Место для
скобы

08172

Шифр

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	ФИЗИКА
2.	Вариант	2 вар-т
3.	Класс	11
4.	Фамилия	ЖУРАВЛЕВ
	Имя	НИКИТА
	Отчество	ЕВГЕНЬЕВИЧ
5.	Дата рождения	Число: 13; Месяц: 01; Год: 2005
6.	Страна	Россия
7.	Регион *(пр: Томская обл., Калининградская область)*	г. Санкт-Петербург
8.	Вид муниципального образования *(пр: пгт, деревня, село, город)*	город.
9.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Псков)*	Пушкин.
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время	Губернаторский лицей №30.

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e–mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись ________

Шифр 08172

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
73			

1 задача

Дано:

m_1, M_2

$(m_1 < M_2)$

$\omega = const$

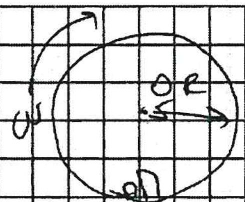
M_1, M_2

$(M_1 < M_2)$

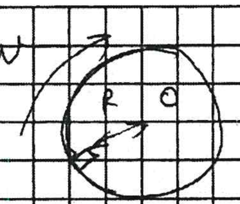
Найти:

R

h_{max} – ?

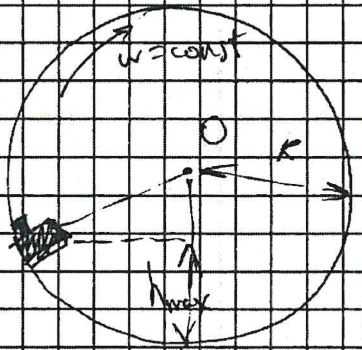


нач-е пол-е



конечное пол-е

Рассмотрим момент конечного положения более подробно



Максимальная высота подъёма будет соответствовать моменту, когда кубики оторвутся от цилиндра и начнут падать.

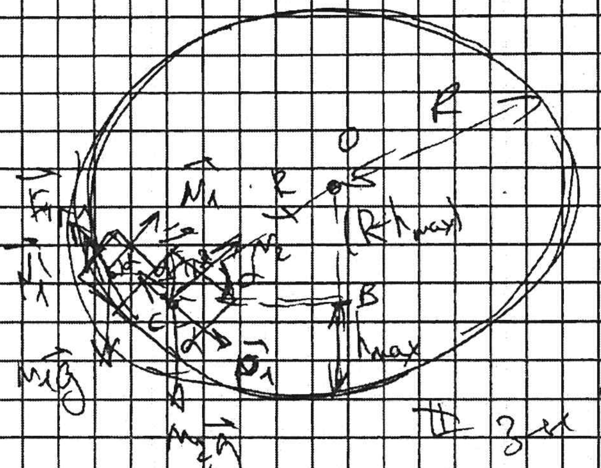
Рассмотрим момент, когда кубики поднялись на h_{max}, но ещё не упали. Т.к. кубики малы, то можем рассматривать только их поступат-е движ-е. Также, так как $\omega = const$, то $|\vec{v}| = const$ ~~~~

~~ЗСЭ:~~ Рассмотрим момент до падения высота будет ~~больше~~ примерно h_{max} (т.к. кубики малы)

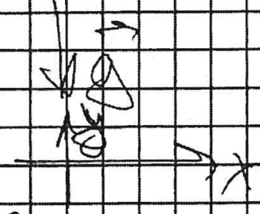
Место для скобы

Шифр 08172

1 задача (Продолжение)



СО: Земля



Запишем

II з-н Н для 2 груза

$\vec{m_2 g} + \vec{P_1} + \vec{N_2} + \vec{F}_{тр2} = \vec{0}$ (т.к. вращение оч. медленно, то можем считать $a_y = \frac{v^2}{R} \approx 0$)

$\exists\ \angle OCB = \alpha$

Ox: $N_2 \cdot \cos\alpha + P_1 \cdot \sin\alpha = F_{тр2} \cdot \sin\alpha$

Oy: $N_2 \sin\alpha + F_{тр2} \cdot \cos\alpha = P_1 \cdot \cos\alpha + m_2 g$

II з-н для 1 груза (кубика):

$\vec{N_1} + \vec{F}_{тр1} + \vec{N_1'} + m_1\vec{g} = \vec{0}$

Ox: $N_1 \cdot \cos\alpha - (F_{тр1} + N_1') \cdot \sin\alpha = 0$

Oy: $N_1 \cdot \sin\alpha + (F_{тр1} \cdot \cancel{\cos} + N_1') \cdot \cos\alpha = m_1 g$

по III з-ну Н: $P_1 = N_1' = P$

Из $\triangle COB$ $\sin\alpha = \frac{R - h_{max}}{R} = 1 - \frac{h_{max}}{R}$ (4) (α - ?)

Запишем ур-ия:

$N_2 + P_1 \cdot \operatorname{tg}\alpha = F_{тр2} \cdot \operatorname{tg}\alpha$ (1)

$N_2 \cdot \sin\alpha + F_{тр2} \cdot \cos\alpha = P \cdot \cos\alpha + m_2 g$ (2)

$N_1 - (F_{тр1} + N_1') \cdot \operatorname{tg}\alpha = 0$ (3)

$N_1 \cdot \sin\alpha + (F_{тр1} + N_1) \cos\alpha = m_1 g$ (4)

4 ур-ия и 4 неизв-х (α, N_2, N_1, P) сможем решить

Место для скобы

Шифр 08172

1 задача Продолжение

Из (1) $tg\,\alpha' = \frac{\mu_2}{(\mu_2 N_2 - P_1)}$

Из (3) $tg\,\alpha = \frac{\mu_1}{\mu_1 N_1 + N_1}$ $\quad \frac{N_2}{\mu_2 N_2 - P} = \frac{N_1}{\mu_1 N_1 + P}$

$N_1 = \left(\frac{\mu_1 N_1 + P}{\mu_2 N_2 - P}\right) \cdot N_2$

(4) $\cancel{\frac{(\mu_1 N_1 + P)}{\mu_2 N_2 - P} \cdot N_2 \cdot tg\,\alpha + \mu_1 N_1 + P} = mg \cdot \frac{1}{\cos\alpha}$

Можем решить эту систему ур-ий и получить α => по формуле (1)

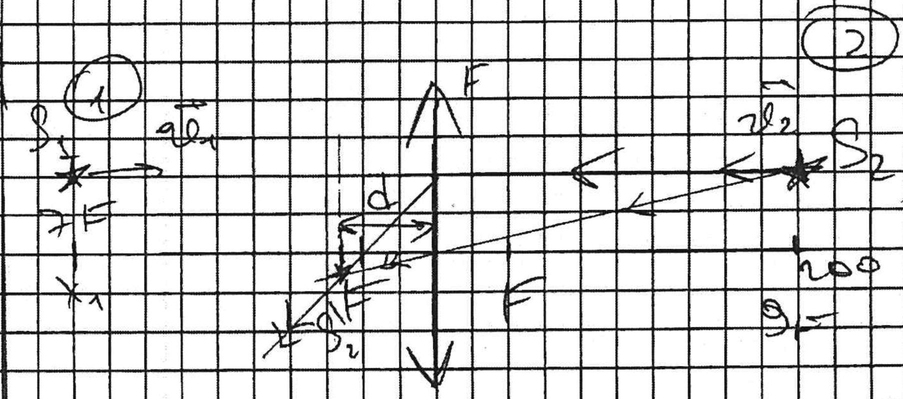
Ответ: $\frac{mg}{k}$

−8

Место для скобы

Шифр 08172

3 Задача



Дано:

$v_2 = 1,5 \cdot v_1$

$X_1 = 7F$

$X_2 = 9F$

τ, F

Найти: $v_1 - ?$

По ф-ле для тонкой линзы найдем d в ~~момент~~ в момент конечный момент

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{9F - v_2\tau} + \frac{1}{d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{9F - v_2\tau - F}{F(9F - v_2\tau)} \Rightarrow d = \frac{F(9F - v_2\tau)}{8F - v_2\tau} \quad (1)$$

тогда за время τ первый ист-к ~~пройдёт~~ будет ~~иметь~~ на расстоянии от линзы

$7F - v_1\tau = d$ (по условию задачи) они встречаются

$+(1)$

$$7F - v_1\tau = \frac{F(9F - v_2\tau)}{8F - v_2\tau} \longrightarrow$$

$v_2 = 1,5 v_1$

$$\rightarrow 7F - v_1\tau = \frac{9F^2 - F\tau \cdot 1,5 \cdot v_1}{8F - 1,5 v_1\tau} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow (7F - v_1\tau)(8F - 1,5 v_1\tau) = 9F^2 - F\tau \cdot 1,5 \cdot v_1 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 56 \cdot F^2 - 10,5\tau \cdot F \cdot v_1 - 8 \cdot F \cdot \tau \cdot v_1 + 1,5 \cdot \tau^2 \cdot v_1^2 = 9F^2 - 1,5 \cdot F \cdot \tau \cdot v_1 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 1,5 \cdot \tau^2 \cdot v_1^2 - (10,5 \cdot F\tau + 8 \cdot F \cdot \tau - 1,5 \cdot F \cdot \tau) v_1 + 47 \cdot F^2 = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 1,5\tau^2 \cdot v_1^2 - 17 F \cdot \tau \cdot v_1 + 47 \cdot F^2 = 0$$

Решим квадратное ур-е

3 Задача Продолжение.

$$v_1 = \frac{17 F\tau \pm \sqrt{17^2 F^2\tau^2 - 4\cdot 3\tau^2 \cdot 47 F^2}}{3\tau^2} =$$

$$= \frac{17F\tau \pm \sqrt{7}\cdot \tau F}{3\tau^2} = \frac{17F \pm \sqrt{7}F}{3\tau} = \frac{(17 \pm \sqrt{7})F}{3\tau}$$

Ответ: $v_1 = \frac{(17 \pm \sqrt{7})F}{3\tau}$

Задача №2

Дано: СИ:

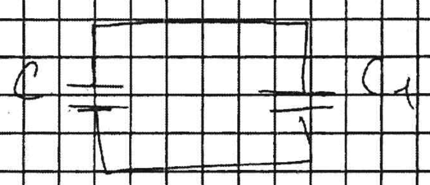
$C = 9$ мкФ $= 9\cdot 10^{-6}$ Ф

$C_1 = 1$ мкФ $= 10^{-6}$ Ф

5 раз.

$U_k = 30$ В

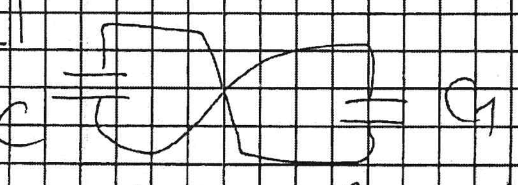
$U_0 - ?$



$q = const$ $CU = q$

$C\cdot U_0 = (C_1 + C)\cdot U_1$ (т.к. паралл. подключ-е)

$$\boxed{U_1 = \left(\frac{C}{C_1 + C}\right)\cdot U_0}$$



$q = const$ $CU_1 = (C + C_1)\cdot U_2$

$$U_2 = \left(\frac{C}{C + C_1}\right) U_1$$

$U_0; U_1; U_2; U_3 \dots U_n$ – образуют геометрич прогрессию с $q = \frac{C}{C + C_1}$ $b_0 = U_0$

Так как 1 процедура содержит 2 подключения C_1 к C, то всего будет 10 подключений.

5 страница

Место для скобы

Шифр

Тогда по формуле для геом. прогрессии

$$U_{10} = U_0 \cdot q^{10} = U_0 \left(\frac{C}{C+C_1}\right)^{10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U_0 = \frac{U_{10}}{\left(\frac{C}{C+C_1}\right)^{10}} \quad \cancel{U_{10}} = \frac{U_k}{\left(\frac{C}{C+C_1}\right)^{10}}$$

$$U_0 = \frac{30}{\left(\frac{9}{10}\right)^{10}} = 86 \text{ В}$$

Ответ: Изначальное напряж-е на конденсаторе 86 В

Задача №4

Дано:

V_0, ℓ,

ид. газ,

μ — молярная масса

P_0 ($P_0 > P_{атм}$)

T_0,

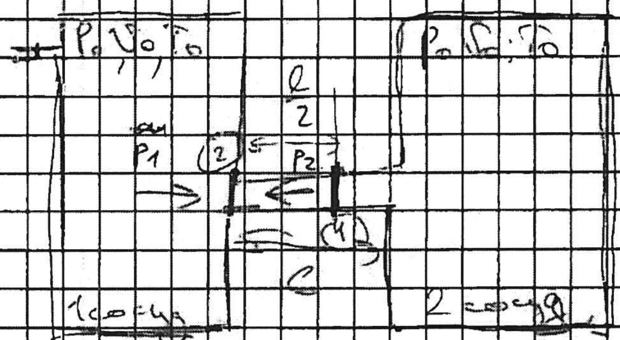
$m(t) = m_0 - \alpha t$

α — известно

τ

Найти:

S — ?



Рассмотрим момент, когда перегородка дошла до края трубки.

В этот момент $P_1 = P_2$

Из ур-я Клапейрона-Менделеева (газ идеальный) для 1 сосуда

$pV = \nu RT$

$$P_1 = \frac{\rho}{\mu} RT = \frac{m}{V\mu} RT_0$$

по условию $m(t) = m_0 - \alpha t = m_0 - \alpha\tau$

(в ~~момент~~ рассматриваемый момент $t = \tau$)

$$\Rightarrow P_1 = \frac{(m_0 - \alpha\tau) RT_0}{(V_0 - \frac{\ell}{2} S)\mu} \quad (1)$$

($V_1 = V_0 - \frac{\ell}{2} S$), т.к. перегородка двигалась на $\frac{\ell}{2}$)

Запишем ур-е Клапейрона-Менделеева для 2 сосуда в этот же момент времени

$$P_2 = \frac{m}{V\mu} RT = \frac{m_0 RT_0}{(V_0 + \ell S)\mu} \quad (2)$$

(m_0 — ~~масса~~ m_2 т.к. изн-но при одинаковых усл-х в одинак. объемах одинаковые массы газа, а потом $m_2 = const$)

$V_2 = V_0 + \ell S$, т.к. перегородка сдвинулась на ℓ.

Так как в ~~это~~ рассматриваемый момент $p_1 = p_2$ приравняем выражения (1) и (2)

$$\frac{(m_0 - \alpha T)\cdot RT_0}{(V_0 - \frac{\ell}{2}\cdot S)\mu} = \frac{m_0\cdot RT_0}{(V_0 + \ell\cdot S)\mu} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow m_0 V_0 - \alpha T\cdot V_0 + \ell\cdot S m_0 - \ell\cdot S\,\alpha T = m_0 V_0 - \frac{\ell}{2} S\cdot m_0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \left(\ell\cdot m_0 - \ell\,\alpha T + \frac{\ell}{2} m_0\right)\cdot S = \alpha T\cdot V_0$$

$$S = \frac{\alpha T\cdot V_0}{(\ell\, 1{,}5\, m_0 - \ell\,\alpha T)} = \frac{\alpha T\cdot V_0}{\left(1{,}5\,\ell\,\frac{p_0 V_0 \mu}{RT_0} - \ell\,\alpha T\right)} = \frac{\alpha T\cdot V_0}{\ell\left(\frac{3 p_0 V_0 \mu}{2 R T_0} - \alpha T\right)}$$

$$m_0 = \rho V_0 = \frac{p_0 V_0 \mu}{RT_0}$$

$$\left(p_0 = \frac{\rho}{\mu} RT_0 \Rightarrow \rho = \frac{p_0 \mu}{RT_0}\right)$$

Ответ: $S = \dfrac{\alpha T\cdot V_0}{\ell\left(\frac{3\cdot p_0\cdot V_0\cdot \mu}{2\cdot RT_0} - \alpha T\right)}$

Место для скобы

Шифр

5 Задача

Дано:

~~$\ell\ 1м - 1\ Ом$~~

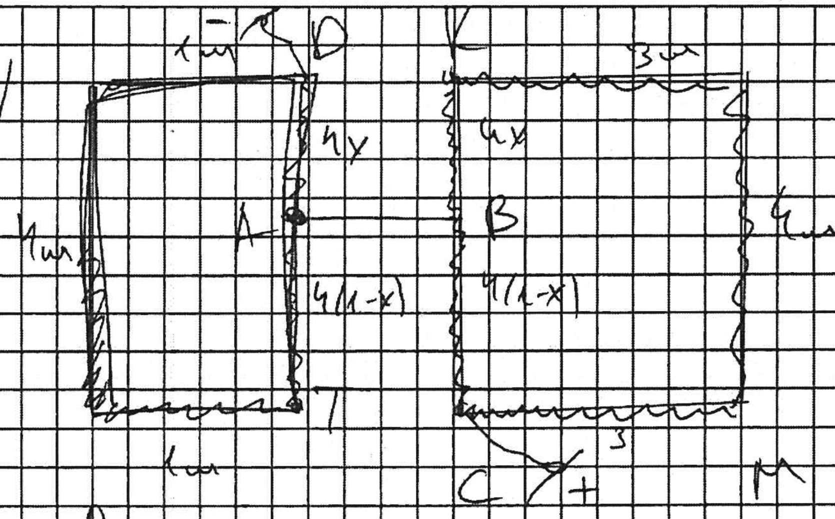
$R_{1м} = 1\ Ом$

$U = const$

$\Delta I_{мин} = 0{,}4\ A$

$\Delta I - ?$

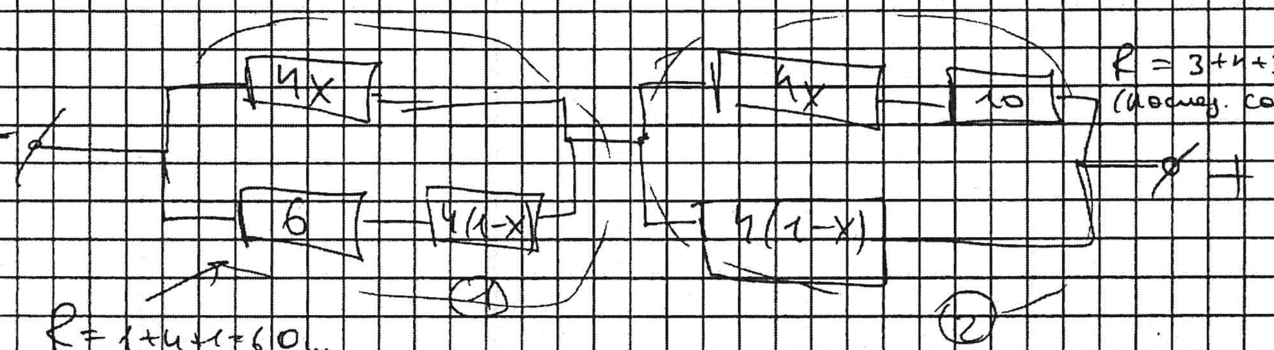
$U - ?$



Пусть $R_{DA} = 4 \cdot x$, тогда

$R_{AT} = ~~4(2x~~ \; 4(1-X)$, Аналогично $R_{KB} = 4x$; $R_{BC} = 4(1-X)$

Перерисуем схему



$R = 1+4+1 = 6\ Ом$ (послед. соед-е)

$R = 3+4+3 = 10\ Ом$ (послед. соед. е)

Тогда $R_o = R_{o1} + R_{o2}$

$$\frac{1}{R_{o1}} = \frac{1}{4x} + \frac{1}{6+4(1-x)} = \frac{6+4(1-x)+4x}{4x(6+4(1-x))} = \frac{10}{4x(10-4x)} = \frac{5}{2x(10-4x)}$$

$$R_{o1} = \frac{4x(5-2x)}{5}$$

$$\frac{1}{R_{o2}} = \frac{1}{4x+10} + \frac{1}{4(1-x)} = \frac{4(1-x)+4x+10}{4(1-x)\cdot 2(2x+5)}$$

$$R_{o2} = \frac{8(1-x)(2x+5)}{14} = \frac{4(2x+5-2x^2-5x)}{7}$$

$$R_o = R_{o1} + R_{o2} = \frac{4x(5-2x)}{5} + \frac{4(-2x^2-3x+5)}{7}$$

Место для скобы

Шифр

(Продолжение 5 задачи)

$$R_0 = \frac{28x\cdot(5-2x) + 20(-2x^2-3x+5)}{35} =$$

$$= \frac{28\cdot 5x - 56\cdot x^2 - 40\cdot x^2 - 60x + 100}{35} =$$

$$= \frac{-96\cdot x^2 + 80x + 100}{35} =$$

$$= -\frac{96}{35}x^2 + \frac{80}{35}\cdot x + \frac{100}{35} =$$

$$= -\frac{96}{35}x^2 + \frac{16}{7}\cdot x + \frac{20}{7}$$

максимизируем эту ф-цию

по з-ну Ома $I = \frac{U}{R}$, чтобы I − был минимален, R − должно быть максимальным)

ф-ция − парабола с ветвями вниз, значит максимум в вершине

$$x_0 = -\frac{b}{2a} = -\frac{16}{7}\cdot\left(-\frac{35}{96\cdot 2}\right) = \frac{5}{12} = \frac{5}{12}$$

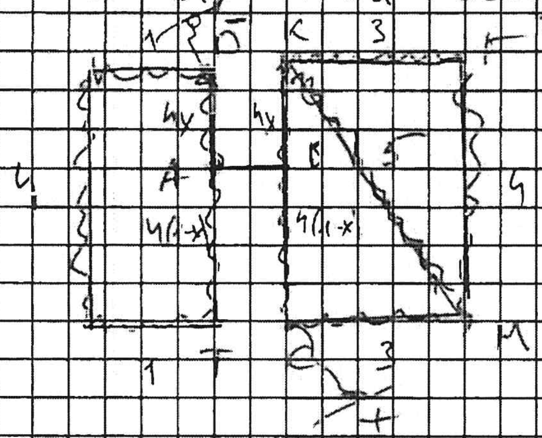
$$R_{max} = R\left(\frac{5}{12}\right) = -\frac{96}{35}\left(\frac{5}{12}\right)^2 + \frac{16}{7}\cdot\frac{5}{12} + \frac{20}{7} =$$

$$= -0{,}48 + 0{,}95 + 2{,}88 \approx 3{,}3 \text{ Ом.}$$ в первом случае

$$I_{min} = \frac{U}{R_{max}}$$

(Продолжение 5 задачи)

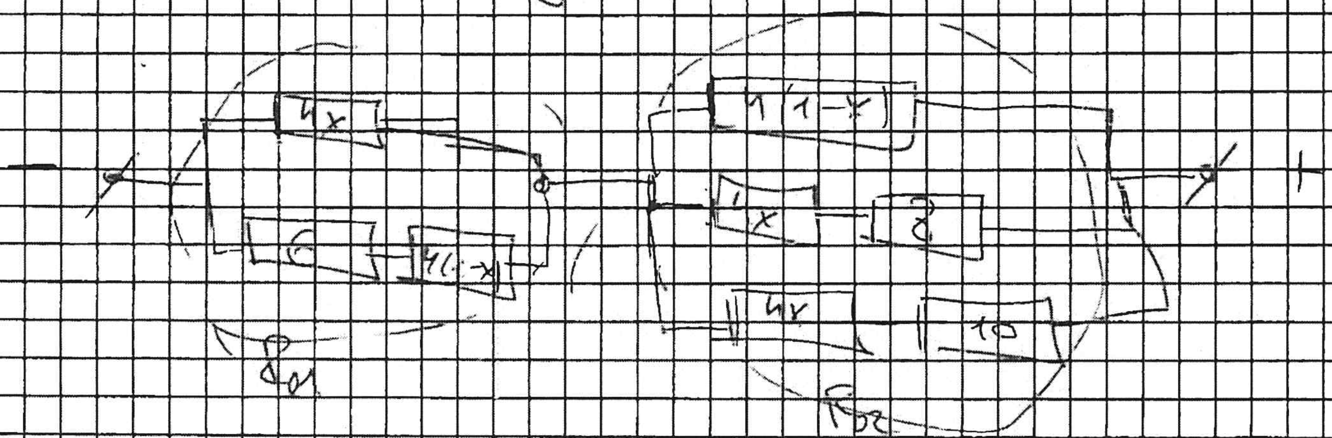
Рассмотрим 2й случай



$\triangle KFM$ – прямоуг.

Значит $KM = \sqrt{9+16} = 5$

Перерисуем схему:



$R_o = R_{o1} + R_{o2}$

$R_{o1} = \frac{4x(5-2x)}{5}$

$\frac{1}{R_{o2}} = \frac{1}{4(1-x)} + \frac{1}{4(x+2)} + \frac{1}{2(2x+5)} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \frac{1}{R_{o2}} = \frac{\cancel{8}(x+2)(2x+5) + 8(1-x)(2x+5) + \cancel{16}^{\,2}(1-x)(x+2)}{\cancel{32}_{\,4}(1-x)(x+2)(2x+5)} \Rightarrow$

$\Rightarrow R_{o2} = \frac{4(1-x)(x+2)(2x+5)}{(2x+5)(1-x+x+2) + 2(1-x)(x+2)} =$

$= \frac{4(1-x)(x+2)(2x+5)}{3(2x+5)+2(1-x)(x+2)} = \frac{4(1-x)(x+2)(2x+5)}{6x+15+2(x+2-x^2-2x)} = \frac{4(1-x)(x+2)(2x+5)}{-2x^2+4x+19}$

Место для скобы

Шифр

$$R_0 = R_{01} + R_{02} = \frac{4x(5-2x)}{5} + \frac{4(1-x)(x+2)(2x+5)}{-2x^2+4x+9} =$$

$$= \frac{4x(5-2x)(-2x^2+4x+9) + 4(1-x)(x+2)(2x+5)}{5(-2x^2+4x+9)} =$$

$= \cancel{4x}$ $=$ (Минимизируем эту ф-цию.

Находим её минимум $\Rightarrow R_{max2}$

После замыкания КМ

$R_{02} \downarrow$ (т.к. добавилась паралл. ветка в цепь)

Значит: $R_0 = R_{01} + R_{02} \downarrow \Rightarrow R_0 \downarrow$ тоже уменьшилось

Значит: $I_{min} = \frac{U}{R_{max}\downarrow} \Rightarrow I_{min} \uparrow$

Ток увеличился минимальный

А напряжение U можем найти так

~~из 1 сл-я~~

$$\Delta I = I_{min2} - I_{min1} =$$

$$= \frac{U}{R_{max2}} - \frac{U}{R_{max1}} = U\left(\frac{1}{R_{max2}} - \frac{1}{R_{max1}}\right)$$

$$U = \frac{\Delta I}{\left(\frac{1}{R_{max2}} - \frac{1}{R_{max1}}\right)}$$ (R_{max2} – не смог найти из-за математики)