = mg \sin \alpha$$

$$\left. \begin{array}{l} \cos \alpha \\ d < \frac{\pi}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

$$S = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{H}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}$$

$$S = v_0 t_1 + \frac{a_1 t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2S}{a_1}}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{H}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}}{g \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}} = \sqrt{\frac{2H}{g(1 - \cos^2 \alpha)}}$$

стр 1 из 6

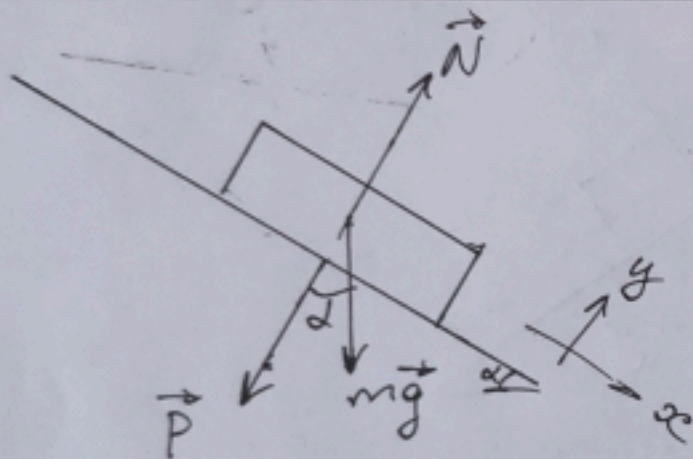
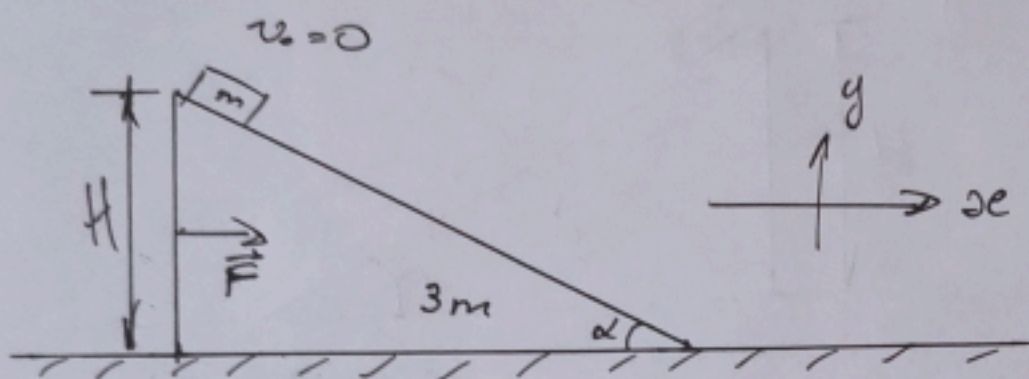
Чистовик (2)

Вариант 10-01

Часть II

Задача 4 (продолжение)

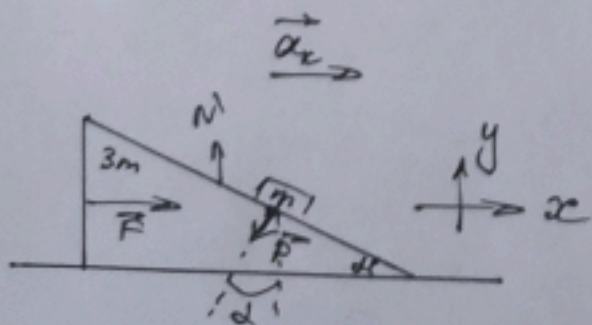
2)



Блок действует на клин с силой P , модуль которой равен N по III закону Ньютона.

Напишем II закон Ньютона для оси y :

$$\left. \begin{aligned} N &= mg \cos \alpha \\ P &= N \end{aligned} \right\} \Rightarrow P = mg \cos \alpha$$



Напишем II закон Ньютона для оси x :

$$\begin{aligned} 3m a_x &= F - P \sin \alpha = \\ &= 2mg - mg \cos \alpha \sin \alpha \end{aligned}$$

$$3m a_x = 2mg - mg \cos \alpha \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

$$a_x = \frac{g(2 - \cos \alpha \sqrt{1 - \cos^2 \alpha})}{3}$$

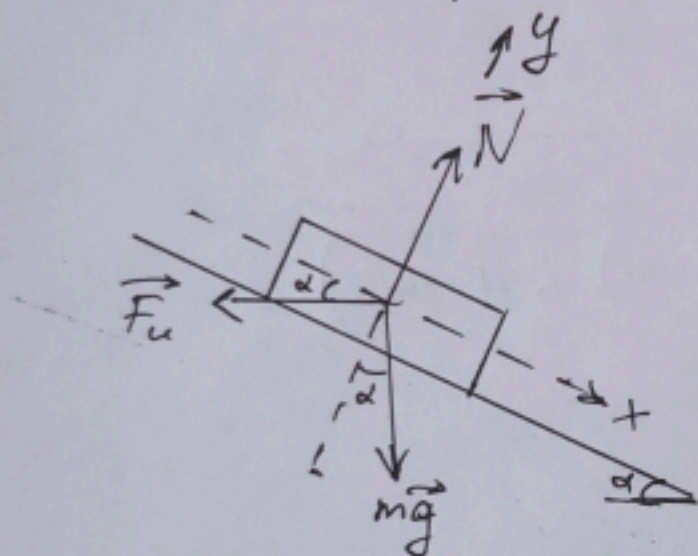
Чистовик (3)

Вариант 10-01

Часть II

Задача 4 (продолжение)

Перейдём в систему отсчёта, связанную с клином. На блок будут действовать силы инерции $\vec{F}_u = -m\vec{a}_k$



Запишем II закон Ньютона для оси x

$$ma_2 = mg \sin \alpha - F_u$$

$$ma_2 = mg \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} - m \frac{g(2 - \cos \alpha \sqrt{1 - \cos^2 \alpha})}{3}$$

$$a_2 = g \left(\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} - \frac{2 - \cos \alpha \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{3} \right)$$

$$a_2 = g \left(3\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} - 2 + \cos \alpha \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \right)$$

$$a_2 = g \left(\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} (3 + \cos \alpha) - 2 \right)$$

$$S = v_0 t_2 + \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

$$\frac{H}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}} = \frac{g(\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} (3 + \cos \alpha) - 2) t_2^2}{2}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{H}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}}{g(\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} (3 + \cos \alpha) - 2)}}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2H}{g((1 - \cos^2 \alpha)(3 + \cos \alpha) - 2\sqrt{1 - \cos^2 \alpha})}}$$

Чистовик (4)

Вариант 10-01

Часть II

Задача 4 (продолжение)

Ответ: 1) $t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g(1-\cos^2\alpha)}}$;

2) $a_k = \frac{g(2 - \cos\alpha - \sqrt{1-\cos^2\alpha})}{3}$;

3) $t_2 = \sqrt{\frac{2H}{g((1-\cos^2\alpha)(3+\cos\alpha) - 2\sqrt{1-\cos^2\alpha})}}$.

стр 4 из 6

Чистовик ⑤

Вариант 10-01

Часть II

Задача 5.

Дано:

$$i = 3$$

$$p_2 = 1,02 p_1$$

$$V_2 = 0,99 V_1$$

Найти:

$$\frac{T_2}{T_1} \cdot 100\% - 100\% = ?$$

$$\frac{Q}{A} = ?$$

Запишем уравнения

~~Менделеева-Клапейрона~~ Менделеева-Клапейрона
для начального и конечного состояний:

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{1,02 \cdot 0,99 \cdot p_1 V_1}{p_1 V_1} =$$

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

$$\frac{T_2}{T_1} \cdot 100\% - 100\% = 100,98\% - 100\% = 0,98\%$$

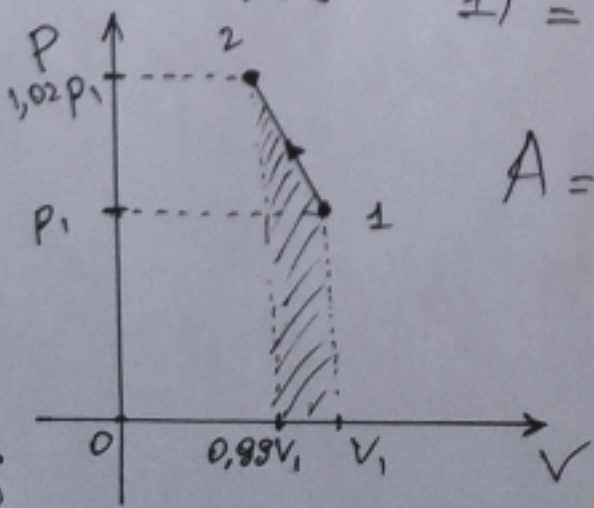
Температура увеличилась на 0,98%.

Запишем I закон термодинамики

$$Q = \Delta U + A$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} p_1 V_1 (1,02 \cdot 0,99 - 1) = 0,0147 p_1 V_1$$



$$A = \left(\frac{1,02 p_1 + p_1}{2} \right) (V_1 - 0,99 V_1) =$$

$$= 1,01 p_1 \cdot 0,01 V_1 =$$

$$= 0,0101 p_1 V_1$$

Чистовик (6)

Вариант 10-01

Часть II

Задача 5 (продолжение)

$$Q = 0,0147 \text{ p.V.} + 0,0101 \text{ p.V.} = 0,0248 \text{ p.V.}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{0,0248 \text{ p.V.}}{0,0101 \text{ p.V.}} = 2, (4554)$$

Ответ: 1) Температура газа увеличится на 0,98%;

2) $\frac{Q}{A} = \text{~~2,4554~~ } 2, (4554).$

стр 6 из 6.

Черновик 1

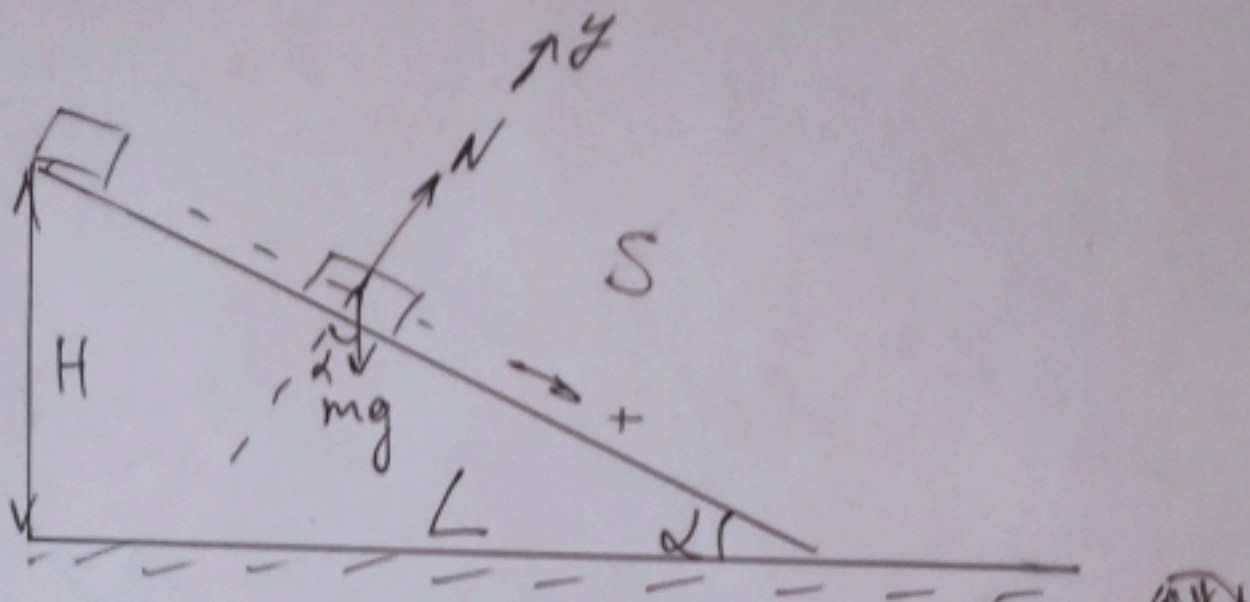
Диаграмма

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

H
m

3m

$$F = 2mg$$



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

$$\alpha < 90^\circ \frac{\pi}{2}$$

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

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

$$\Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \quad (= \frac{3}{5})$$

$$S = \frac{H}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}$$

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a}}$$

$$a = g \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

~~$$\frac{H}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}$$~~

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot \left(\frac{H}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}} \right)}{g \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2H}{g(1 - \cos^2 \alpha)}}$$

$$V_1 = 100\%$$

$$V_2 = 99\%$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 0,99$$

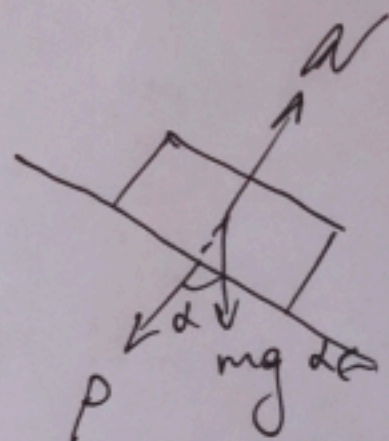
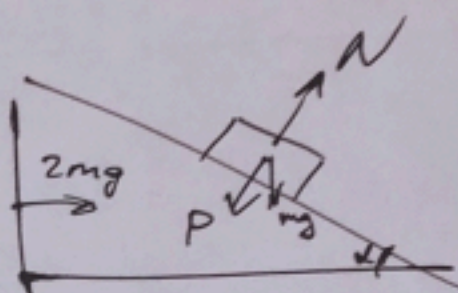
$$V_2 = 0,99 V_1$$

Черновик 2 Часть II



$3ma_k = 2mg$

$a_k = \frac{2}{3}g$

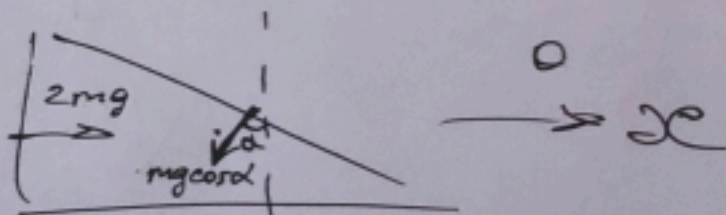
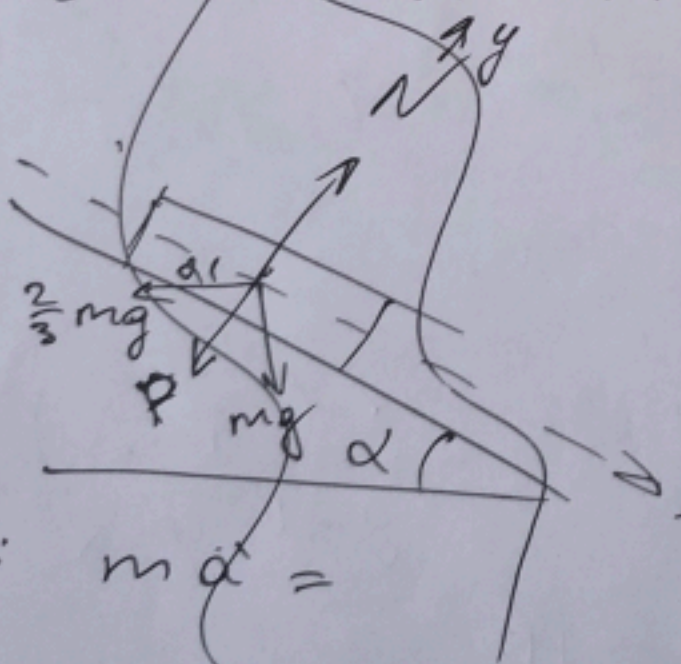


$F_{ux} = -3ma_k = -3m \cdot \frac{2}{3}g = -2mg$

$F_{us} = -ma_k = -m \cdot \frac{2}{3}g = -\frac{2}{3}mg$

III закон: $N = P$
 $N = mg \cos \alpha$

$P = mg \cos \alpha$



$OX: ma =$

$OX: 3ma_k = 2mg - mg \cos \alpha \sin \alpha$

$= 3a_k = 2g - g \cos \alpha \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$

$a_k = \frac{g(2 - \cos \alpha \sqrt{1 - \cos^2 \alpha})}{3}$

$3 + \cos \alpha - 3 \cos^2 \alpha - \cos^3 \alpha$

N5

$$i = 3$$

$$p_2 = 1,02 p_1$$

$$V_2 = 0,99 V_1$$

Найти:

$$\frac{T_2}{T_1} \cdot 100\% - 100\% = ?$$

$$\frac{Q^+}{A} = ?$$

Уравнения Менделеева-Клапейрона

для 2^х случаев:

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{1,02 \cdot 0,99 \cdot V_1 \cdot p_1}{p_1 V_1} =$$

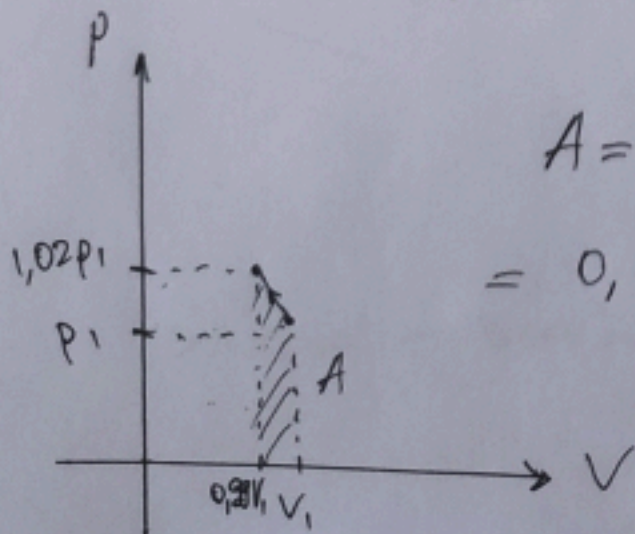
$$= 1,02 \cdot 0,99 = 1,0098$$

$$\frac{T_2}{T_1} \cdot 100\% - 100\% = 100,98\% - 100\% = 0,98\%$$

Запишем I закон термодинамики.

$$Q^+ = \Delta U + A$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) =$$
$$= \frac{3}{2} p_1 V_1 (1,02 \cdot 0,99 - 1) = 0,0147 p_1 V_1$$



$$A = 0,02 p_1 \cdot 0,99 V_1 \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= 0,0002 p_1 V_1 \cdot \frac{1}{2} = 0,0001 p_1 V_1$$

$$Q^+ = 0,0148 p_1 V_1$$

$$\frac{Q^+}{A} = \frac{0,0148 p_1 V_1}{0,0001 p_1 V_1} = 148$$