Место для скобы

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

07883

Шифр

1.	Предмет	ФИЗИКА
2.	Вариант	1
3.	Класс	11
4.	Фамилия	СОВЕТОВ
	Имя	ИЛЬЯ
	Отчество	ИГОРЕВИЧ
5.	Дата рождения	Число: 10; Месяц: 12; Год: 2004
6.	Страна	Россия
7.	Регион *(пр: Томская обл., Калининградская область)*	Кемеровская область
8.	Вид муниципального образования *(пр: пгт, деревня, село, город)*	город
9.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Псков)*	Новокузнецк
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время	ГБНОУ Лицей №84 им. В.А. Власова

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 ИСовет–

Шифр 07883

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
77			

Задача №1.

Дано:

m_1

m_2

$m_1 < m_2$

R

μ_1

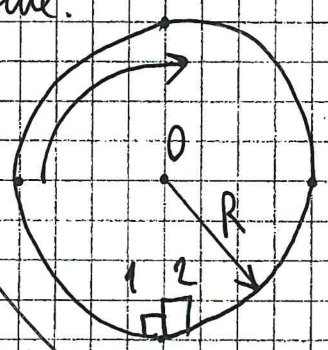
μ_2

$\mu_1 < \mu_2$

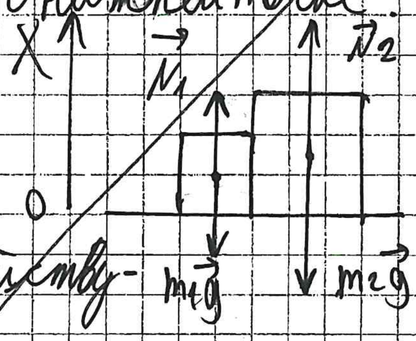
H - ?

Решение:

1)



Когда тела находятся в нижней точке:



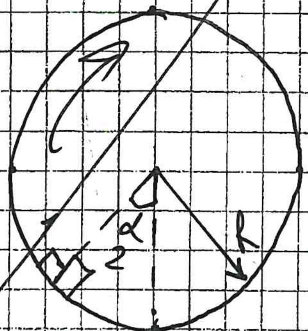
Распишем силы действующие на кубики:

в начальный момент времени когда кубики еще не повернулись на угол по II З. Н.:

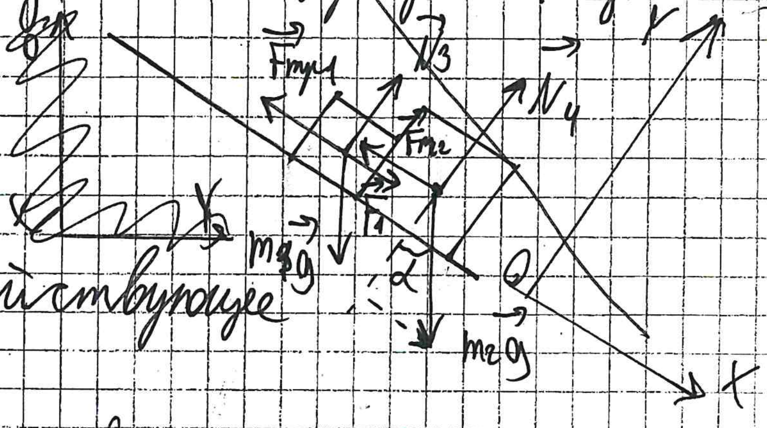
$0 = \vec{N_1} + m_1\vec{g}$ $\qquad$ $0 = \vec{N_2} + \vec{m_2 g}$

$OX: N_1 = m_1 g$ $\qquad$ $OX: N_2 = m_2 g$

2)



Когда тела повернулись на угол α:



Распишем все силы действующие на кубики.

Смотри страницу 2

место для скобы

Шифр 07883

Задача №1

Дано:

m_1

m_2

$m_1 < m_2$

R

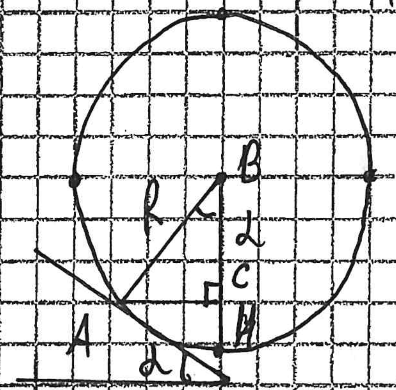
μ_1

μ_2

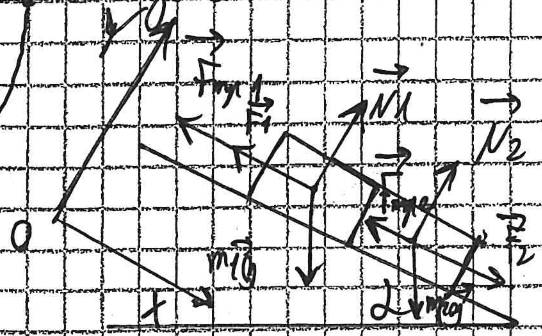
$\mu_1 < \mu_2$

$H - ?$

Решение:



1) Рассмотрим момент равновесия при максимально возможной α



F_1 и F_2 силы с которыми тела действуют друг на друга

По 3 з. Н: $F_1 = F_2 = F$

По 1 з. Н.:

$0 = m_2\vec{g} + \vec{F}_2 + \vec{F}_{тр2} + \vec{N}_2$

$OY: 0 = N_2 - m_2 g\cos\alpha$

$N_2 = m_2 g\cos\alpha$

$OX: 0 = m_2 g\sin\alpha - F_{тр2} + F_2$

$0 = m_2 g\sin\alpha - \mu_2 m_2 g\cos\alpha + F$

$0 = m_1\vec{g} + \vec{F}_1 + \vec{N}_1 + \vec{F}_{тр1}$

$OY: 0 = N_1 - m_1 g\cos\alpha$

$N_1 = m_1 g\cos\alpha$

$OX: 0 = m_1 g\sin\alpha - F_{тр1} - F_1$

$0 = m_1 g\sin\alpha - \mu_1 m_1 g\cos\alpha - F$

$$\begin{cases} 0 = m_2 g\sin\alpha - \mu_2 m_2 g\cos\alpha + F \\ 0 = m_1 g\sin\alpha - \mu_1 m_1 g\cos\alpha - F \end{cases}$$

$0 = (m_1 + m_2) g\sin\alpha - (\mu_2 m_2 + \mu_1 m_1) g\cos\alpha$

$(m_1 + m_2) g\sin\alpha = (\mu_2 m_2 + \mu_1 m_1) g\cos\alpha$

Продолжение задачи на след. стр.

Место для скобы

Шифр 07883

Продолжение задачи №1.

$tg\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{(\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2)}{m_1+m_2}$

Из прям. $\triangle ABC$: $BC = AB\cos\alpha = R\cos\alpha$

$H = R - BC = R(1-\cos\alpha)$

$\frac{R}{H} = \frac{R}{R(1-\cos\alpha)} = \frac{1}{1-\cos\alpha}$

Выразим $\cos\alpha$ через $tg\alpha$:

$\cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1$

$\cos^2\alpha + tg^2\alpha \cdot \cos^2\alpha = 1$

$\cos^2\alpha(1+tg^2\alpha) = 1$

$\cos\alpha = \sqrt{\frac{1}{1+tg^2\alpha}}$

$\frac{R}{H} = \frac{1}{1-\sqrt{\frac{1}{1+tg^2\alpha}}}$

$$\frac{R}{H} = \frac{1}{1-\sqrt{\frac{1}{1-\left(\frac{(\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2)}{m_1+m_2}\right)^2}}}$$

или $\frac{R}{H} = \frac{1}{1-\cos\left(arctg\left(\frac{\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2}{m_1+m_2}\right)\right)}$

$H = R\left(1-\cos\left(arctg\left(\frac{\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2}{m_1+m_2}\right)\right)\right)$

Ответ: $H = R\left(1-\cos\left(arctg\left(\frac{\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2}{m_1+m_2}\right)\right)\right)$.

Шифр 7883

Задача №2

Дано:

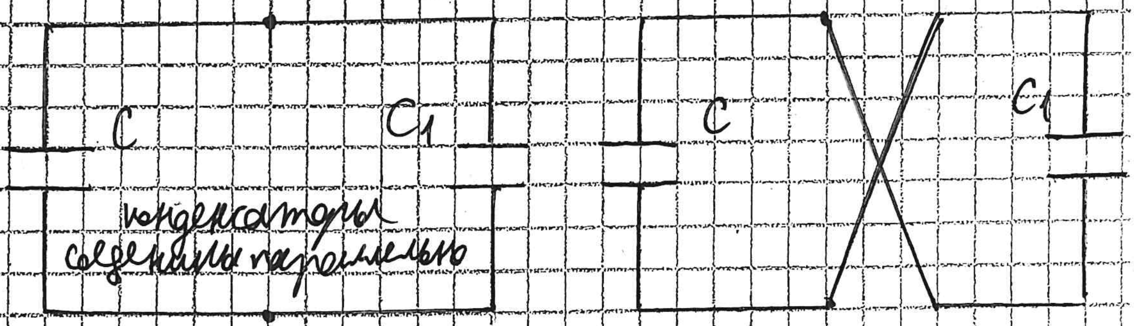
$C = 9$ мкФ $= 9 \cdot 10^{-6}$ Ф

$V = 100$ В

$C_1 = 1$ мкФ $= 1 \cdot 10^{-6}$ Ф

$V_0 - ?$

Решение: $C = \frac{q}{U}$ 5 раз переворачиваем



Решение:

$\cancel{\frac{q_{00}}{C}}$ 1) $\frac{q_{00}}{C} = \frac{q_{10}}{C_1}$; $\frac{C}{C_1} = 9 = \frac{q_{00}}{q_{10}} \Rightarrow$

$q_{10} = q_{00}\frac{C_1}{C}$. $q_{10} + q_{00} = Q_0 = q_{00}\left(\frac{C+C_1}{C}\right)$ - начальный общий заряд

2) $q_{11} + q_{01} = q_{00} - q_{10} = Q - 2q_{10} = Q - 2\frac{C_1}{C}q_{00} =$

$= q_{00}\left(\frac{C+C_1-2C_1}{C}\right) = q_{00}\left(\frac{C-C_1}{C}\right)$ - общий заряд после первого цикла переворачиваний $= Q_I$ $Q_I = 0{,}8\,Q_0$

3) $q_{11} = q_{00}\frac{C_1}{C} \Rightarrow q_{12} + q_{02} = q_{00}\left(\frac{C-C_1}{C}\right) - 2q_{00}\frac{C_1}{C}$.

Q_{II}' заряд общий после второго цикла переворотов

4) $Q_{IV} = q_{13} + q_{03} = q_{03} + q_{03}\left(\frac{C_1}{C}\right) = q_{03}\left(\frac{C+C_1}{C}\right) \Rightarrow q_{03} = \frac{Q_{III}C}{C+C_1}$

$U_V = \frac{q_{03}}{C} = \frac{Q_{III}}{C+C_1} = 30$ В $q_{13} = q_{03}\frac{C_1}{C}$

Продолжение на след. стр.

скобы

Шифр 7883

Продолжение задачи №2

$$30(C+C_1) = q_{00}\left(\frac{C+C_1}{C} - \frac{2C_1}{C}\left(\frac{C-C_1}{C+C_1}\right)\right) =$$

$$= q_{00}\left(\frac{C^2 + C_1C - C_1C - 2CC_1 + 2C_1^2}{C(C+C_1)}\right) = q_{00}\frac{(C-C_1)^2}{C(C+C_1)}$$

$$q_{00} = 30C\frac{(C+C_1)^2}{(C-C_1)^2} = 30 \cdot 10 \cdot 10^2 \cdot \frac{1}{8^2} = \frac{3 \cdot 10^4}{64} \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$Q_0 = \frac{10}{9_3} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-2}}{64} = \frac{0{,}1 \text{Кл}}{192}$$ – заряд сначала

5) $$Q_{III} = q_{03} - q_{13} = q_{03}\left(\frac{C-C_1}{C}\right) = \frac{Q_{II}\, C(C+C_1)}{C(C+C_1)} = 0{,}8\, Q_{II}$$

$$Q_{IV} = 0{,}8\, Q_{III}, \quad Q_{V} = 0{,}8\, Q_{IV} = 0{,}8^5\, Q_0$$

6) $$U_0 = \frac{Q_0}{C} = \frac{0{,}1}{192 \cdot 9 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^5}{192 \cdot 9} \approx 57{,}87 \text{ В}$$

Ответ: 57,87 В – 1,25

скобы

Шифр 7883

Задача №3.

Дано:

F

$U_1 = U$

$U_2 = 1{,}5U$

$x_1 = 7F$

$x_2 = 9F$

$\tau - ?$

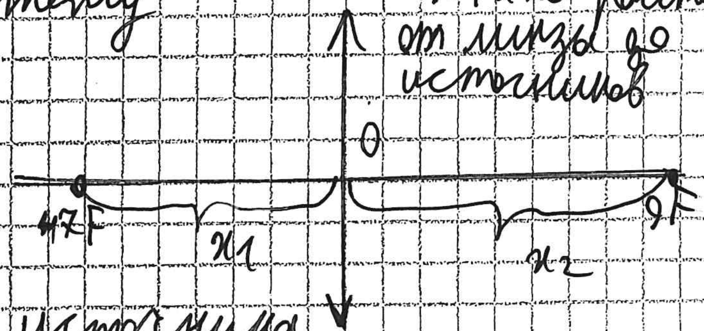
Решение:

1) Формула тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

Составим систему

x_1 и x_2 — расстояние от линзы до источников

$$\begin{cases} \frac{1}{F} = \frac{1}{x_1} + \frac{1}{S_1} \\ \frac{1}{F} = \frac{1}{x_2} + \frac{1}{S_2} \end{cases}$$



x — координата источника

$$\begin{cases} x_1(t) = 7F - U_1 t \\ x_2(t) = 9F - U_2 t \\ x_1(\tau) = S_2 \end{cases}$$

$\frac{1}{F} - \frac{1}{x_2} = \frac{1}{S_2}$; $\frac{x_2 - F}{F x_2} = \frac{1}{S_2}$; $S_2 = \frac{F x_2}{x_2 - F} = 7F - U_1\tau$

$$\frac{F(9F - 1{,}5U_1\tau)}{F + (9F - 1{,}5U_1\tau)} = 7F - U_1\tau$$

$$9F^2 - 1{,}5U_1\tau F = 56F^2 - 8U_1\tau F - \frac{21}{2}U_1\tau F + \frac{3}{2}U_1^2\tau^2$$

$$-\frac{3}{2}U_1^2\tau^2 + 17U_1\tau F - 47F^2 = 0 \quad \Big| \cdot \Big(-\frac{2}{3}\frac{1}{\tau^2}\Big)$$

$$U_2^2 - \frac{34}{3}\frac{F}{\tau}U_1 + \frac{94}{3}\frac{F^2}{\tau^2} = 0$$

$$\frac{D}{4} = \frac{F^2}{\tau^2}\left(\frac{289}{9} - \frac{282}{9}\right) = \frac{7}{9}\frac{F^2}{\tau^2} \Rightarrow U_1 = \frac{17F}{3\tau} \pm \frac{F}{3\tau}\sqrt{7}$$

Продолжение на след. стр.

Место для скобы

Шифр 7883

Продолжение задачи №3

- Первый случай

$u = \frac{17F + \sqrt{7}F}{3\tau} \Rightarrow u = \frac{F(17+\sqrt{7})}{3\tau}$

$3u\tau = F(17+\sqrt{7})$

$\tau = \frac{F(17+\sqrt{2})}{3u}$

- Второй случай

$\tau = \frac{F(17-\sqrt{7})}{3u}$

Ответ: 1) $\tau = \frac{F(17+\sqrt{7})}{3u}$ 2) $\tau = \frac{F(17-\sqrt{7})}{3u}$.

Шифр 7883

Задача №4

Дано:

V_0

ℓ

S

μ

p_0

$p_0 > p_a$

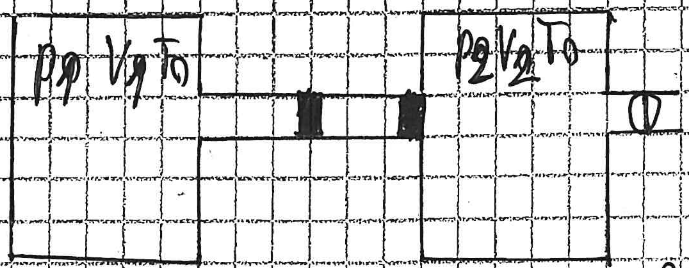
T_0

$T = const$

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

$T - ?$

Решение:



1) Рассмотрим крайнее положение капли в трубке, до того пока она попала

2) Поскольку газ изменяет в нагр. сосуд. очень медленно в любой момент времени наблюдается равновесие давлений:

$$p_1 = p_2$$

3) Воспользуемся уравнением Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT$ или $pV = \frac{m}{M}RT$ =>

$$p = \frac{mRT}{MV}$$

3) $V_2 = V_0$ - объем правой палаты

$V_1 = V_0 + \ell S$ - объем левой палаты

$$p_2 = m_2 \frac{RT_0}{MV_2}$$

$$m_2 = m(t) = m_0 - \alpha t$$

$$p_1 = m_0 \frac{RT_0}{MV_1}$$

$$p_2 = (m_0 - \alpha T)\frac{RT}{\mu V_0}$$

$$p_1 = p_2 \Rightarrow (\cancel{m_0 - \alpha T t})\frac{RT_0}{\cancel{MV_0}}$$

$$\frac{m_0 R T_0}{\mu(V_0 + \ell S)} = \frac{RT_0(m_0 - \alpha T)}{\mu V_0}$$

$$\frac{m_0}{V_0 + \ell S} = \frac{m_0 - \alpha T}{V_0}$$

$$p_1 = \frac{m_0 R T_0}{M(V_0 + \ell S)}$$

$$V_0 + \ell S = \frac{m_0 V_0}{m_0 - \alpha T} \Rightarrow S = \frac{m_0 V_0}{(m_0 - \alpha T)\ell} - \frac{V_0}{\ell}$$

Продолжение на след. стр.

Место для скобы

Шифр 7883

Продолжение задачи №4

$$\frac{m_0}{V_0+lS} = \frac{m_0-\alpha t}{V_0}$$

$$m_0V_0 = V_0m_0 - V_0\alpha t + m_0Sl - lS\alpha t$$

$$V_0\alpha t = S(m_0l - l\alpha t)$$

Начальная масса газа в сосудах:

$$p_0\left(V_0+\frac{lS}{2}\right) = \frac{m_0RT}{M}$$

$$\frac{Mp_0\left(V_0+\frac{l}{2}S\right)}{RT} = m_0$$

$$m_0 = \frac{Mp_0V_0}{RT} + \frac{lS}{2RT}$$

$\cancel{Sm_0l - Sl\alpha t}$

$$Sm_0l - Sl\alpha t - V_0\alpha t = 0$$

$$m_0 = \frac{Mp_0V_0}{RT} + \frac{lS}{2RT}$$

$$\frac{SMp_0V_0l}{RT} + \frac{S^2l^2}{2RT} - Sl\alpha t - V_0\alpha t = 0$$

$$S^2\frac{l^2}{2RT} + S\left(\frac{Mp_0V_0l}{RT} - l\alpha t\right) - V_0\alpha t = 0$$

$$S = \frac{l\alpha t - \frac{Mp_0V_0l}{RT} \pm\sqrt{\left(\frac{Mp_0V_0l}{RT} - l\alpha t\right)^2 + \frac{4V_0\alpha t l^2}{2RT}}}{\frac{l^2}{RT}}$$

Дальше остается преобразовать и найти:

— 2,0

9 страница

Задача №5

Дано:

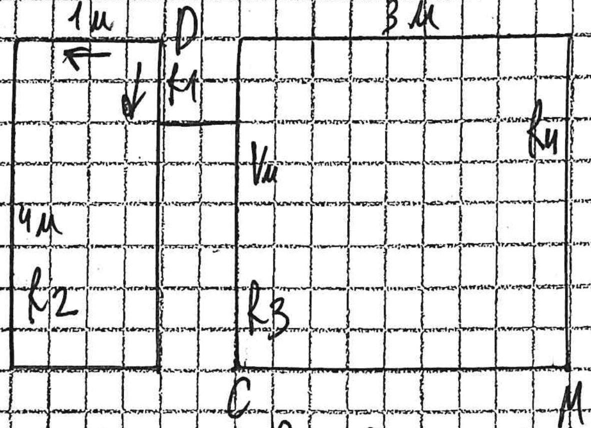
$l = 1$ м

$R_1 = 1$ Ом

$\Delta I = 84$ A

$U - ?$

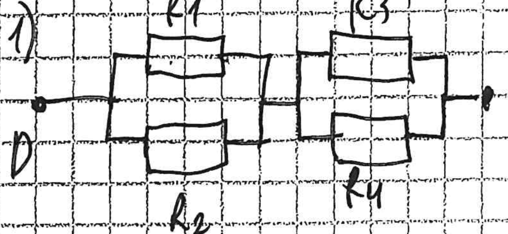
Решение:



Решение:

$\rho_1 = 1 \frac{Ом}{м}$

1)



$L_0 = 10$ м, $L_C = 14$ м $\quad R_1 + R_2 = 10$ Ом $\quad R_3 + R_4 = 14$ Ом

min и max при максимальном сопротивлении

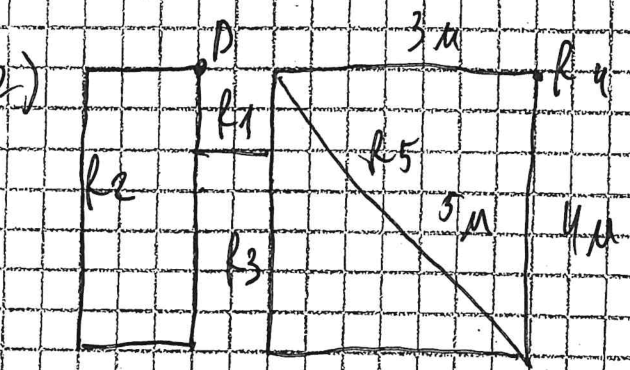
$$R = \frac{R_1(10-R_1)}{10} + \frac{R_3(14-R_3)}{14} = R_1 - \frac{R_1^2}{10} + \frac{(4-R_1)(14-4+R_1)}{14} =$$

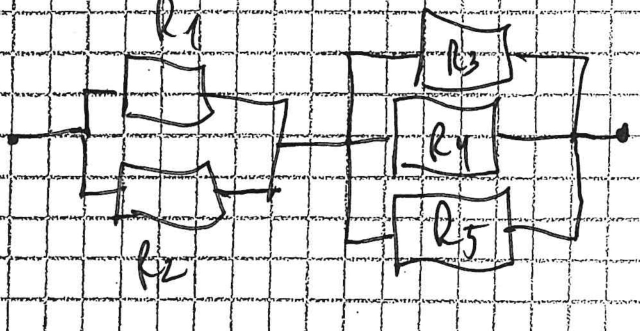
$$= R_1 - \frac{R_1^2}{10} + \frac{40+4R_1-10R_1-R_1^2}{14}$$

$$\frac{dR}{dR_1} = 1 - \frac{R_1}{5} - \frac{3}{7} - \frac{R_1}{7} = 0; \quad R_1\left(\frac{7+5}{\cancel{35}\,5}\right) = \frac{4}{7} \Rightarrow$$

$$R_1 = \frac{20}{12} = \frac{5}{3} \qquad I_{min} = \frac{U}{R_1}$$

2)





$R_1' = R_{345} + R_{12}$

Продолжение на след. стр.

скобы

Шифр 7883

Продолжение задачи 15.

$R_{12} = R_1 - \frac{R_1^2}{10}$, $R_{34} = \frac{(4-R_1)(R_1+10)}{4-R_1+R_1+10} = \frac{4R_1+40-R_1^2-10R_1}{14} =$

$= \frac{-R_1^2-6R_1+40}{14}$

$R_{345} = \frac{(R_1+8)(-R_1^2-6R_1+40)}{\left(R_1+8-\frac{R_1^2+6R_1+40}{14}\right)} = \frac{(R_1+8)(-R_1^2-6R_1+40)}{14R_1+14\cdot 8-R_1^2-6R_1+40} =$

$= \frac{-R_1^3-14R_1^2+88R_1+320}{8R_1-R_1^2+152}$

$\frac{dR_{345}}{dR_1} = \frac{(-3R_1^2-28R_1+88)(8R_1-R_1^2+152)-(-2R_1+8)(-R_1^3-}{(8R_1-R_1^2+152)^2}$

$\frac{-14R_1^2+88R_1)}{}$

$\frac{dR_{12}}{dR_1} + \frac{dR_{345}}{dR_1} = 0 \Rightarrow R_1' \to I_{min} = \frac{U}{R_1'}$

$\left|\frac{U}{R_1} - \frac{U}{R_1'}\right| = U\left|\frac{R_1'-R_1}{R_1R_1'}\right| = 0,4 \Rightarrow$

$U = 0,4\left|\frac{R_1R_1'}{R_1+R_1'}\right| = 0,4 \cdot \frac{1}{2} = 0,2\ В$

− ~~2,05~~

Ответ: 0,2 В