0 647539 950002

64-75-39-95
(2.3)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1 : класс 10

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Данилычева Афанасия Кирилловича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

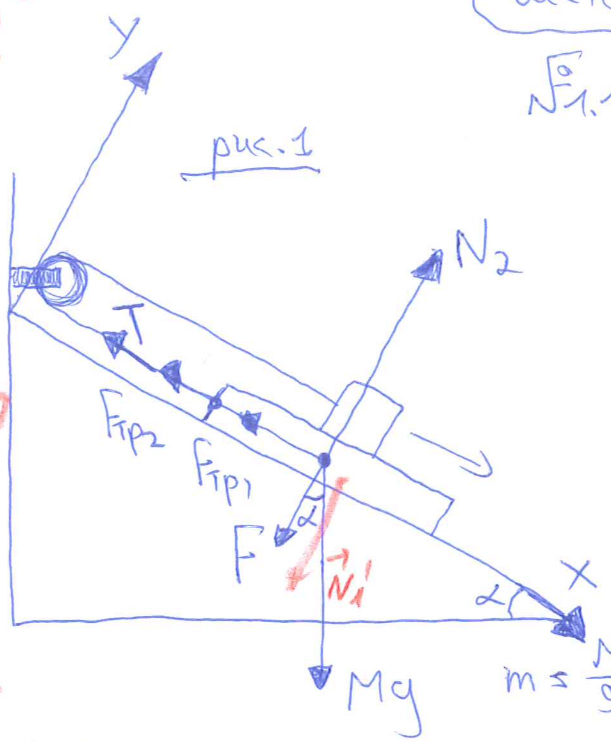
«09» февраля 2024 года

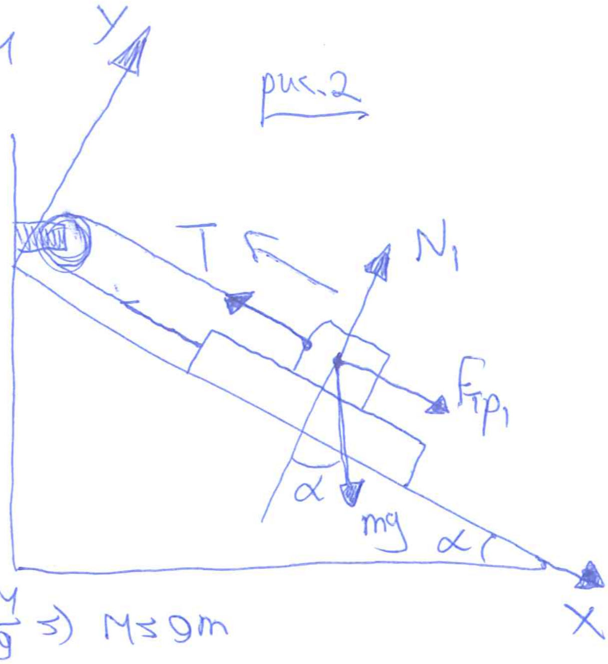
Подпись участника

64-75-39-95 (2.3)

(чистовик)

№1.1





$m = \frac{M}{9} \Rightarrow M = 9m$

Изобразим на рис. 1 все силы, действующие на доску.

III ЗН: $F = N_1$

на рис. 2 все силы, действ-е на брусок

Брусок: II ЗН: O_y: $N_1 - mg\cos\alpha = 0 \Rightarrow$

кин связь – движение без отрыва

$\Rightarrow N_1 = mg\cos\alpha$ +

O_x: $mg\sin\alpha + \underbrace{\mu_1 N_1}_{F_{тр_1}} - T = -ma_1 \longrightarrow mg\sin\alpha - \mu_1 mg\cos\alpha - T = -ma_1$

Доска: II ЗН: O_y: $N_2 - 9mg\cos\alpha - F = 0 \Rightarrow$

кин. связь – движение без отрыва

$\Rightarrow N_2 = 9mg\cos\alpha + F = 9mg\cos\alpha + N_1 = 9mg\cos\alpha + mg\cos\alpha = 10mg\cos\alpha$

O_x: $9mg\sin\alpha - F_{тр_1} - F_{тр_2} - T = 9ma_2$ x)

$9mg\sin\alpha - \mu_1 N_1 - \mu_2 N_2 - T = 9ma_2$

$9mg\sin\alpha - \mu_1 mg\cos\alpha - \mu_2 \cdot 10mg\cos\alpha - T = 9ma_2$

чистовик

Тогда получаем систему:

здесь +!

$$\begin{cases} mg\sin\alpha - \mu_1 mg\cos\alpha - T = ma_1 \\ 9mg\sin\alpha - \mu_1 mg\cos\alpha - \mu_2\cdot 10mg\cos\alpha - T = 9ma_2 \end{cases}$$

$-$

Так как связь — нерастяжимость нити $\Rightarrow a_1 = a_2 = a$ +

$$9mg\sin\alpha - \mu_1 mg\cos\alpha - \mu_2\cdot 10mg\cos\alpha - T - mg\sin\alpha + \mu_1 mg\cos\alpha + T =$$

$$= 9ma + ma$$

$$8mg\sin\alpha - \mu_2\cdot 10mg\cos\alpha = 10ma \,|: 10m$$

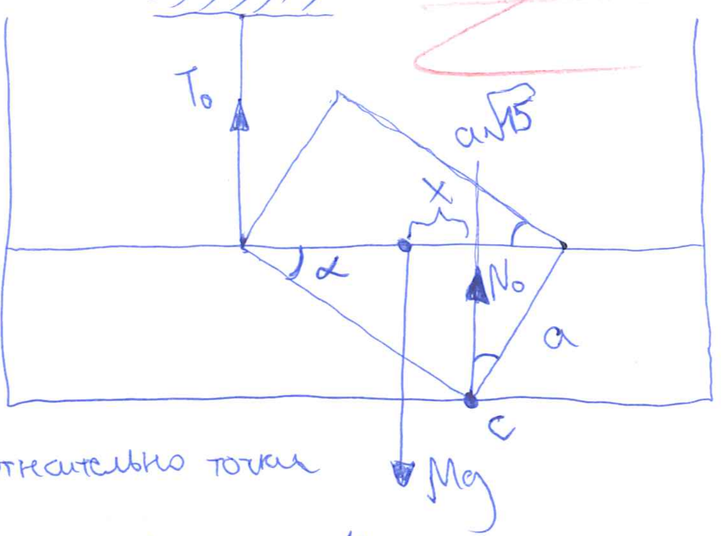
$$g\left(\frac{8}{10}\sin\alpha - \mu_2\cdot\cos\alpha\right) = a \to a = 10\left(\frac{8}{10}\cdot\frac{1}{2} - 0{,}3\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\right) =$$

$$= 4 - 3\frac{\sqrt{3}}{2} = 4 - 2{,}55 = 1{,}45\ \frac{м}{с^2}$$

Ответ: $a = g\left(\frac{8}{10}\sin\alpha - \mu_2\cdot\cos\alpha\right) = 1{,}45\ \frac{м}{с^2}$

15

№ 1.5



длина диагонали грани

$$\sqrt{a^2 + a^2\cdot 15} = 4a$$

$$\sin\alpha = \frac{a}{4a} = \frac{1}{4}$$

Тогда $x = 2a - a\sin\alpha =$

$$= 2a - \frac{a}{4} = \frac{7a}{4}$$

Правило моментов сил относительно точки шарнира C:

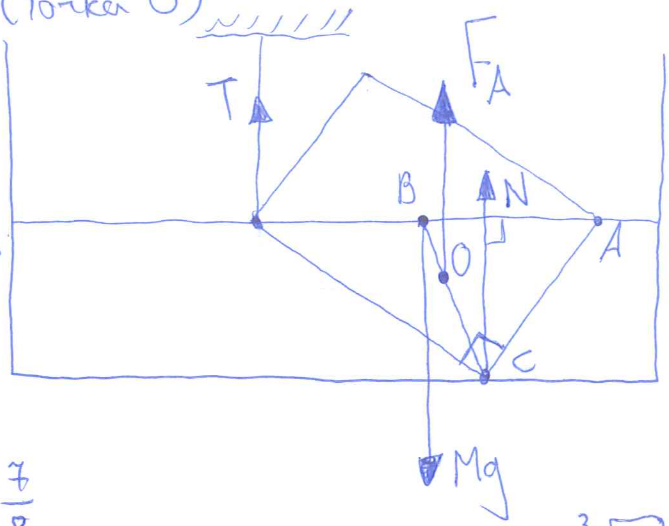
$$Mg\cdot x = T_0\cdot(2a + x) \iff Mg\cdot\frac{7a}{4} = T_0\left(2a + \frac{7a}{4}\right)$$

$$Mg\cdot\frac{7a}{4} = T_0\cdot\frac{15a}{4} \Rightarrow 7Mg = 15T_0 \Rightarrow \boxed{T_0 = \frac{7}{15}Mg}$$

Когда будет залито масло, на погружённую в него половину объёма детали будет действовать сила Архимеда, 64-75-39-95 (2.3)

(чистовик)

приложенная к центру масс погруженной части. (точка O)



по Th cos:

$\angle ABC = \beta$

$a^2 = 4a^2 + 4a^2 - 2\cdot 2a \cdot 2a \cdot \cos\beta$

$a^2 = 8a^2 - 8a^2 \cdot \cos\beta$

$a^2 = 8a^2(1-\cos\beta) \Rightarrow$

$\Rightarrow 1-\cos\beta = \frac{1}{8} \Rightarrow \cos\beta = \frac{7}{8}$

Тогда $OC = \frac{2}{3} BC = \frac{2}{3}\cdot 2a = \frac{4}{3}a$

$V_{пч} = \frac{V_0}{2} = \frac{a^3\sqrt{15}}{2}$

объём погр. части

$F_A = \frac{\rho_A}{3} gV = \frac{\rho_A}{3} g \frac{a^3\sqrt{15}}{2} = \frac{\rho_A a^3 g}{\cancel{g}} \frac{\sqrt{15}}{6}$

Правило моментов сил отн. точки C:

$F_A \cdot OC \cdot \cos\beta + T \cdot \frac{15a}{4} = Mg \cdot \frac{7a}{4} \to F_A \cdot \frac{\cancel{4}^{2} a}{3} \cdot \frac{7}{\cancel{8}_4} + T \cdot \frac{15a}{4} = Mg \frac{7a}{4}$

$F_A \cdot \frac{14a}{3\cdot 4} + T\frac{15a}{4} = Mg\frac{7a}{4} \Big| \cdot \frac{4}{a} \to F_A \cdot \frac{14}{3} + 15T = 7Mg$

$\cancel{\frac{\rho_A a^3 g}{g}}$ $\frac{\rho_A g a^3\sqrt{15}}{6} + 15T = 7\rho_A a^3\sqrt{15} g \Rightarrow$

$\Rightarrow 15T = \frac{-\rho_A g a^3\sqrt{15}}{6} + 7\rho_A a^3\sqrt{15} g =$

$= \rho_A g a^3\sqrt{15}\left(7^{6} - \frac{1}{6}\right) = \frac{41}{6}\rho_A g a^3\sqrt{15} \Rightarrow$

$\Rightarrow T = \frac{41}{90}\rho_A g a^3\sqrt{15}$

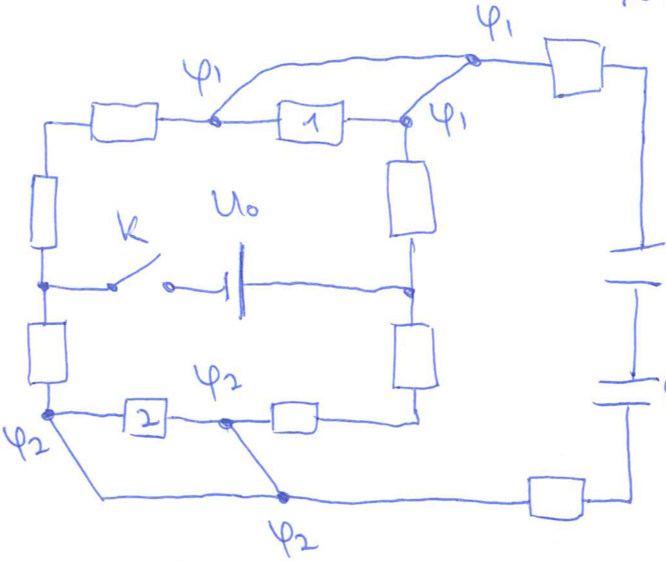
<u>Получаем:</u> $\frac{T}{T_0} = \frac{\frac{41\sqrt{15}\cdot\rho_A g a^3}{90}}{\frac{7\sqrt{15}\rho_A g a^3}{15}}$ ~~41 ρA~~

(чистовик)

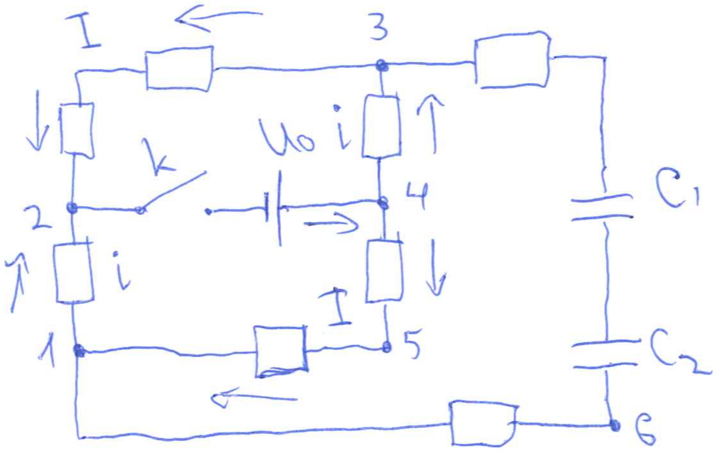
$$\frac{T}{T_0}=\frac{41\sqrt{15}\,\rho_1 g a^3}{90}\cdot\frac{15}{7\sqrt{15}\cdot\rho_1 g a^3}=\frac{41\cdot\cancel{15}^{5}}{\cancel{90}_{6\,\cancel{30}}\cdot 7}=\frac{41}{42}$$

Ответ: $\frac{T}{T_0}=\frac{41}{42}$

$\sqrt{\frac{0}{1.4}}$



В данной схеме закорочены резисторы 1 и 2. => через них ток не потечёт. Удалим их из схемы и зарисуем эквивалентную.



$C=\frac{q}{U}$ => $U=\frac{q}{C}$

C_1 и C_2 соединены послед-но => $q_1=q_2=q$

Тогда $\frac{U_1}{U_2}=\frac{q}{C_1}\cdot\frac{C_2}{q}=\frac{C_2}{C_1}$

=> $U_2=\frac{C_1U_1}{C_2}$

$W=\frac{CU^2}{2}$ => $U^2=\frac{2W}{C}$ => $U=\sqrt{\frac{2W}{C}}$

Тогда $U_1=\sqrt{\frac{2W_1}{C_1}}$; $U_2=\frac{C_1}{C_2}\sqrt{\frac{2W_1}{C_1}}=\sqrt{\frac{2W_1C_1}{C_2^2}}$

~~По II ПК для контура: 1245:~~

После длительного времени ток перестанет течь через конденсаторы, когда они зарядятся. и тогда между точками 3 и 1 будет поддерживаться постоянное напряжение

64-75-39-95
(2.3)

(чистовик)

$$\varphi_3-\varphi_1=\sqrt{\frac{2W_1}{C_1}}+\sqrt{\frac{2W_1C_1}{C_2^2}}=\sqrt{\frac{2W_1}{C_1}}\left(1+\frac{C_1}{C_2}\right)$$

~~По IIПк для контура 1~~

Тогда токи распределятся в схеме симметрично, как показано на ~~р~~ эквивалентной схеме.

По IIПк для контура 12~~4~~361:

$$\cancel{iR+2IR}\quad 2iR+\sqrt{\frac{2W_1}{C_1}}\left(1+\frac{C_1}{C_2}\right)=U_0 \quad (1)$$

для внешнего контура 1236:

$$iR-2IR+\sqrt{\frac{2W_1}{C_1}}\left(1+\frac{C_1}{C_2}\right)=0 \quad (2)$$

для контура 1245: $iR+2IR=U_0$ (3)

$$(1)-(2)=2iR-iR+2IR=U_0=(3)$$

$$\frac{U_0}{R_{экв}}=I+i$$

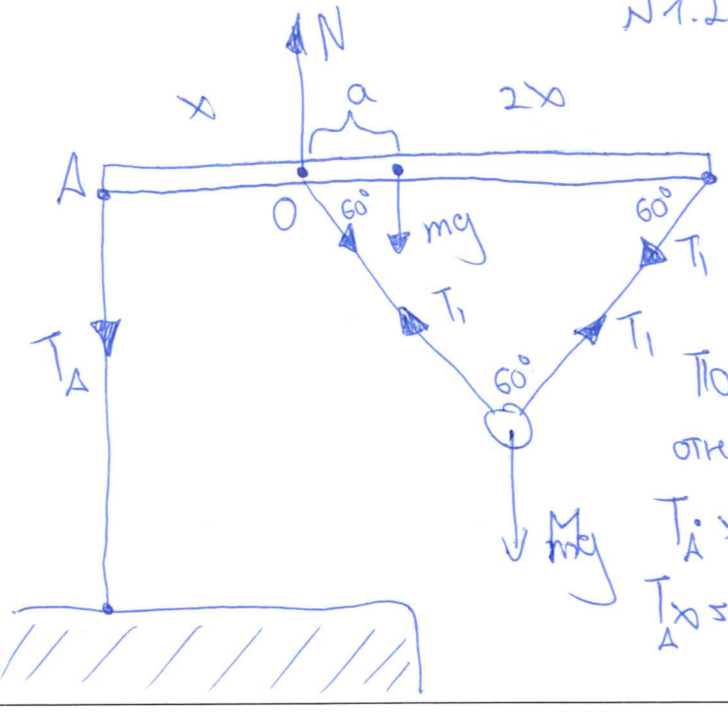
~~для контура 12345:~~

$\sqrt{\frac{0}{1.2}}$

пусть y — длина половины стержня

$3x=2y \Rightarrow$

$\Rightarrow y=\frac{3x}{2}$



~~плечо силы~~

$\boxed{a}=\cancel{x}\,y-x=\frac{3x}{2}-x=\boxed{\frac{1}{2}x}$

По правилу моментов сил отн-но точки O:

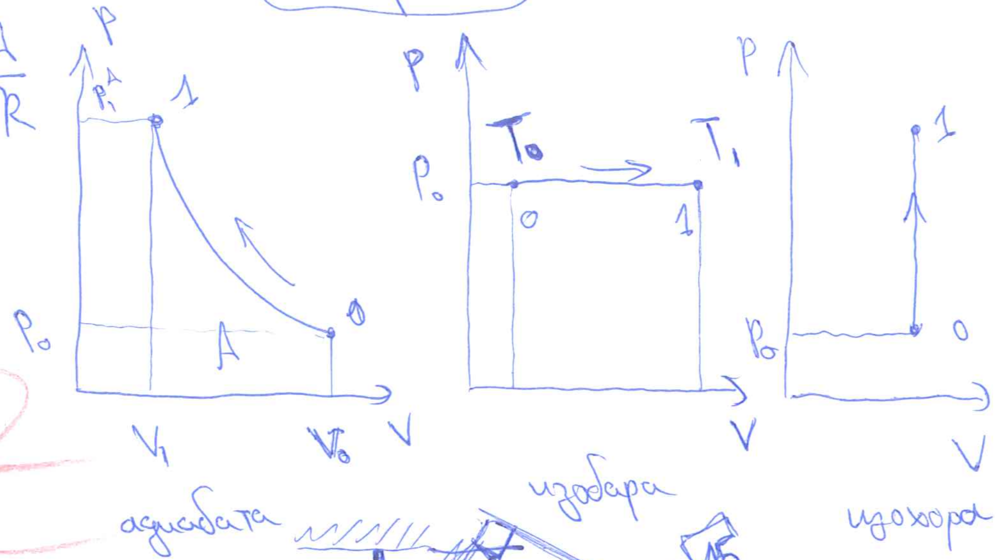
$$T_A x=mg\cdot\frac{x}{2}+T_1\cdot 2x\cdot\sin 60^\circ$$

$$T_A x=\frac{mgx}{2}+T_1\cdot 2x\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}$$

черновик

$\Delta T = \frac{2A}{3R}$

$T_1 > T_0$



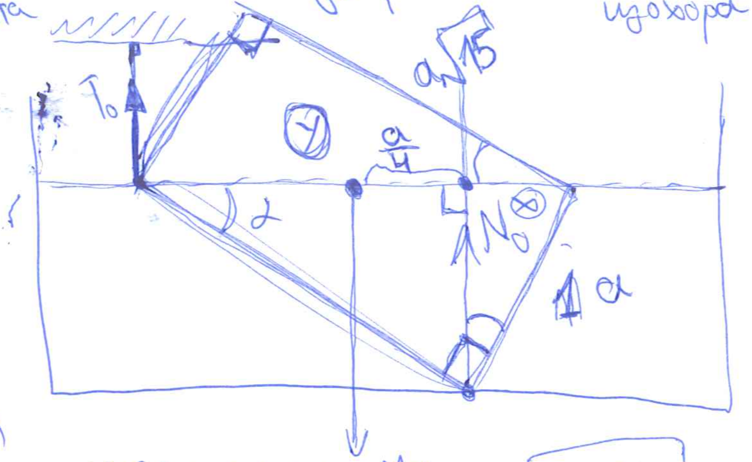
$Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + p_0 \Delta V$

$Q = \frac{3}{2}\nu R \Delta T + 0$

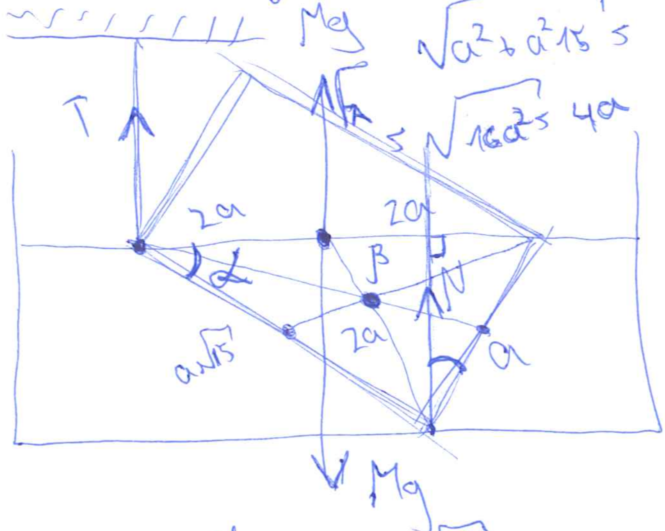
$\sin\alpha = \frac{a}{4a} = \frac{1}{4}$

$\underline{x = a\cdot\sin\alpha = \frac{a}{4}} \Rightarrow$

$\Rightarrow \underline{y = \frac{3}{4}a}$



$\sqrt{a^2 + a^2 15} = \sqrt{16a^2} = 4a$



$Mg\cdot\frac{a}{4} = T_0\cdot\frac{3}{4}a$

$Mg = 3T_0 \Rightarrow T_0 = \frac{Mg}{3}$

$\Downarrow$

$N_0 = \frac{2}{3}Mg$

$T + \frac{\rho}{3} g \frac{V_0}{2} + N = Mg$

$\frac{V_0}{2} = \frac{a\cdot a\cdot a\sqrt{15}}{2} = \frac{a^3\sqrt{15}}{2}$

$a^2 = 4a^2 + 4a^2 - 2\cdot 2a\cdot 2a\cdot\cos\beta$

$a^2 = 8a^2 - 8a^2\cos\beta$

$a^2 = 8a^2(1-\cos\beta) \Rightarrow 1-\cos\beta = \frac{1}{8} \Rightarrow \cos\beta = \frac{7}{8}$

$2a\cdot\frac{7}{8} = \frac{7a}{4}$

черновик

$1,7 \times 3 = 5,1$

$51 : 20 = 2,55$ (-40, 110, -100, 100, -100, 0)

$8mg\sin\alpha - 10\mu_2 mg\cos\alpha = 10ma \;|:m$

$8g\sin\alpha - 10\mu_2 g\cos\alpha = 10a \Rightarrow$

$\Rightarrow a = \frac{8g\sin\alpha - 10\mu_2 g\cos\alpha}{10} = g\left(\frac{8\sin\alpha}{10} - \mu_2\cos\alpha\right) =$

$= 10\left(\frac{8\cdot\frac{1}{2}}{10} - 0,3\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 4 - 3\frac{\sqrt{3}}{2} = 4 - 3\cdot\frac{1,7}{2} =$

$= 4 - 2,55 = 1,45\ \frac{м}{с^2}$

$1,7$ $17 : 20 = 0,85$ (-160, 100)

$0,85 \times 3 = 2,55$

$P_0V_0 = \nu RT_0$

$P_1V_1 = \nu RT_1$

const но P_1 и $V_1 \neq$ fixed

1НТ: $Q = \Delta U + A$

$Q = 0$ (адиабата)

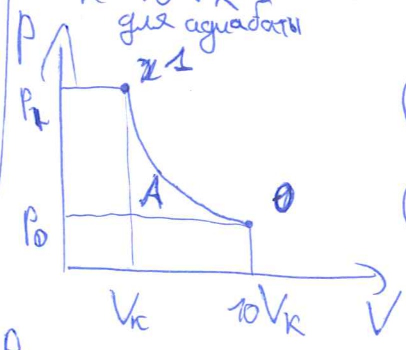
$T_к - T_н = \frac{2A}{3R} = T_{min} - T_0 = \frac{2A}{3R}$

$\Delta U = -A_{газа}$

$\Delta U = A^{вн} = A$

$U = \frac{3}{2}RT$

$V_н = 10V_к$ для адиабаты



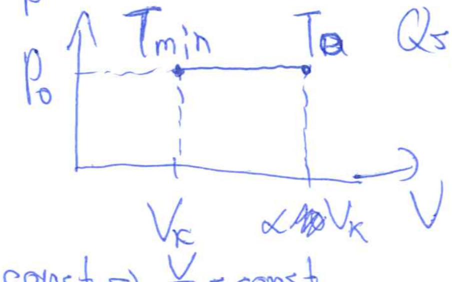
$\frac{3}{2}\nu R\Delta T = A$

$\frac{3}{2}R\Delta T = A \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta T = \frac{A}{\frac{3}{2}R} = \frac{2A}{3R}$

$Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + p_0\Delta V$ изобара

$Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + 0$ изохора



$Q = \frac{3}{2}p_0\Delta V + p_0\Delta V = \frac{5}{2}p_0\Delta V$

$PV^\gamma = \alpha$

$TV^{\gamma-1} = \alpha$

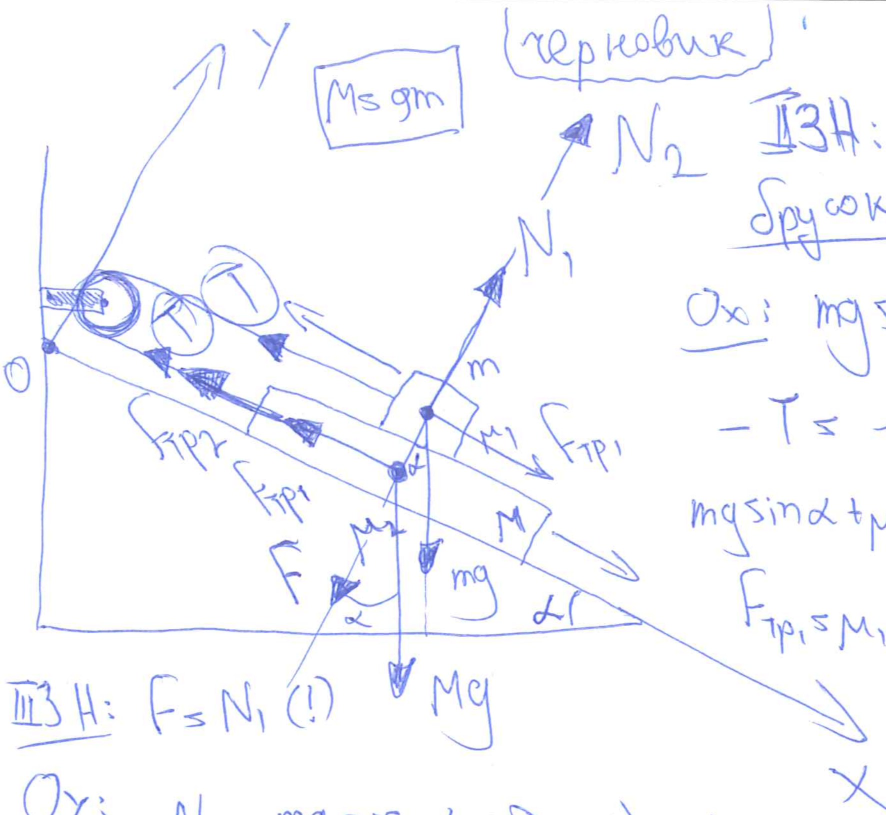
$V\downarrow \Rightarrow T\uparrow$

$P = const \Rightarrow \frac{V}{T} = const$

к состояния ~~по энергии~~

черновик

$\boxed{M = 9m}$



кин связ → → ускорения равны

IIЗН:

брусок:

Ox: $mg\sin\alpha + F_{тр_1} -$

$- T = -ma$

$mg\sin\alpha + \mu_1 N_1 - T = -ma$

$F_{тр_1} = \mu_1 mg\cos\alpha$

IIIЗН: $F = N_1$ (!)

Oy: $N_1 - mg\cos\alpha = 0 \Rightarrow N_1 = mg\cos\alpha$

$$\Downarrow$$

$$mg\sin\alpha - \mu_1 mg\cos\alpha - T = -ma$$

Доска: $Mg\sin\alpha - T - F_{тр_1} - F_{тр_2} = Ma$

Ox:

$9mg\sin\alpha - T - \mu_1 mg\cos\alpha - \mu_2 N_2 = 9ma$

$= N_1 = mg\cos\alpha$

Oy: $N_2 - 9mg\cos\alpha - F = 0 \Rightarrow \boxed{N_2} = 9mg\cos\alpha +$

$+ mg\cos\alpha =$

$= 10mg\cos\alpha$

Тогда:

$$9mg\sin\alpha - T - \mu_1 mg\cos\alpha - \mu_2 \cdot 10mg\cos\alpha = 9ma$$

$$\begin{cases} mg\sin\alpha - \mu_1 mg\cos\alpha - T = -ma \\ 9mg\sin\alpha - T - \mu_1 mg\cos\alpha - \mu_2 10mg\cos\alpha = 9ma \end{cases} \ominus$$

$9mg\sin\alpha - \cancel{T} - \mu_1 \cancel{mg\cos\alpha} - 10\mu_2 mg\cos\alpha - mg\sin\alpha + \mu_1 \cancel{mg\cos\alpha} + \cancel{T} =$

$= 9ma + ma$