# Часть 1

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

Шифр: **21204320**

ID профиля: **848708**

Вариант 1

1

$v_{01}=v_{02}=v_0$

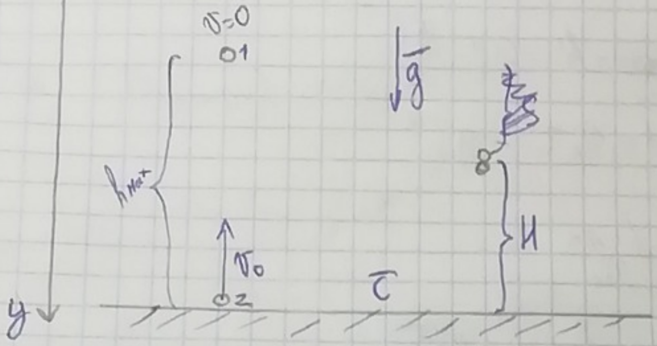
$H$

1) $\tau_{пол}$ – ?

2) $v_0$ – ?

3) $S_1$ – ?

# Черновик




1

① по I ф РУД: $\vec{v}=\vec{v_0}+\vec{g}t$

$\vec{v_1}=\vec{0}+\vec{g}t$ (1)

$\vec{v_2}=\vec{v_0}+\vec{g}t$ (2)

② по ЗСС: $\vec{v_2'}=\vec{v_1}-\vec{v_2}$ (3)

(1) → (3), (2) → (3): $\vec{v_1'}=\vec{g}t-\vec{v_0}-\vec{g}t=-\vec{v_0}$ (4)

т.е в ЛСО 2 шара 1 двигается равномерно и прямолинейно

по ЗСП (закону сложения перемещений): $\vec{S}=\vec{S'}+\vec{S_{пер}}$

$y:\ h_{max}-H=S'_y-H$

$S'_y=h_{max}$ (5)

(4) $y:\ v'_{1y}=v_0$ (4')

по def v: $\tau_{пол}=\frac{S'_y}{v'_{1y}}=\frac{h_{max}}{v_0}$

по ЗС ПМЭ: $\Delta E_к+\Delta E_p=0$

$0-\frac{mv_0^2}{2}+mgh_{max}-0=0$

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

21204320 (U848708 M1283706)

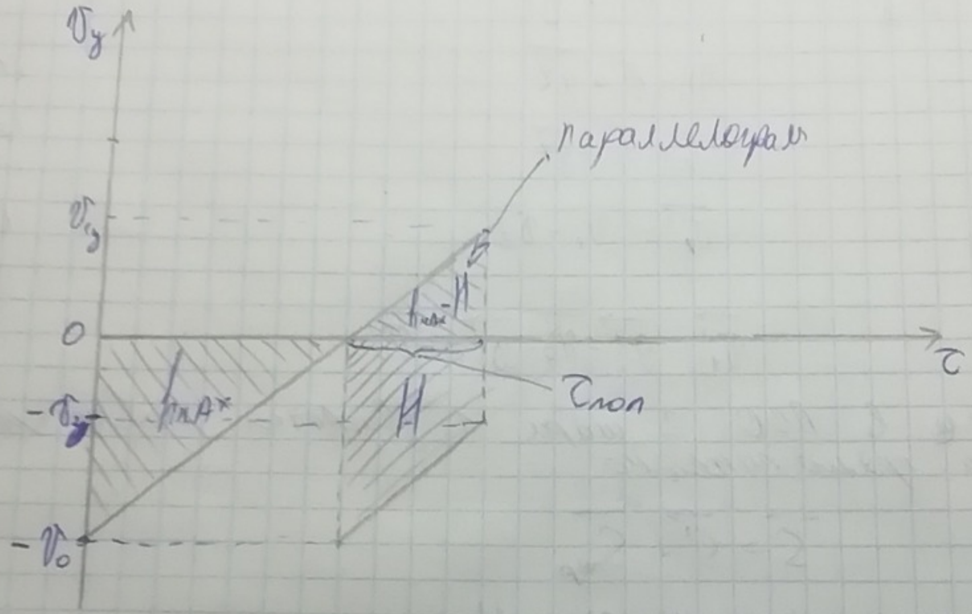
по II ф-РД: $\vec{S} = \vec{v_0} t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$ Черновик

$$\begin{cases} h_{max} - H = 0 + \frac{g\tau^2}{2} \\ H = v_0\tau - g\frac{\tau^2}{2} \end{cases} \Leftrightarrow h_{max} = v_0\tau \Rightarrow$$

2

$$\Rightarrow \tau = \frac{h_{max}}{v_0}$$

По З сохр ПМЭ для сист.: $m_0 g h_{max} + \frac{m_0 v_0^2}{2} =$




$$H = \frac{v_0 + v_2}{2} \cdot \tau_{пол.}$$

$$h_{max} - H = \frac{v_{1y}\tau_{пол}}{2} = \frac{(v_0 - v_2)\tau_{пол}}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{h_{max} - H}{H} = \frac{v_0 - v_2}{v_0 + v_2}$$

$$h_{max} v_0 + h_{max} v_2 - v_0 H - \cancel{v_2 H} = v_0 H - \cancel{v_2 H}$$

$$\boxed{v_2 = v_0\left(\frac{2H - h_{max}}{h_{max}}\right)} \quad 1$$

$$\tau_{пол} = \frac{2H}{v_0 + v_2} = \frac{2H}{v_0(h_{max} + 2H - 1}$$

Черновик

$v_1 = v_0 - v_2$

$v_1 = v_0\left(\frac{h_{max} - 2H + h_{max}}{h_{max}}\right) = \frac{v_0}{\frac{v_0^2}{2g}}\left(2H + h_{max}\right) =$

3

$= \frac{4g}{v_0}\left(\cancel{H} + h_{max} \frac{?}{?} H\right)$

$\tau_{пол} = \frac{(h_{max} - H)2}{v_1} = \frac{(h_{max} - H)2}{(h_{max} - H)\cdot\frac{2\cdot 4g}{v_0}} = \frac{v_0}{2g}$

$v_1 + v_2 = v_0$

$v_0 \cdot \tau_{пол} = h_{max}$

$\frac{v_2}{v_0} = 2\frac{H}{h_{max}} - 1 \Rightarrow \boxed{\frac{2H}{h_{max}} = \frac{v_2 + v_0}{v_0}}$

$\boxed{g}$ !

$\boxed{v_2 = v_0 - g\tau_{пол}}$

$\frac{2H}{h_{max}} = \frac{v_0 + v_0 - g\tau_{пол}}{v_0}$

$\frac{2H \cdot v_0}{\frac{v_0^2}{2g}} = 2v_0 - g\tau_{пол} \Rightarrow 4gH = 2v_0^2 - v_0 g\tau_{пол}$

$4gH = 2v_0^2 - \frac{v_0 g \cdot v_0}{2g}$

$4gH = 1,5v_0^2$

$\frac{4\cdot 2}{3}H = \frac{v_0^2}{2g}$

$\boxed{\frac{4}{3}H = h_{max}}$

$v_0 = \sqrt{\frac{4}{6}gH}$

$\tau_{пол} = \frac{v_0}{2g} = \sqrt{\frac{4gH}{6\cdot 4g^2}} = \sqrt{\frac{H}{6g}}$

21204320 (U848708 M1283706)

Черновик

$\tau_{пол} = \frac{h_{max}}{v_0} = \frac{v_0^2}{2g \cdot \cancel{2v_0}} = \frac{4}{3} \frac{\cancel{h_{max}}}{v_0}$

4

$\frac{1}{3} h_{max} = \frac{v_1 \cdot \tau_{пол}}{2}$

$\tau_{пол} = \frac{2}{3} \frac{h_{max}}{v_1}$

$S_1 = h_{max} + H = \frac{7}{3} H$

21204320 (U848708 M1283706)

① 

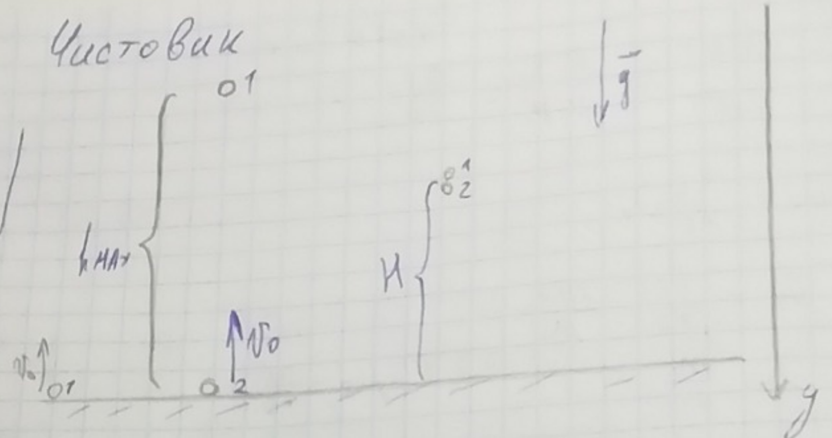
Чистовик

1.

$v_{10}=v_{20}=v_0$

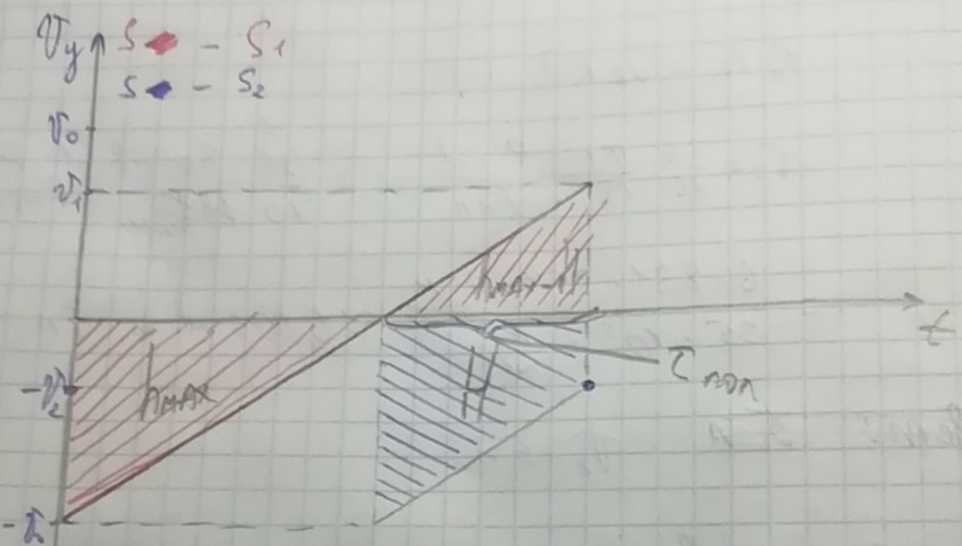
$H$

1) $\tau_{пол}$ – ?
2) $v_0$ – ?
3) $S_1$ – ?




Решение

① построим ~~за~~ график зав-мости $v_y$ от $t$




по II ф. Руд:

для подъёма 1-го ~~шарнира~~

$$S_y=\frac{v_y^2-v_{0y}^2}{2a_y}$$

$$h_{max}=\frac{v_0^2}{2g} \qquad (1)$$

② из графика  – параллелограм =>

=> $v_0=v_1+v_2$ => $v_1=v_0-v_2$ (2)

выразим площади

$$H=\frac{v_0+v_2}{2}\tau_{пол} \qquad (3)$$

$$h_{max}-H=\frac{v_1\cdot\tau_{пол}}{2} \qquad (4)$$

(2)

$\frac{(4)}{(3)}$ $\frac{h_{max}-H}{H} = \frac{v_1}{v_0+v_2}$
(2): $v_1 = v_0 - v_2$
$\Rightarrow \frac{h_{max}}{H} - 1 = \frac{v_0 - v_2}{v_0 + v_2} \Rightarrow$

$\Rightarrow v_2 = v_0\left(\frac{2H}{h_{max}} - 1\right)$ (5)

по I ф. РУД $v_y = v_{0y} + a_y t$

$v_2 = v_0 - g\tau_{пол}$ (6)

(6)=(5): $v_0 - g\tau_{пол} = v_0 \frac{2H}{h_{max}} - v_0$ (5')

по II ф. РУД: $S_y = v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}$

от броска 2-го мяча и до столкновения

для 1-го мяча: $h_{max} - H = 0 + \frac{g\tau_{пол}^2}{2}$

для 2-го мяча: $H = v_0\tau_{пол} - \frac{g\tau_{пол}^2}{2}$

$\Rightarrow h_{max} = v_0\tau_{пол} \Rightarrow$

$\Rightarrow \tau_{пол} = \frac{h_{max}}{v_0}$ (7)

(7)→(5'): $2v_0 = v_0\frac{2H}{h_{max}} + g\cdot\frac{1}{v_0}\cdot\frac{v_0^2}{2g}$
(1)→(5')

$2v_0 - \frac{v_0}{2} = v_0\frac{2H}{h_{max}}$

$1{,}5\,h_{max} = 2H$

$\boxed{h_{max} = \frac{4}{3}H}$ (8)

(1): $v_0^2 = 2g\cdot\frac{4}{3}H \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{8}{3}gH}$

(7): $\tau_{пол} = \frac{h_{max}}{v_0} = \frac{v_0^2}{2g\cdot v_0} = \sqrt{\frac{8gH}{3\cdot 4g^2}} = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$

(8): $S_1 = h_{max} + H = \frac{7}{3}H$

21204320 (U848708 M1283706)

Чистовик

Ответ: $\tau_{пол} = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$

$v_0 = 2\sqrt{\frac{2}{3}gH}$

$S_1 = \frac{7}{3}H$

3

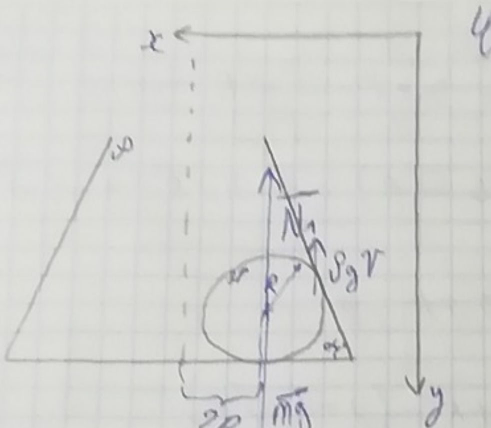
21204320 (U848708 M1283706)

Чистовик

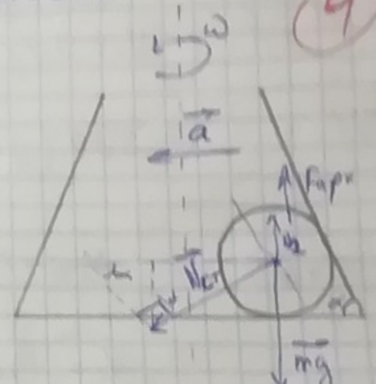
(4)

2)
$\alpha\ (tg\alpha = 2)$
$\omega = 0,\ \omega$
$R,\ 2R$
$\rho,\ 3\rho$

1) $N_1$ - ?
2) $N_2$ - ?




для пок. шара




сила давл $N_{ст}$ не действует т.к. жидкость не вдавливает шар в стенку

Решение

① по II з. Ньютона

$$\vec{0} = m\vec{g} + \vec{N_1} + \vec{F_{Apx}}$$

y: $$0 = mg - N_1 - F_{Apx}$$

$$N_1 = mg - F_{apx} = 3\rho V g - \rho V g = 2\rho V g \qquad (1)$$

по def $F_{Apx}$

② по def $V_{шара}$:

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 \qquad (2)$$

(2) → (1): $$N_1 = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 2\rho g = \frac{8}{3}\pi R^3 g \rho \qquad (1')$$

③ по II зн для шара в раскрученном сосуде

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N_2} + \vec{F_{Apx}} + N_{ст}$$

x: $$ma = 0 + N_{ст}\sin\alpha + 0 + 0 + 0 \qquad (3)$$

y: $$0 = mg - N_2 - F_{Apx} - N_{ст}\cos\alpha$$

$$N_{ст}\cos\alpha = mg - N_2 - F_{Apx} \qquad (4)$$

$\frac{(3)}{(4)}$: $$tg\alpha = \frac{(mg - F_{Apx}) - N_2}{ma}$$

$$N_2 = N_1 - ma\,tg\alpha \qquad (5)$$

по ф. Гюйгенса: $$a_{цс} = \omega v = \omega^2 2R = \frac{v^2}{2R} \qquad (6)$$

## Чистовик

(5)

(6) → (5): $N_2 = 2\rho g V - 3\rho V \cdot \omega^2 \cdot 2R \cdot tg\alpha =$

(1) → (5): $= 2\rho V (g - 6\omega^2 R) = \frac{8}{3}\pi\rho R^3 (g - 6\omega^2 R)$

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

$N_2 = \frac{8}{3}\pi\rho R^3 \cdot (g - 6\omega^2 R)$

3.)

$V_2 = \frac{V_1}{3,5}$

$P_2 = 1,8 P_1$

$m_{H_2O} = 3$ г

$\mu = 18 \frac{г}{моль}$

$P_{нп} = 0,5 \cdot 10^5$ Па

1) $P_0$ - ?

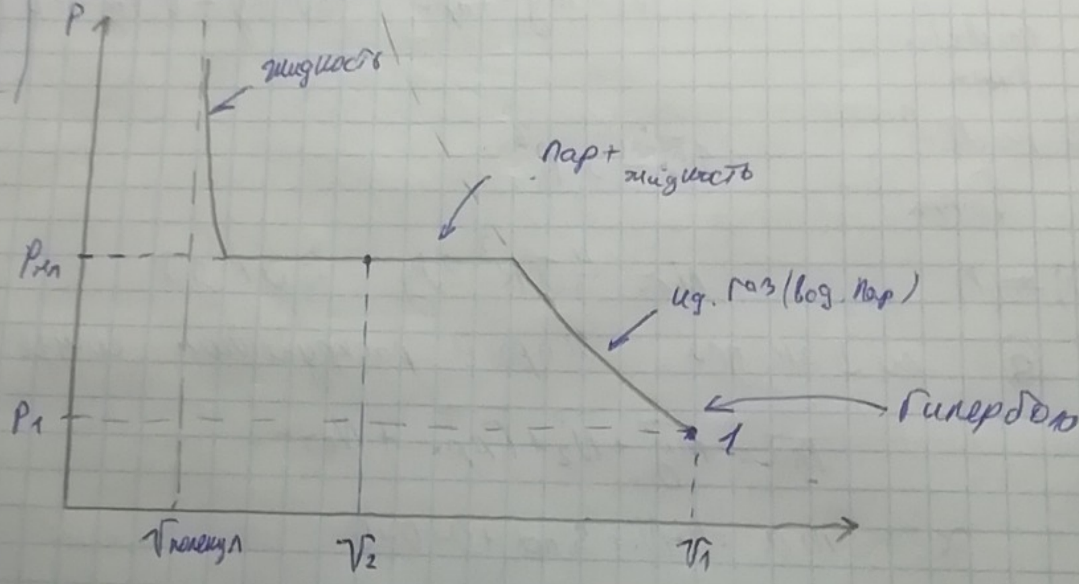
2) $V_{пара}$ - ?

Решение

1-2 - изотермическое сжатие

$T = 81°C = 354$ K = const

Изотерма реального газа




1

по з. Менделеева-Клапейрона

$P_1 V_1 = \nu R T$

$P_2 V_2 = \frac{V_1}{3,5} \cdot P_1 \cdot 1,8 = \nu R T$

$P_2 V_2 = P_1 V_1 \frac{36}{70} \Rightarrow \nu$ изменилось

Тогда т. 2 находится на прямолинейном участке графика

$P_2 = P_{нп} \Rightarrow P_1 = \frac{P_{нп}}{1,8}$ (1)

из п. 1 Чистовик 6

$$\frac{\nu_2 RT}{\nu_1 RT} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{36}{70} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \nu_2 = \frac{36}{70}\nu_1$$

подеf $\nu_1$:

$$\nu_2 = \frac{36}{70}\cdot\frac{m_1}{\mu}, \quad \nu_2 = \frac{m_2}{\mu} \Rightarrow m_{пара\,2} = \frac{36}{70}m_1 \qquad (2)$$

по з. Менделеева Клапейрона:

$$p_2 V_2 = \nu_2 RT$$

$$V_2 = \frac{36}{70}\,\frac{m_1 \cdot R \cdot T}{\mu \cdot p_{нп}} = \frac{\cancel{36}^{\,2} \cdot 3\cancel{0} \cdot 8{,}31\ Дж \cdot 354\,К}{70 \cdot \cancel{18}\,\frac{г}{моль} \cdot К\,моль \cdot 0{,}5\cdot 10^5\,Па}$$

$$= \frac{6 \cdot 8{,}31 \cdot 354 \cdot Н \cdot м}{35 \cdot 10^5 \cdot \frac{Н}{м^2}} \approx 0{,}005\,м^3 \approx 5\,л$$

$$V_2 = 5\,л$$

$$p_1 = \frac{0{,}5\cdot 10^5\,Па}{1{,}8} \approx 2{,}8\cdot 10^4\,Па$$

Ответ: $p_1 = 2{,}8\cdot 10^4$ Па

$V_2 = 5$ л

# Часть 2

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

Шифр: **21204320**

ID профиля: **848708**

Вариант 1

Частовик

②

по II з. Ньютона для шайбы:

$$m\vec{a}_ш = \vec{N}_ш + m\vec{g}$$

x: $ma_{шx} = N_ш \sin\alpha$ (4)

y: $ma_{шy} = mg - N_ш \cos\alpha$ (5)

для клина

$$M\vec{a}_{кл} = \vec{N}_{кл} + M\vec{g} + \vec{P}_ш + \vec{F}$$

x: $Ma_{кл} = F - P_ш \sin\alpha$

по усл. $F = 2mg$

по III з. Ньютона $P_ш = N_ш$

$\Rightarrow$ $Ma_{кл} = 2mg - N_ш \sin\alpha$ (6)

$a_{кл} = \frac{2}{3}mg - \frac{N_ш \sin\alpha}{3m}$

по усл. $M = 3m$

по правилу перехода в НИСО: $\vec{a}' = \vec{a}_ш - \vec{a}_{кл}$

x: $a'_x = a_{шx} - a_{кл}$

(6) → (4) → $a'_x = \frac{N_ш \sin\alpha}{m} - \frac{2}{3}mg + \frac{N_ш \sin\alpha}{3m}$

$ma'_x = \frac{4}{3}N_ш \sin\alpha - \frac{2}{3}mg$ (7)

y: $a'_y = a_{шy} + 0$

(5) → $ma'_y = mg - N_ш \cos\alpha$ (8)

$N_ш \sin\alpha = m(a'_x + \frac{2}{3}mg) \cdot \frac{3}{4}$ (7')

$N_ш \cos\alpha = m(g - a'_y)$ (8')

$\frac{(7')}{(8')}$ $\operatorname{tg}\alpha = \frac{3a'_x + 2mg}{4g - 4a'_y}$

21204320 (U848708 M1283707)

Чистовик

(3)

(9)

$$4g\,tg\alpha - 4a'_y\,tg\alpha = 3a'_x + 2g$$

т.к. $\vec{a'}$ направлено по клину то

$$a'_x = a'\cos\alpha$$
$$a'_y = a'\sin\alpha$$
$\rightarrow (9)$

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

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

$tg\alpha = \frac{3}{4}$

$$a'(3\cos\alpha + 4\overset{\sin\alpha}{\cdot}\,tg\alpha) = 2g(2\,tg\alpha - 1)$$

$$a'\left(\frac{3\cdot 4}{5} + \frac{3\cdot 3}{5}\right) = 2g\left(\frac{\cancel{2}\cdot 3}{\cancel{4}_2} - 1\right)$$

$$a'\left(\frac{12+9}{5}\right) = g$$

$$a' = \frac{5}{21}g$$ (10)

$$a'_y = \frac{\cancel{3}}{\cancel{5}}\cdot\frac{\cancel{5}}{\cancel{21}_7}g = \frac{g}{7}$$ (10)

по II ф. РУД:

$$S'_y = V'_{0y}t + \frac{a'_y t^2}{2}$$

$$H = 0 + \frac{g\tau^2}{14}$$

3) $$\tau = \sqrt{\frac{14H}{g}}$$

(10) → (7):

$$4N_{ш}\sin\alpha = 3\cdot\frac{mg\cancel{5}}{\cancel{21}_7}\cdot\frac{4}{\cancel{5}} + 2g$$

$$4N_{ш}\sin\alpha = \frac{18}{7}mg \rightarrow (6) \Rightarrow N_{ш}\sin\alpha = \frac{9}{14}mg$$

$$\Rightarrow \quad 3ma_{кл} = 2mg - \frac{9}{14}mg$$

$$3a_{кл} = \frac{19}{14}g$$

$$a_{кл} = \frac{19}{42}g$$

Ответ:

1) $\tau = \frac{5}{3}\sqrt{2\frac{H}{g}}$

2) $a_{кл} = \frac{19}{42}g$

3) $\tau = \sqrt{\frac{14H}{g}}$

4) Решение

Чистовик

клин покоится

$\mu=0$

$H=3m$

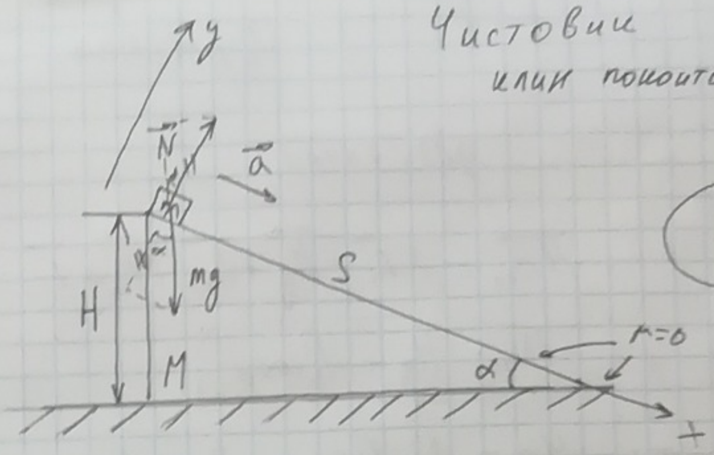
$\alpha$ ($\cos\alpha=\frac{4}{5}$)

1) $\tau_ш$ (клин неподвижен) - ?

2) $F=2mg$

$a_{кл}$ - ?

3) $\tau_ш$ - ?




1

① $S=\frac{H}{\sin\alpha}$ (1)

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

для шайбы на неподвижном клине

по II з. Ньютона

$\vec{ma}=\sum\vec{F_i}=\vec{mg}+N$

x: $ma=mg\sin\alpha$

$a=g\sin\alpha$ (2)

по II ф. РУД

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

$S=\frac{a\tau_ш^2}{2}+0 \Rightarrow \tau_ш=\sqrt{\frac{2S}{a}}$ (3)

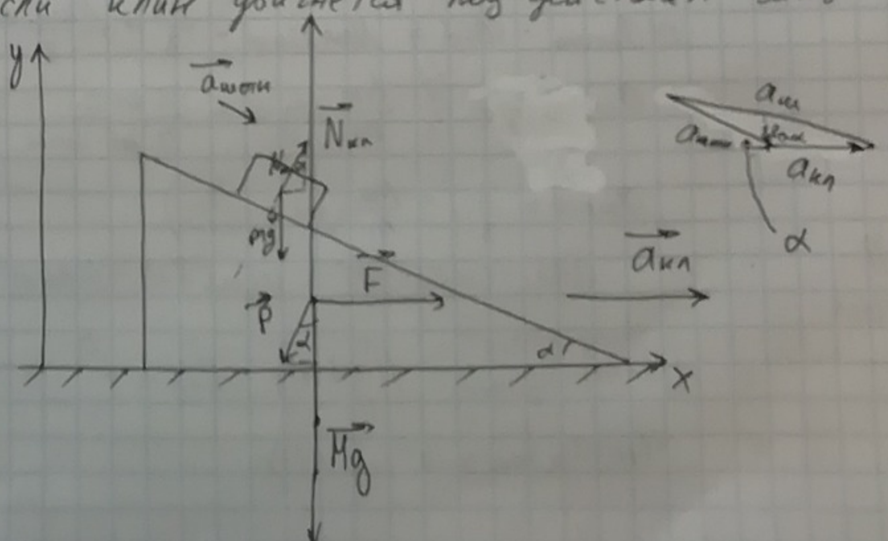
(1)→(3)

(2)→(3)

$\tau_ш=\sqrt{\frac{2\cdot H}{\sin\alpha\cdot g\sin\alpha}}=\sqrt{2\frac{H}{g}\cdot\frac{1}{\sin^2\alpha}}=$

$=\frac{5}{3}\sqrt{2\frac{H}{g}}$

② если клин двигается под действием силы F



Чистовик

(4)

5.

$i=3$

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

$\frac{\Delta V}{V}=-1\%$

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

2) $\frac{\delta Q}{\delta A}$ - ?

Решение

① т.к. это бесконечно малый процесс то для него справедливо

$$\delta A = P \cdot \Delta V \quad (0)$$

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

②

по з. Менделеева-Клапейрона:

$$\begin{cases} PV = \nu R T \\ (P+\Delta P)(V+\Delta V) = \nu R (T+\Delta T) \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} PV = \nu R T & (1) \\ PV + \Delta P V + \Delta V P + \underbrace{\Delta P \Delta V}_{\to 0} = \nu R T + \nu R \Delta T & (2) \end{cases}$$

$\frac{(2)}{(1)}$:

$$1 + \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta V}{V} = 1 + \frac{\Delta T}{T}$$

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

по I началу Термодинамики:

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

из п. 1

$$\delta Q = \frac{i}{2}\nu R \Delta T + P \Delta V \quad (3)$$

$\frac{(3)}{(0)}$:

$$\frac{\delta Q}{\delta A} = \frac{\frac{i}{2}\nu R \Delta T + P \Delta V}{P \Delta V} = 1 + \frac{\frac{3}{2}\nu R \Delta T}{P \Delta V} \cdot \frac{T}{T} =$$

$$= 1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{\nu R T}{P \Delta V} \cdot \frac{\Delta T}{T} = 1 + \frac{3}{2}\frac{V}{\Delta V} \cdot \frac{\Delta T}{T} =$$

$$= 1 - \frac{300}{2} \cdot \frac{1}{100} = -\frac{1}{2}$$

Ответ: $\frac{\Delta T}{T} = 1\%$

$$\frac{\delta Q}{\delta A} = -\frac{1}{2}$$

черновик

(11)

$y: \quad 4m\, a_{ц.масс\, y} = 4mg - N_{кл} = mg - N_{ш}\cos\alpha$

(2)

по def $a_{ц.масс}$:

$$\vec{a}_{ц.масс} = \frac{\Sigma \vec{F_i}}{\Sigma M_i} = \frac{\vec{M}_{акл} + \vec{ma}}{4m}$$

$$\overrightarrow{4ma_{ц.масс}} = 3m\vec{a}_{кл} + m\vec{a}_{ш}$$

$y: \quad \cancel{4}\; 4mg - N_{кл} = 0 + mg - N_{ш}\cos\alpha$

$$\boxed{N_{кл} = 3mg + N_{ш}\cos\alpha}$$ (12)

$x: \quad \cancel{2m}\; 2mg = 2mg - N_{ш}\sin\alpha + N_{ш}\sin\alpha$

$$\begin{cases} 4\overrightarrow{ma_{цм}} = 3m\vec{a}_{кл} + \vec{ma}_{ш} \\ 3m\vec{a}_{ш\,отн} = 3m\vec{a}_{ш} - 3m\vec{a}_{кл} \end{cases} \Rightarrow 4m\vec{a}_{цм} + 3m\vec{a}_{ш\,отн} = 4m\vec{a}_{ш}$$

$$4\vec{a}_{цм} + 3\vec{a}_{ш\,отн} = 4\vec{a}_{ш}$$

$y: \quad \cancel{m}g - \frac{N_{ш}\cos\alpha}{m} + 3a'_{шy} = 4\cancel{m}g - \frac{4N_{ш}\cos\alpha}{m}$

$\cancel{a'_{шy} = g}$

$\cancel{t = \sqrt{\frac{2h}{g}}}$

$\cancel{3m}\; 2mg - 3ma_{кл} = N_{ш}\sin\alpha$

$N_{кл} - 3mg = N_{ш}\cos\alpha$

$\operatorname{tg}\alpha\,(N_{кл} - 3mg) = 2mg - 3ma_{кл}$

$N_{кл}\cdot\frac{3}{4} - \frac{9}{4}mg = 2mg - 3ma_{кл}$

$a_{кл} = a_{ш\cancel{y}x} - a'_{ш_x}$

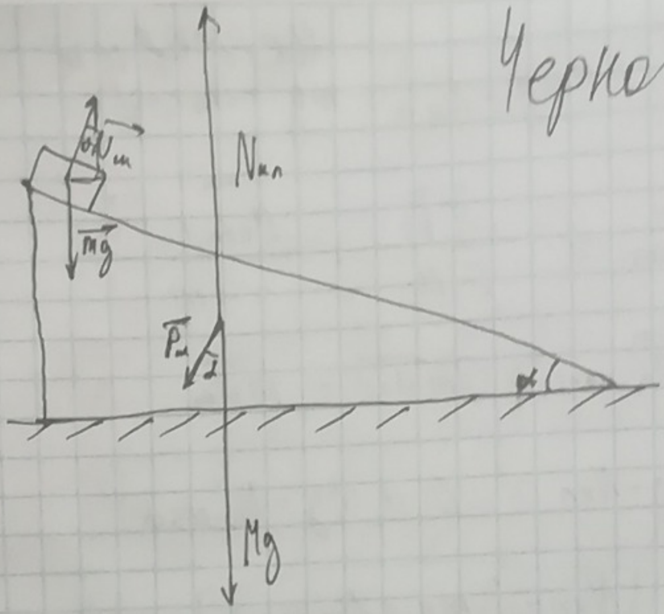
$\vec{ma'}_{ш} = m\vec{a}_{ш} - m\vec{a}_{кл}$

$3\vec{a'}_{ш} = 4\vec{a}_{ш} - 4\vec{a}_{цм}$

$a'_{шx} = \frac{4}{3}a_{шx} - \frac{\cancel{4}^{2}}{3}\cdot\frac{g}{\cancel{2}}$

$a_{кл} = a_{шx} - \frac{4}{3}a_{шx} + \frac{2}{3}g = \frac{1}{3}(2g - a_{шx})$

Черновик




$$\boxed{m a_{ш\,x} = N_{ш} \sin\alpha}$$

$$m a_{ш\,y} = mg - N_{ш}\cos\alpha$$

для ц.масс:

$$4m\vec{a}_{ц.масс} = 3m\vec{a}_{кл} + m\vec{a}_{ш}$$

по правилу перехода в НИСО:

$$3m\vec{a}_{отн} = 3m\vec{a}_{ш} - 3m\vec{a}_{кл}$$

$$4m\vec{a}_{ц.масс} + 3m\vec{a}_{отн} = 4m\vec{a}_{ш}$$

y: $mg - N_{ш}\cos\alpha + 3m a_{отн\,y} = 4mg - 4 \cdot N_{ш}\cos\alpha$

$$\cancel{3a}\ a_{отн\,y} = g - \frac{N_{ш}\cos\alpha}{m}$$

$$4m\vec{a}_{ц.масс} + m\vec{a'} = 3m\vec{a}_{кл} + m\vec{a}_{кл}$$

$$4\vec{a}_{кл} = 4m\vec{a}_{ц.масс} - m\vec{a'}$$

x: $4a_{кл} = 2g - a'_x$

$$a_{кл} + a'_x = a_{ш\,x}$$

$$4a_{кл} + a_{ш\,x} = 2g + a_{кл}$$

$$3a_{кл} + a_{ш\,x} = 2g$$

21204320 (U848708 M1283707)

Черновик

1

для клина

по II з. Ньютона

$$\vec{Ma_{кл}} = \vec{\Sigma F_i} = \vec{Mg} + \vec{N_{кл}} + \vec{P_ш} + \vec{F}$$

$$y: \quad \boxed{N_{кл} = Mg + P_ш \cos\alpha} \qquad (4)$$

$$x: \quad Ma_{кл} = F - P_ш \sin\alpha = 2mg - P_ш \sin\alpha \qquad (5)$$

по правилу перехода в НИСО

$$\vec{a'} = \vec{a} + (-\vec{a_{с.о}})$$

$$\vec{a_{ш отн}} = \vec{a_ш} - \vec{a_{кл}}$$

$$m\vec{a_{ш отн}} = m\vec{a_ш} - m\vec{a_{кл}} \qquad (6)$$

по II з. Ньютона для шайбы

$$\cancel{m\vec{a_{ш отн}} = m\vec{g}}$$

$$m\vec{a_ш} = m\vec{g} + \vec{N_ш} \qquad (7)$$

по III з Н.

$$P_ш = N_ш \qquad (8)$$

(7) → (6):

$$m\vec{a_{ш отн}} = m\vec{g} + \vec{N_ш} - m\vec{a_{кл}}$$

$$x: \quad m a_{ш отн} \cos\alpha = 0 + N_ш \sin\alpha - m a_{кл x} \qquad (7')$$

(5): (8)

$$3ma_{кл} = F - N_ш \sin\alpha$$

$$ma_{кл} = \frac{F}{3} - \frac{N_ш \sin\alpha}{3}$$

$$m a_{ш отн} \cdot \cos\alpha = N_ш \sin\alpha - \frac{F}{3} + \frac{N_ш \sin\alpha}{3}$$

$$a_{ш отн} = \frac{4}{3}\frac{N_ш}{m} \cdot tg\,\alpha - \frac{2\,mg}{3\,m \cdot \cos\alpha}$$

$$a_{ш отн} = \frac{2}{3}\left(2\frac{N_ш}{m} tg\alpha - \frac{g}{\cos\alpha}\right) \qquad (9)$$

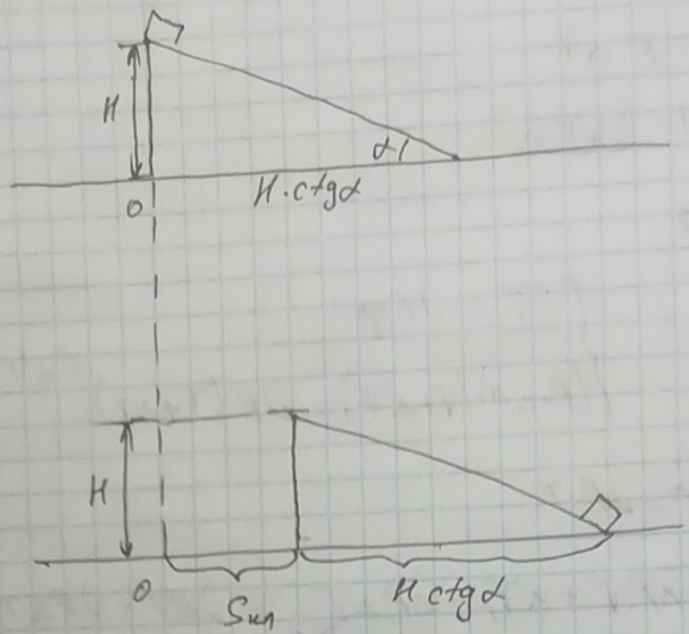
по II з. Ньютона для системы шайба - клин

$$\vec{(M+m)a_{ц.масс}} = \vec{Mg} + \vec{mg} + \vec{N_{кл}} + \vec{F}$$

$$x: \quad 4m a_{ц.масс\,x} = 2mg$$

$$a_{ц.масс\,x} = \frac{g}{2} \qquad (10)$$

Черновик




4

$X_{ц.масс}$:

$\cancel{X_0 = \frac{H ctg\alpha \cdot M}{M+m} = \frac{3}{4} H ctg\alpha}$

$X_к = \frac{(S_{пл} + H ctg\alpha) 3m}{}$

$$\Delta X_{цм} = \frac{m(S_{пл} + H ctg\alpha) + 3m S_{пл}}{4m} =$$

$$= \frac{4 S_{пл} + H ctg\alpha}{4} = S_{пл} + \frac{H ctg\alpha}{4}$$

Используем танки!

по т. косинусов

$$a_ш^2 = a_{пл}^2 + (a'_ш)^2 + 2 a'_ш a_{пл} \cos\alpha$$

$$\left.\begin{aligned} m a'_{шx} &= \frac{4}{3} N_ш \sin\alpha - \frac{F}{3} \\ m a'_{шy} &= mg - N_ш \cos\alpha \end{aligned}\right| \Rightarrow \begin{aligned} N_ш \sin\alpha &= \frac{F}{4} + \frac{3}{4} m a'_{шx} \\ N_ш \cos\alpha &= mg - m a'_{шy} \end{aligned}$$

$$tg\alpha \cdot (mg - m a'_{шy}) = \frac{mg}{2} + \frac{3}{4} m a'_{шx} \quad | \div m$$

$$g\, tg\alpha - a'_y tg\alpha = \frac{g}{2} + \frac{3}{4} a'_x$$

$$\frac{g}{2}$$

черновик

$Oy$ $\frac{3}{4}a'_x + a'_y \operatorname{tg}\alpha = g(\operatorname{tg}\alpha - \frac{1}{2})$

$a'\left(\frac{3}{4}\cos\alpha + \sin^2\alpha \cdot \operatorname{tg}\alpha\right) = g\left(\operatorname{tg}\alpha - \frac{1}{2}\right)$

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

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

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{3}{4}$

$a'\left(\frac{3}{\cancel{4}} \cdot \frac{\cancel{4}}{5} + \frac{3}{5} \cdot \frac{3}{4}\right) = g\left(\frac{3}{4} - \frac{2}{4}\right)$

$a'\left(\frac{12+9}{\cancel{20}_{5}}\right) = \frac{1}{4}g$

$a' = \frac{5}{21}g$

5

$\frac{12}{35} + \frac{70}{35}$

$\frac{82}{35}$

21204320 (U848708 M1283707)