Часть 1

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

Шифр: **21205658**

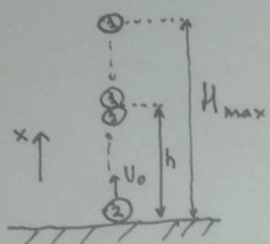
ID профиля: **334483**

Вариант 2

Чистовик

№1.

Дано:
v_0
Найти:
1) $t_1 = ?$
2) $\beta = ?$
3) $h = ?$



H_{max} – максимальная высота мяча ①.

Решение:
Запишем уравнение движения мяча ①:

$h = H_{max} - \frac{g t_c^2}{2}$, где t_c – время, прошедшее от момента нахождения на H_{max} до столкновения.

Запишем уравнение движения мяча ②:

$h = v_0 t_c - \frac{g t_c^2}{2}$

Т.к. $H_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$, $t_c = \frac{v_0}{2g}$.

Время набора высоты H_{max} равно $\frac{v_0}{g} \Rightarrow t_1 = t_c + \frac{v_0}{g} = \frac{3v_0}{2g}$

$\beta = \frac{t_1}{t_2}$, где t_2 – время, прошедшее с момента движения мячика ② до столкновения.

Заметим, что $t_2 = t_c \Rightarrow \beta = 3$

$h = v_0 t_c - \frac{g t_c^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{1}{2} g \frac{v_0^2}{4g^2} = \frac{3v_0^2}{8g}$

Ответ: 1) $t_1 = \frac{3v_0}{2g}$

2) $\beta = 3$

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

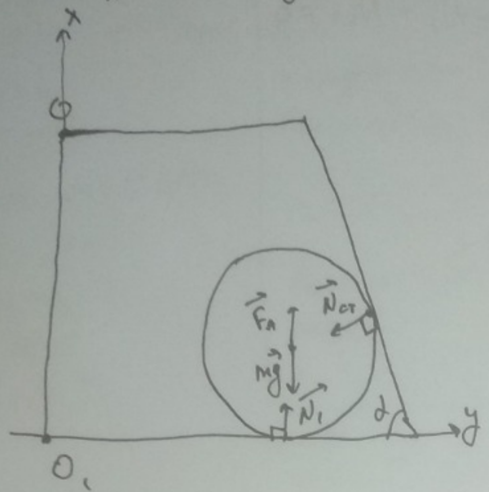
21205658 (U334483 M1279103)

Чистовик

№2. Решение:

Во всех пунктах V - объём шара; m - масса шара; F_A - сила архимеда.

1)



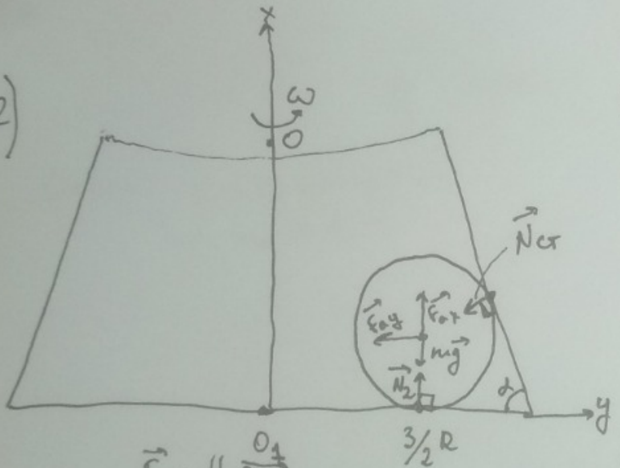
Т.к. тело покоится:

$$\vec{F_A} + m\vec{g} + \vec{N_1} + \vec{N_{ст}} = 0$$

т.к. $\overrightarrow{O_1x} \parallel \vec{F_A} \parallel m\vec{g} \parallel \vec{N_1} \nparallel \vec{N_{ст}}$, $\vec{N_{ст}} = 0 \Rightarrow$

$$N_1 = mg - F_A = Vg(6\rho - \rho) = \frac{20}{3}\pi R^3 \rho g$$

2)



$\vec{F_{ay}} \parallel \overrightarrow{O_1y}$

$\vec{F_{ax}} \parallel \overrightarrow{O_1x}$

При вращении у нас появляется новая сила $\vec{F_{ay}}$. ($\vec{F_{ay}} \parallel O_1y$)

т.к. $a_{цс} \sim r$ (r - коорд. по y), то

$$F_{ay} = \frac{3}{2}V\rho \cdot \omega^2 R$$

по II закону Ньютона:

$$\begin{cases} -\frac{3}{2}m\omega^2 R = -N_{ст} \cdot \sin\alpha - F_{ay} \\ 0 = F_{Ax} - mg + N_2 - N_{ст}\cos\alpha \end{cases}$$

$$N_{ст}\sin\alpha = \frac{3}{2}\omega^2 R(m - \rho V) = \frac{3}{2}\omega^2 R V \cdot 5\rho$$

$$N_{ст}\cos\alpha = \frac{3/2\, \omega^2 R V \cdot 5\rho}{tg\alpha}$$

т.к $tg\alpha = 3/2$, $N_{ст} \cdot \cos\alpha = 5\omega^2 R V \rho$

$$N_2 = mg + N_{ст}\cos\alpha - F_{Ax} = mg + 5\omega^2 R V\rho - V\rho g = V\rho(5g + 5\omega^2 R) = \frac{20}{3}\pi R^3 \rho(g + \omega^2 R)$$

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

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

21205658 (U334483 M1279103)

Чистовик

№3

Дано:

$n_v = 7$ $\mu = 18$ г/моль

$n_p = 3,6$

$T = 81°C$

$P_{насыщ} = 0,5 \cdot 10^5$ Па

$V_1 = 1,7$ л

Найти:

1) P_0 - ?

2) m_0 - ?

Решение:

Т.к. $n_v \neq n_p$ и процесс изотермический, пар начал конденсироваться, и при $V = V_1$ он был насыщенным.

Получается, что $P_0 \cdot n_p = P_{насыщ.}$, откуда:

$$P_0 = \frac{P_{насыщ.}}{n_p} = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}}{3,6} \approx 0,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Рассмотрим момент, когда пар только начал конденсироваться. Т.к он только начал конденсироваться:

$$\frac{n_v V_1}{n_p} \cdot P_0 \cdot \cancel{n_p} = \frac{m_0}{\mu} RT$$

$$m_0 = \frac{\mu n_v V_1 P_0}{RT} = \frac{0,018 \text{ кг/моль} \cdot 7 \cdot 0,0017 \text{ м}^3 \cdot 1,4 \cdot 10^5 \text{ Па}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 354 \text{ К}} \approx$$

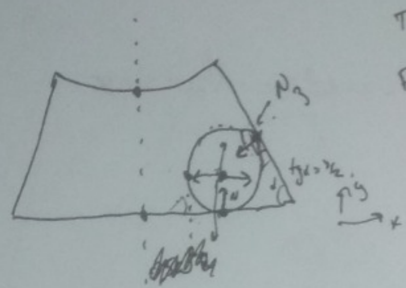
$\approx 1,01$ г

Ответ: 1) $P_0 \approx 0,14 \cdot 10^5$ Па

2) $m_0 \approx 1,01$ г

3

Черновик



т.к. $a_{цс} \sim r$;

$F_{A_x} = V\rho\,\omega^2\,1{,}5R$

$F_{Ay} = V\rho g$

mg

$N_3 \cdot \sin\alpha = m\,\omega^2\,1{,}5R\,V5\rho$

$N_3\cos\alpha = \dfrac{\omega^2\,1{,}5R\,V5\rho}{tg\alpha}$

$N_2 + F_{Ay} = mg + N_3\cos\alpha$ *

т.к. $n_V \neq n_p$; $P' = P_{нас.} = n_p P_0 \Rightarrow P_0 = \dfrac{P_{нас}}{n_p} = 0{,}139 \cdot 10^5$ Па.

$\dfrac{m}{\mu}\dfrac{V'}{} \cdot P_0 = \nu RT$

$m = \dfrac{m\,\mu\,V' P_0}{RT} = 7\dfrac{0{,}018\text{ кг/моль} \cdot 0{,}0017\text{ м}^3 \cdot 0{,}139 \cdot 10^5\text{ Па}}{8{,}31\frac{Дж}{К\cdot моль}\cdot 354} =$

$= 7\dfrac{1{,}8 \cdot 1{,}7 \cdot 0{,}139}{8{,}31 \cdot 354}$ кг $= 0{,}0014459$ кг. $\approx 1{,}01$ г

---

* $N_2 = mg + N_3\cos\alpha - F_{Ay} = mg + \dfrac{7{,}5\,\omega^2\,1{,}5R\,V5\rho}{tg\alpha} - V\rho g =$

$= V\rho\left(5g + \dfrac{7{,}5\omega^2 R}{tg\alpha}\right) = \dfrac{20}{3}\pi R^3\rho\left(g + \dfrac{\omega^2 R}{tg\alpha}\right) = \boxed{\dfrac{20}{3}\pi R^3 \rho(g + \omega^2 R)}$

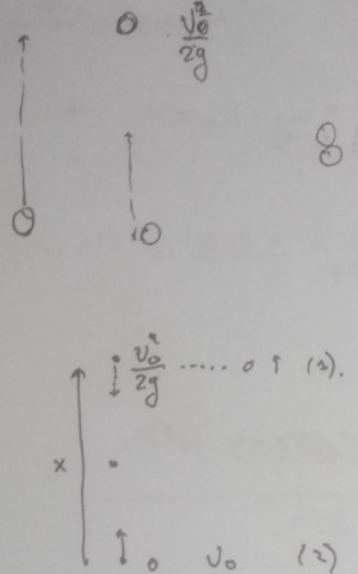
$1{,}5m\omega^2R -$

21205658 (U334483 M1279103)

Черновик

$-m\omega^2 R = -\vec{N}_{cr} \sin\alpha$

N1.



$x = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gt^2}{2}$

$t = \frac{v_0}{2g}$

$t_1 = \frac{v_0}{2g} + \frac{v_0}{g} = \frac{3v_0}{2g}$

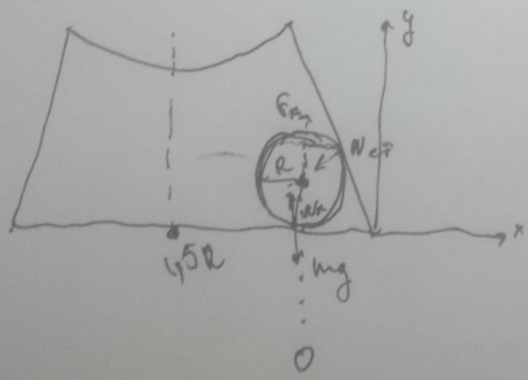
$t_2 = \frac{v_0}{2g}$

$\frac{t_1}{t_2} = 3$

$h = v_0 t_2 - gt^2/2 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{1}{2}\frac{g \cdot v_0^2}{4g^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} =$

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

N2.



$\vec{N}_{cr} + \underbrace{\vec{F}_A + \vec{N}_n + m\vec{g}}_{\parallel y} = 0$, т.к. $\parallel y$, то $N_{cr} = 0$

$N_n = N_1 = V(5\rho)g =$

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

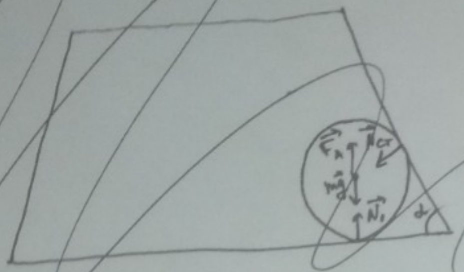
21205658 (U334483 M1279103)

Чистовик

Черновик

№2

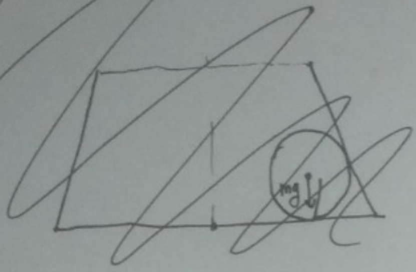
1)



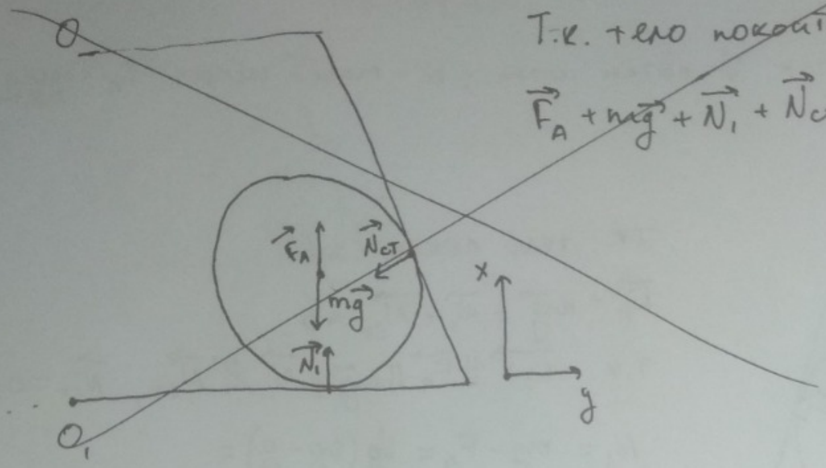
Чистовик Черновик.

№2.

1)



21205658 (U334483 M1279103)



Т.к. тело покоится:

$$\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{N}_{ст} = 0$$

Часть 2

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

Шифр: **21205658**

ID профиля: **334483**

Вариант 2

Чистовик.

№5.

Дано:
$\alpha = -0{,}01$
$\beta = 0{,}02$

Найти:
1) $\gamma = ?$
2) $\frac{Q}{\Delta U} = ?$

Решение:

1) Запишем ур-е Менделеева-Клайперона в дифференциальной форме:

$V dP + P dV = \nu R\, dT$

Т.к. изменения давления; объёма; температуры малы, можно сказать: $\alpha P = dP$; $\alpha V = \beta V$; $dT = \gamma T$.

$PV(\alpha + \beta) = \nu R T \gamma$

$\alpha + \beta = \gamma = -0{,}01 + 0{,}02 = 0{,}01 \Rightarrow$ температура увеличилась на 1%.

2). По I началу термодинамики:

$Q = \Delta U + \Delta A = \Delta U + P dV = \Delta U + \beta PV$

$\frac{Q}{\Delta U} = 1 + \frac{\beta PV}{3/2\, \nu R\, dT} = 1 + \frac{2\beta PV}{3 \nu R T \gamma} = 1 + \frac{2\beta}{3\gamma} = 1 + \frac{4}{3} \approx 2{,}33$

Ответ: 1) температура увеличилась на 1%

2) $\frac{Q}{\Delta U} \approx 2{,}33$

1

21205658 (U334483 M1279104)

Чистовик.

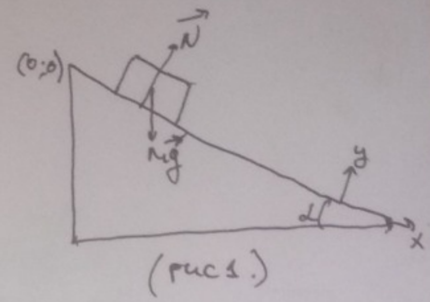
№4.

Найти:

1) $t_1 = ?$

2) $a = ?$

3) $t_2 = ?$

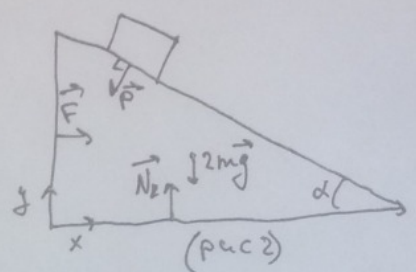


1) выберем оси как на рис 1.
Запишем II З.Н. для бруска:
ось x: $ma_{бруска} = mg\sin\alpha = \frac{4}{5}mg$
Запишем уравнение движения:

$$x(t) = \frac{a_{бруска} \cdot t^2}{2}$$

$$x(t_1) = \frac{H}{\sin\alpha} = \frac{5}{4}H$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2H}{a_{бруска} \cdot \sin\alpha}} = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}$$



2). выберем оси как на рис. 2.
Запишем II З.Н. для клина.

$$2m\vec{a} = \vec{P} + \vec{F} + \vec{N_k} + 2m\vec{g}$$

$$2ma_x = 2ma = F - P\sin\alpha =$$

$$= mg - P\sin\alpha, \text{ т.к } |\vec{F}| = mg$$

по III закону ньютона $\vec{P} = -\vec{N}_{бруска}$, а $N_{бруска} = mg\cos\alpha$

$$2a = g - g\sin\alpha \cdot \cos\alpha = g\left(1 - \frac{4}{5}\cdot\frac{3}{5}\right) = g\left(1 - \frac{12}{25}\right) = g\left(\frac{13}{25}\right)$$

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

2

21205658 (U334483 M1279104)

Чистовик

№4 3) перейдём в систему отсчёта, связанную с клином.
(продолжение). выберем оси как на рис (1).

$$m\vec{a}'_{бр} = m\vec{g} + \vec{N} + m\vec{a}$$

$$m a'_{бр} = m(g\sin\alpha - a\cos\alpha) = \frac{4g-3a}{5}$$

$$a = \frac{13}{50}g \Rightarrow a'_{бр} = \left(\frac{200}{50}g - \frac{39}{50}g\right)1/5 = \frac{161}{250}g$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2H}{a'_{бр}\cdot\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{5H}{2a'_{бр}}} = \sqrt{\frac{5\cdot250H}{2\cdot161g}} = 5\sqrt{\frac{50H}{2\cdot161g}} = 25\sqrt{\frac{H}{161g}}$$

Ответ: 1) $\frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

2) $\frac{13}{50}g$

3) $25\sqrt{\frac{H}{161g}}$

3

21205658 (U334483 M1279104)

Черновик.

$\alpha = -0.01 \quad P$

$\beta = 0.02 \quad V$

$\gamma = ?$

$V(dP) + P(dV) = \nu R dT$

$VP\alpha + PV\beta = \nu R dT$

$\frac{187 \cdot 4}{5}$

$\alpha + \beta = \gamma = 2{,}01 = 101\% \uparrow \quad \alpha + \beta = \gamma = 0.01$

$(\alpha+\beta)\cancel{PV} = \nu \cancel{RT} \cdot \gamma$

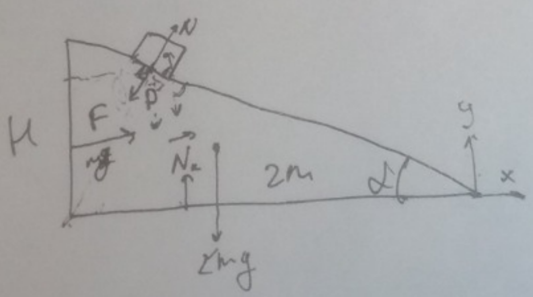
$Q = \frac{3}{2}\nu R \gamma T + \beta PV$

$\frac{Q}{\Delta U} = 1 + \frac{2\cancel{PV}\beta}{3\cancel{\nu R}\gamma\cancel{T}} = 1 + \frac{2\beta}{3\gamma} = 1 + \frac{0{,}04}{0{,}03} \approx 2{,}33.$

$\frac{200g}{50} - \frac{g \cdot 13}{50} = \frac{187}{50}g$

№4.

1.a). $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$



$2m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N}_к + \vec{P} + \vec{F}$

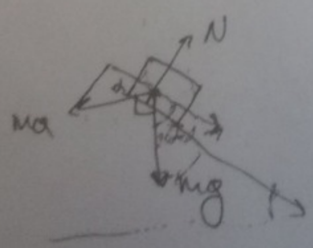
$x: \ 2ma = mg - P \cdot \sin\alpha$

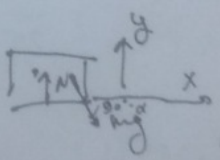
$y: \ 0 = N_к - mg - P\cos\alpha$

$\vec{P} = -\vec{N}$

$H\sin\alpha = \frac{a_x t'^2}{2}$

$t' = \sqrt{\frac{2H\sin\alpha}{a_x}}$





sin

$N = mg\cos\alpha$

4/5 3/5

$2\cancel{m}a = \cancel{m}g - \cancel{m}g\sin\alpha\cos\alpha$

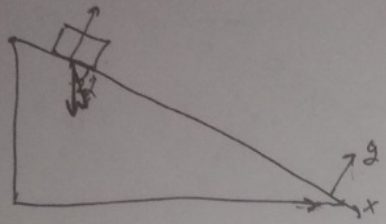
$\cancel{m}a_x = \cancel{m}g\sin\alpha - \cancel{m}a \cdot \cos\alpha$

$a = \frac{g\left(1 - \frac{12}{25}\right)}{2}$

$a \cdot \frac{3}{5} = \frac{3g}{10}\left(1 - \frac{12}{25}\right) =$

$\frac{3g}{5}\left(0.5 - \frac{6}{25}\right)$

Черновик.



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

$$t_1 = \sqrt{\frac{2H}{\sin\alpha\, a}}$$

$a = g\sin\alpha$

$$\sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g(4/5)^2}} = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$3a = \frac{39g}{25}$ $\frac{100g}{25}$ $\frac{61g}{25}$

$\frac{61}{25}g\frac{4}{5} = \frac{61\cdot 4}{125}g$ $\frac{244}{125}g =$

$\frac{125H}{122g}$ 200

21205658 (U334483 M1279104)

~~Чистовик~~ Черновик.

№5.

Дано:

$\alpha = -0{,}01$

$\beta = 0{,}02$

Найти:

1) $\gamma = ?$

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

Решение:

1) Запишем ур-е Менделеева-Клайперона в дифференциальной форме:

$V dP + P dV = \nu R\, dT$

т.к. изменения давления; объема; температуры малы, мы можем сказать: $dP = \alpha P$; $dV = \beta V$; $dT = \gamma T$:

$PV(\alpha + \beta) = \nu RT\gamma$

$\alpha + \beta = \gamma = -0{,}01 + 0{,}02 = 0{,}01 \Rightarrow$ температура увеличилась на 1%

2). По I началу термодинамики:

$Q = \Delta U + \Delta A = \frac{3}{2}\nu R dT + P \cdot dV = \frac{3}{2}\nu RT\gamma + PV\beta$

$\frac{Q}{\Delta U} = 1 + \frac{\Delta A}{\Delta U} = \frac{2PV\beta}{3\nu RT\gamma} + 1 = \frac{2\beta}{3\gamma} + 1 = \frac{4}{3} + 1 \approx 2{,}33$

Ответ: 1) температура увеличилась на 1%.

2) $\frac{Q}{\Delta U} = 2{,}33$

~~Чистовик~~ Черновик

№4.

Найти:

1) $t_1 = ?$

2) $a = ?$

3) $t_2 = ?$

1) Выберем оси как на рис 1.

Запишем II з.Н. для бруска:

ось x: $ma_б = mg\sin\alpha$

Запишем ур-е движения:

$x(t) =$ [redacted] $\frac{a_б t^2}{2}$

Заметим, что $x(t_1) = \frac{H}{\sin\alpha}$

t_1 [redacted] $= \sqrt{\frac{2H}{a_б \sin^2\alpha}} = \frac{5}{4}\sqrt{2H/g}$

2). Выберем оси как на рис. 2.

Запишем II з.Н. для [redacted] клина.

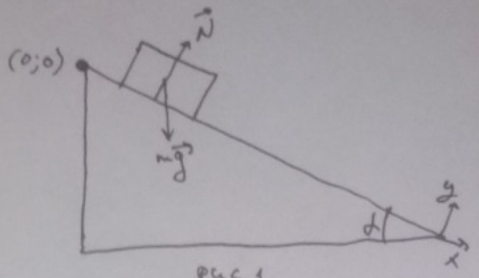


рис 1.

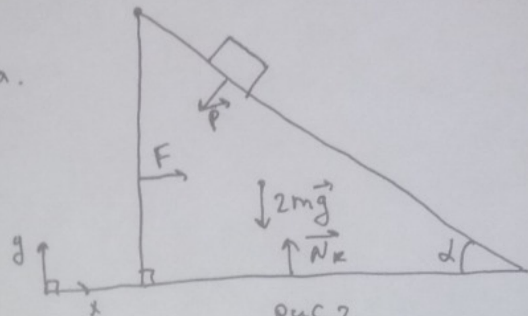


рис 2.

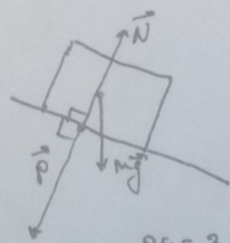


рис.3

~~Чистовик~~ Черновик

№4.

Найти:

1) $t_1 = ?$

2) $a = ?$

3) $t_2 = ?$

1) Выберем оси как на рис. 1.

Запишем II з Ньют. для бруска:

ось x: $ma_б = mg\sin\alpha$

Запишем ур-е движения:

$x = \frac{at^2}{2}$ подставив сюда $x = \frac{H}{\sin\alpha}$, получим:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2H}{\sin\alpha \cdot a_б}} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}} = \frac{5}{4}\sqrt{2H/g}$$

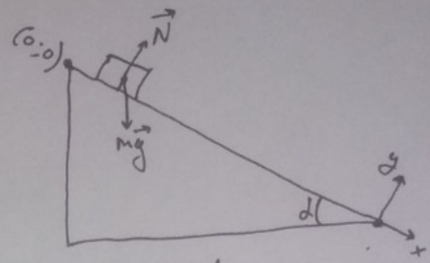


рис 1.

2) выберем оси как на рис. 2.

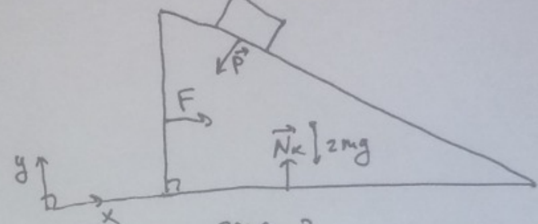


рис. 2