

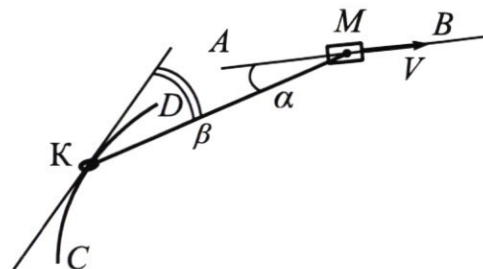
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-04

Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

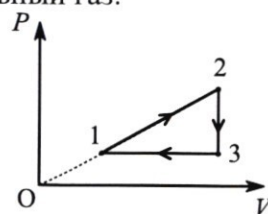
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 4/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

- 1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.
- 2) Найти для процесса 1-2 отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



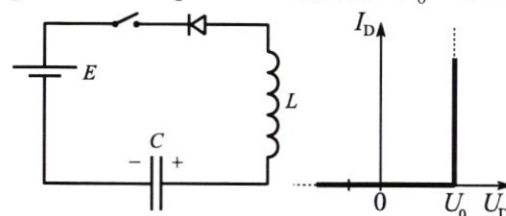
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряжение на конденсаторе U . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

- 1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.
- 2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
- 3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

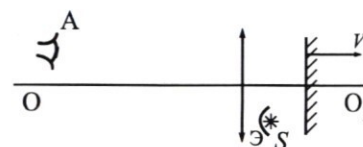


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ от линзы.

- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

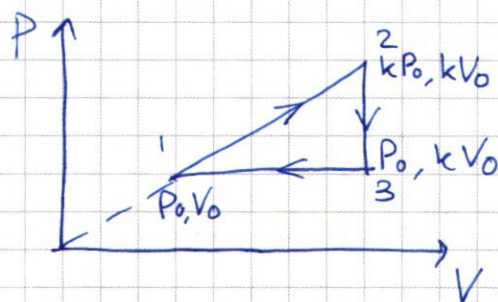
- 2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

- 3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2



Пропорция $\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_2}{P_1}$ позволяет ввести коэффициент k , связывающий объемы и давления, как на рисунке

Процесс 1-3 - изобара

$$T \sim PV \rightarrow T_2 > T_3 > T_1 \rightarrow$$

→ в первом вопросе интересны изобара и изохора

$$\textcircled{0} C_{23} dT = dU + PdV = \frac{z}{2} \cancel{0} R dT + P dV \quad (\text{изохора})$$

$$C_{23} = \frac{z}{2} R$$

$$\textcircled{0} C_{13} dT = dU + PdV = \frac{z}{2} \cancel{0} R dT + P dV = \frac{z+2}{2} \cancel{0} R dT - V dP$$

$$C_{13} = \frac{z+2}{2} R$$

$$\frac{C_{13}}{C_{23}} = \frac{z+2}{2} \frac{z=3}{2} = \frac{5}{3} \quad (\text{одноатомный идеальный газ})$$

$$A_{12} = \text{площадь трапеции} = \frac{kP_0 + P_0}{2} (kV_0 - V_0) = \frac{k^2 - 1}{2} P_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{z}{2} \cancel{0} R T_2 - \frac{z}{2} \cancel{0} R T_1 = \frac{z}{2} (k^2 P_0 V_0 - P_0 V_0) = z \cdot \frac{k^2 - 1}{2} P_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = z = 3$$

$$A_{1231} = \frac{1}{2} (k-1) V_0 \cdot (k-1) P_0 = \frac{(k-1)^2}{2} P_0 V_0$$

$Q_+ = Q_{12}$ (в остальных процессах температура убывает при положительной теплоемкости)

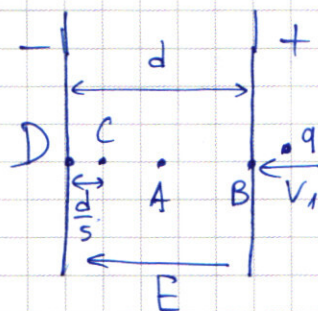
$$Q_+ = Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = (z+1) \frac{k^2 - 1}{2} P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{1231}}{Q_+} = \frac{\frac{(k-1)^2}{2} P_0 V_0}{(z+1) \frac{k^2-1}{2} P_0 V_0} = \frac{1}{z+1} \cdot \frac{k-1}{k+1} =$$

$$= \frac{1}{z+1} \left(1 - \frac{2}{k+1} \right) \leq \frac{1}{z+1} = \frac{1}{4} \quad \left(\eta \rightarrow \frac{1}{4} \text{ при } k \rightarrow \infty \right)$$

Отв: $\frac{C_{13}}{C_{23}} = \frac{5}{3}$; $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3$; $\eta_{\text{предельное}} = \frac{1}{4}$

Задача 3



] C - точка остановки; A - середина конденсатора;

B - точка влета; D - на отрицательной симм. В

Поле однородно, потому $E \cdot d = U$; $E = \frac{U}{d}$

По Th об изменении кинетической энергии

$$0 - \frac{m V_1^2}{2} = q \cdot E \cdot \frac{4d}{5} ; \quad \frac{q}{m} = -\frac{5}{8} \frac{V_1^2}{U} ; \quad \sigma = \frac{|q|}{m} = \frac{5}{8} \frac{V_1^2}{U}$$

Движение по траектории BCB равноускоренное,

потому можем вычислить время, как необходимое для

разворота скорости, т.е. $T = \frac{2V_1}{a}$; где $a = \sigma E = \frac{5}{8} \frac{V_1^2}{d}$

$$T = \frac{16d}{5V_1}$$

Из соображений симметрии $\varphi_\infty - \varphi_B = \varphi_D - \varphi_\infty$

$$\varphi_B - \varphi_A = \varphi_A - \varphi_D$$

$$\text{Откуда } \varphi_A = \frac{1}{2}(\varphi_B + \varphi_D) = \varphi_\infty$$

$$\varphi_B - \varphi_\infty = \varphi_B - \varphi_A = \frac{1}{2}(\varphi_B - \varphi_A + \varphi_A - \varphi_D) = \frac{U}{2}$$

По Th о сохранении полной энергии

$$q\varphi_B + \frac{m V_1^2}{2} = q\varphi_\infty + \frac{m V_0^2}{2} ; \quad V_0^2 - V_1^2 = \frac{2q}{m}(\varphi_B - \varphi_\infty) \quad \underline{\underline{q = -|q|}}$$

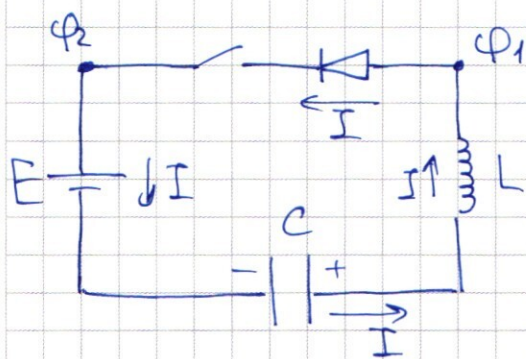
$$= -2 \frac{|q|}{m} \cdot \frac{U}{2} = -\sigma U = -\frac{5}{8} V_1^2$$

$$V_0^2 = \frac{3}{8} V_1^2 ; \quad V_0 = \sqrt{\frac{3}{8}} V_1$$

Отв: $\sigma = \frac{5}{8} \frac{V_1^2}{d}$; $T = \frac{16d}{5V_1}$; $V_0 = \sqrt{\frac{3}{8}} V_1$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4



Ток может течь лишь в сторону, указанную на рисунке. Тогда

$$\Phi_1 - \Phi_2 = -LI + U - E$$

$$\dot{q} = -I; q = CU; -L\dot{I} = LC\ddot{U}$$

У ВАХ тогда $\Phi_1 - \Phi_2 = U_0$

$$LC\ddot{U} + U - (E + U_0) = 0$$

$$\frac{d^2}{dt^2} (U - (E + U_0)) + \frac{1}{LC} (U - (E + U_0)) = 0 - \text{уравнение гармонических колебаний}$$

Пусть $\beta = U - (E + U_0)$; $\ddot{\beta} + \omega^2 \beta = 0$, где

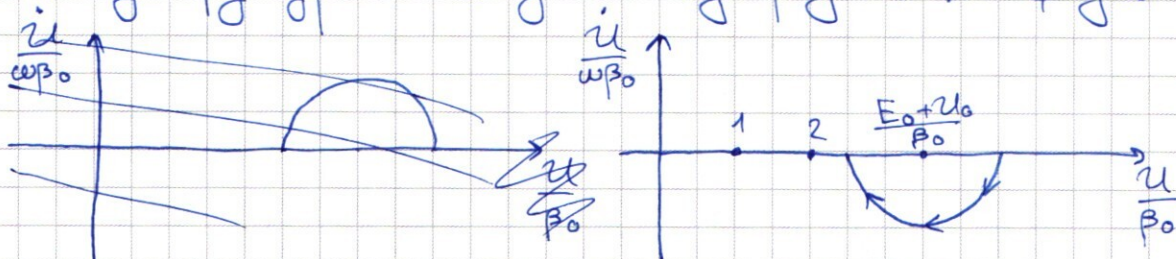
$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{10 \text{ нФ} \cdot 0,4 \text{ Гн}}} = \frac{1}{2 \text{ нс}} = 500 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$\beta = \beta_0 \cdot \cos(\omega t); \dot{\beta} = -\omega \beta_0 \sin \omega t$$

$$U = E_0 + U_0 + \beta_0 \cos(\omega t); \dot{U} = -\omega \beta_0 \sin \omega t$$

$$\frac{U}{\beta_0} = \frac{E_0 + U_0}{\beta_0} + \cos(\omega t); \frac{\dot{U}}{\omega \beta_0} = -\sin \omega t$$

Эту пару уравнений удобно изобразить на фазовой плоскости.



$$\beta_0 = \beta|_{t=0} = U|_{t=0} - E - U_0 = 9 \text{ В} - 6 \text{ В} - 1 \text{ В} = 2 \text{ В}$$

$$\frac{E_0 + U_0}{\beta_0} = \frac{6 \text{ В} + 1 \text{ В}}{2 \text{ В}} = \frac{7}{2}$$

$$\dot{I} = -\ddot{q} = -C\ddot{U} = -C\ddot{\beta} = \omega^2 C \beta = \frac{\beta}{L}$$

$$\dot{I}|_{t=0} = \frac{\beta|_{t=0}}{L} = \frac{\beta_0}{L} = \frac{2\beta}{0.4 \text{ Гн}} = 5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$I \sim -\dot{U}$, максимальный ток достигается в нижней точке полуокружности; $\sin(\omega t) = 1$

$$\underline{I_{\max}} \Rightarrow I = -\dot{q} = -C\dot{U}$$

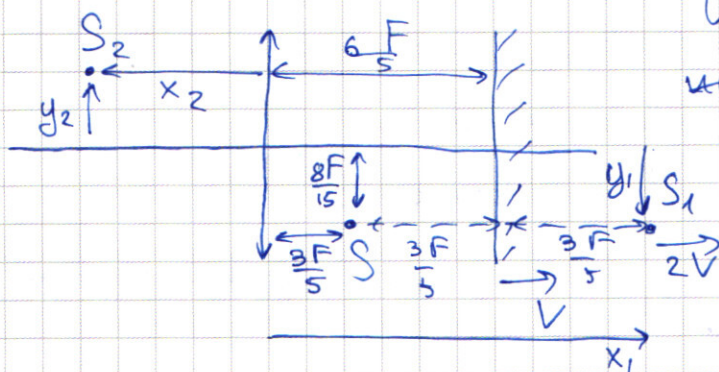
$$I_{\max} = -C(-\omega\beta_0) = \omega C \beta_0 = 500 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \cdot 10 \text{ нФ} \cdot 2\beta = 10 \text{ мА}$$

Установившееся напряжение соответствует левой точке полуокружности, так как продолжение ее до окружности выдает отрицательный ток, что из-за диода невозможно

$$U_2 = U_{\text{уст}} = E + U_0 - \beta_0 = 6 \text{ В} + 1 \text{ В} - 2 \text{ В} = 5 \text{ В}$$

$$\text{Д-б: } \dot{I}|_{t=0} = 5 \frac{\text{А}}{\text{с}}; I_{\max} = 10 \text{ мА}; \frac{U_{\text{уст}}}{U_2} = 5 \text{ В}$$

Задача 5



У геометрических соображений (см. рис) что мнимый источник S_1 находится на расстоянии $\frac{9F}{5}$ от линзы и движется со скоростью $2V$ от нее

$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} = \frac{1}{F}; \quad \frac{y_1}{x_1} = \frac{y_2}{x_2}$$

$$1 + \frac{x_1}{x_2} = \frac{x_1}{F}; \quad 1 + \frac{y_1}{y_2} = \frac{x_1}{F}$$

$$\frac{\dot{x}_1}{x_1^2} + \frac{\dot{x}_2}{x_2^2} = 0 \Rightarrow \dot{x}_2 = -\dot{x}_1 \left(\frac{x_2}{x_1} \right)^2; \quad y_1 = \text{const} \Rightarrow -\frac{y_1 \dot{y}_2}{y_2^2} = \frac{\dot{x}_1}{F}$$

$$\dot{y}_2 = -y_1 \dot{x}_1 \frac{1}{F} \left(\frac{y_2}{y_1} \right)^2$$

$$\frac{1}{x_2} = \frac{1}{F} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{F} - \frac{5}{9F} = \frac{4}{9F} \Rightarrow x_2 = \frac{9F}{4}; \quad \frac{x_2}{x_1} = \frac{y_2}{y_1} = \frac{\frac{9F}{4}}{\frac{9F}{5}} = \frac{5}{4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\dot{x}_2 = -2V \quad \frac{25}{4} = -\frac{25}{2}V \quad (\dot{x}_1 = 2V)$$

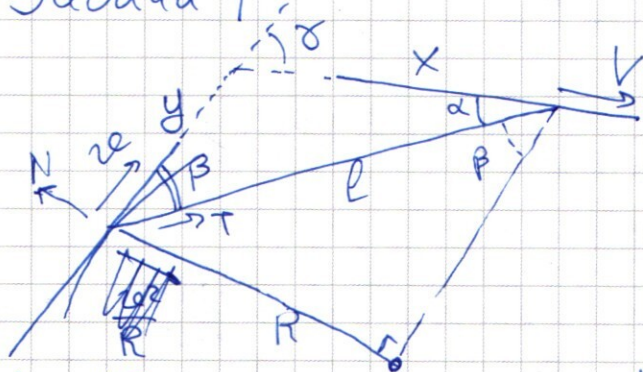
$$\dot{y}_2 = -\frac{8F}{15} \cdot 2V \cdot \frac{1}{F} \cdot \frac{25}{4} = -\frac{4 \cdot 5}{3}V$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\dot{y}_2}{\dot{x}_2} = \frac{\frac{4 \cdot 5}{3}}{\frac{5 \cdot 5}{2}} = \frac{8}{15}$$

$$v = \sqrt{\dot{x}_2^2 + \dot{y}_2^2} = V \sqrt{\frac{25 \cdot 25}{4} + \frac{16 \cdot 25}{9}} = 5V \sqrt{\frac{225 + 160}{36}} = \frac{5V}{6} \sqrt{385} =$$

Отв: $x_2 = \frac{9F}{4}$; $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15}$; $v = \frac{5\sqrt{385}}{6}V$

Задача 1



$$l = \frac{17R}{15} \quad V = 2 \frac{m}{s}$$

$$R = 1,9m \quad \cos \alpha = \frac{4}{5}; \sin \alpha = \frac{3}{5}$$

$$m = 0,4kg \quad \cos \beta = \frac{8}{17}; \sin \beta = \frac{15}{17}$$

$$v = ?; \quad v_{\text{осн}} = ?; \quad T = ?$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta =$$

$$= \frac{4 \cdot 8 - 3 \cdot 5}{5 \cdot 17} = \frac{32 - 15}{5 \cdot 17} =$$

$$= -\frac{13}{5 \cdot 17}; \quad \sin(\alpha + \beta) = \frac{8 \cdot 4}{5 \cdot 17} + \frac{3 \cdot 15}{5 \cdot 17} = \frac{84}{5 \cdot 17}$$

Чтобы длина троса сохранялась, необходимо равенство проекций скорости его на содержащую его грань скорости его концов

$$V \cos \alpha = v \cos \beta; \quad v = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} =$$

$$= 2 \frac{m}{s} \cdot \frac{4 \cdot 17}{5 \cdot 8} = \frac{17}{5} \cdot \frac{m}{s} = 3,4 \frac{m}{s}$$

Заметим, что угол σ между векторами $\vec{v}$ и $\vec{l}$; $\sigma = \alpha + \beta$ как внешний; $\cos \sigma = -\frac{13}{5 \cdot 17}$

Скорость относительно муфты найдем как

$$v_{отн} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cos \alpha} = \sqrt{v^2 + v^2 - 2vv \cos \alpha} =$$

$$= \sqrt{\left(\frac{2M}{c}\right)^2 + \left(\frac{17M}{5c}\right)^2 - 2 \cdot \frac{2M}{c} \cdot \frac{17M}{5c} \cdot \left(-\frac{13}{5 \cdot 17}\right)} = \frac{21}{5} \frac{M}{c} = 4,2 \frac{M}{c}$$

Движется по окружности, кольцо имеет нормальное ускорение $\frac{v^2}{R}$. Запишем э.и. в проекции на радиус

$$m \frac{v^2}{R} = T \cdot \sin \beta = N, \text{ если } N \text{ действует наружу}$$

Заметим $\frac{R}{c} = \sin \beta \rightarrow$ можно построить прямоугольную

трапецию, как на рисунке. Обозначим x и y , как на рисунке.

$$\text{Тогда } x \sin \alpha = y \sin \beta, \quad y \cos \alpha = x \cos \beta$$

$$y \cos \beta + x \cos \alpha = 0 \quad (\text{трес не растягивается})$$

$$\ddot{x} = 0 \rightarrow \ddot{y} \cos \beta + \ddot{y} (-\sin \beta) \beta + \ddot{x} (-\sin \alpha) \alpha = 0$$

$$\dot{\alpha} + \dot{\beta} = 0 \rightarrow \ddot{y} = \dot{\alpha} \cos \beta \quad (\dot{x} \sin \alpha = \dot{y} \sin \beta)$$

$$\dot{y} = -v$$

$$\dot{x} = v$$

$$x \cos \alpha \dot{\alpha} + \dot{x} \sin \alpha = y \cos \beta \dot{\beta} + \dot{y} \sin \beta$$

$$\dot{\alpha} = \frac{\dot{y} \sin \beta - \dot{x} \sin \alpha}{x \cos \alpha + y \cos \beta}$$

$$x \sin \alpha = R; \quad x = \frac{R}{\sin \alpha} = \frac{19M}{\frac{84}{5 \cdot 17}} = \frac{19 \cdot 17 \cdot 5}{20 \cdot 84} M = \frac{16,21}{16,21} M =$$

$$y = l \cos \alpha = l \cos \beta - x \cos \alpha = \frac{17}{15} \cdot \frac{19}{20} - \frac{8}{17} M = \frac{19 \cdot 17}{16,21} \cdot \left(-\frac{13}{5 \cdot 17}\right) =$$

$$= \frac{19M}{20} \left(\frac{8}{15} - \frac{13}{84} \right)$$

$$x = \frac{R}{\sin \alpha} \approx \frac{1,9M}{0,98} \approx 2M; \quad y = R \left(\frac{1}{\tan \beta} + \frac{1}{\tan \alpha} \right) =$$

$$= 1,9M \left(\frac{8}{15} + \frac{13}{84} \right) = 1,9M (0,5333 + 0,130) = 1,9M \cdot 0,6633 = 1,26M$$

$$\dot{\alpha} = \frac{v}{l} = \frac{4,2 \frac{M}{c}}{1,26M} = \frac{42 \cdot 15}{17 \cdot 19} \frac{1}{c} \quad (\text{перейдем в систему отсчета муфты})$$

$$-\dot{\alpha} = \frac{4,2 \frac{M}{c}}{1,26M} = \frac{42 \cdot 15}{17 \cdot 19} \frac{1}{c} \quad (\text{подумайте, а } \alpha \text{ убывает})$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned}
 -\ddot{y} &= \dot{\alpha} \frac{1}{\cos \beta} (\dot{x} \sin \alpha - \dot{y} \sin \beta) = \\
 &= \frac{\omega_{\text{отн}}}{l} \frac{1}{\cos \beta} (V \sin \alpha + \omega \sin \beta) = \\
 &= \frac{42 \cdot 15}{12 \cdot 19} \cdot \frac{17}{8} \left(2 \cdot \frac{3}{5} + \frac{17}{5} \cdot \frac{15}{17} \right) \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \\
 &= \frac{21 \cdot 15}{4 \cdot 19} \left(\frac{6}{5} + \frac{15}{5} \right) \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{21^2 \cdot 3}{4 \cdot 19} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \\
 \dot{\omega} &= -\ddot{y} = + \frac{21^2 \cdot 3}{4 \cdot 19} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}
 \end{aligned}$$

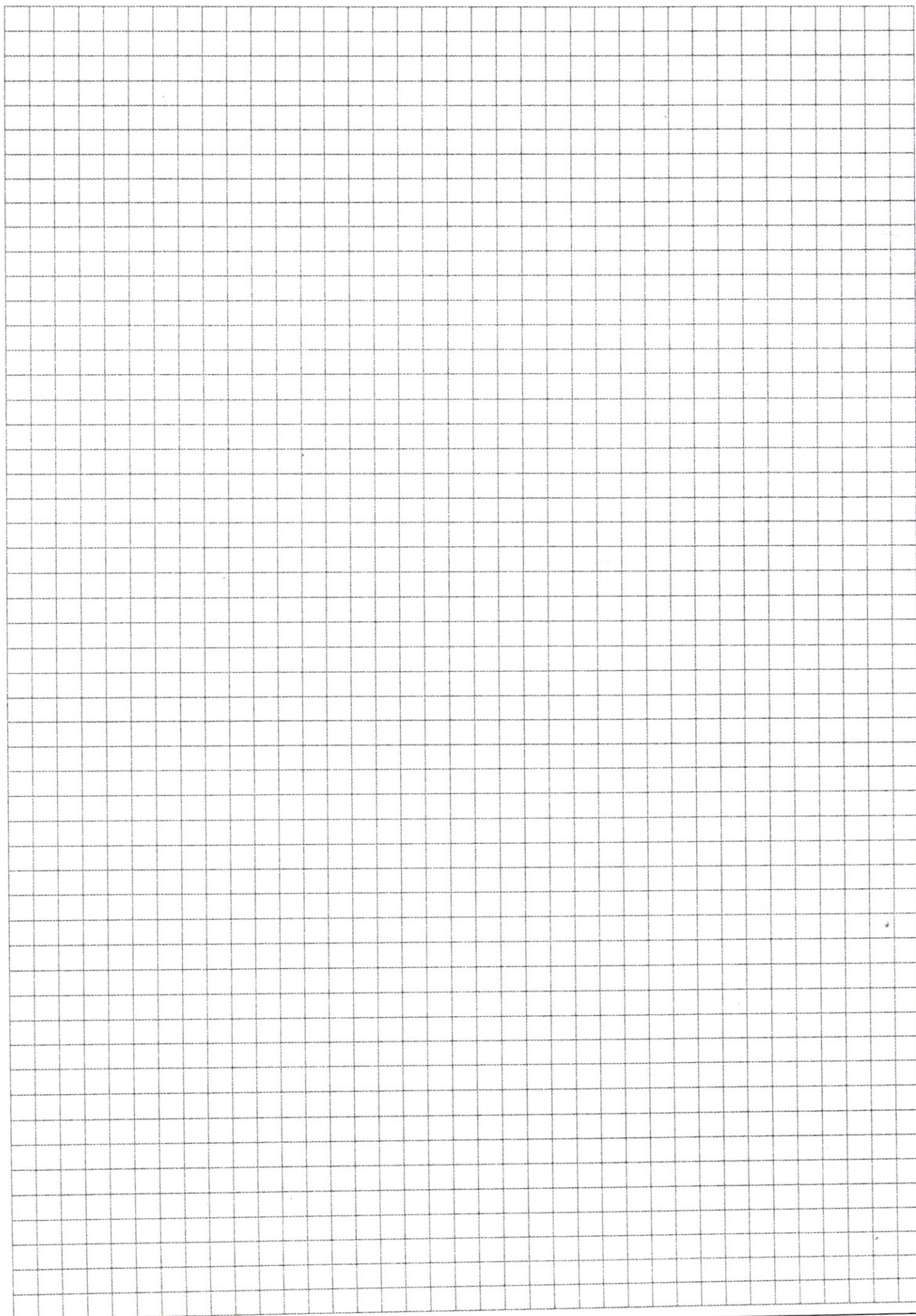
Рассмотрим условие тангенциальной компоненты скорости кольца через 2 г Ньютона

$$m \dot{\omega} = T \cdot \cos \beta + N \cdot \cos 90^\circ$$

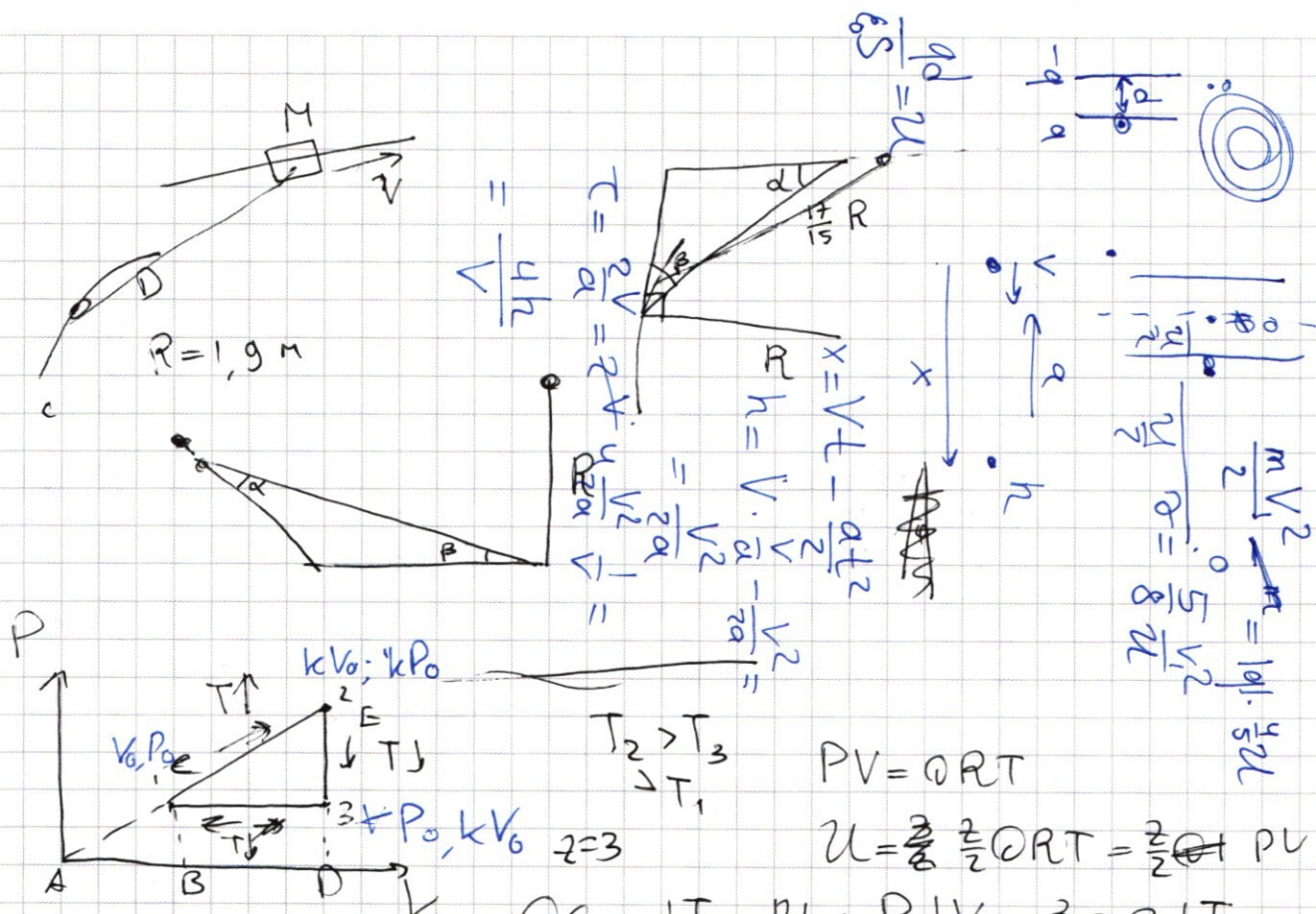
$$T = \frac{m \dot{\omega}}{\cos \beta} = 0,4 \text{ кг} \cdot \frac{17}{8} \cdot \frac{21^2 \cdot 3}{4 \cdot 19} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{17 \cdot 21^2 \cdot 3}{80 \cdot 19} \frac{\text{нм}}{\text{с}^2} \approx$$

$$\approx \frac{440 \cdot 50}{80 \cdot 18} \text{ н} = \frac{8800}{80 \cdot 18} \text{ н} = \frac{110}{18} \text{ н} = 6,11 \text{ н}$$

$$O+B: \omega = 3,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \omega_{\text{отн}} = 4,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}; T = 6,11 \text{ н}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{P}{P_0} = \frac{V}{V_0}$$

$$A = S_{ADE} - S_{ABC} = \frac{P_2 V_2}{2} - \frac{P_1 V_1}{2} = \frac{1}{2} n R \Delta T_{2+12}$$

$$A = \frac{(P_2 - P_3)(V_2 - V_1)}{2} =$$

$$= \frac{P_2 V_2 - P_3 V_3 + P_1 V_1 - P_2 V_1}{2}$$

$$A = \frac{1}{2} (k-1) P_0 \cdot (k-1) V_0 = \frac{1}{2} P_0 V_0 (k-1)^2$$

$$\eta = \frac{(k-1)^2}{2(k^2-1)} = \frac{k-1}{2(k+1)} = \frac{k+1-2}{2(k+1)} = \frac{1}{2} - \frac{1}{k+1} \leq \frac{1}{2}$$

$$PV = nRT$$

$$U = \frac{3}{8} \frac{7}{2} RT = \frac{21}{16} PV$$

$$nC_{23}dT = dU + PdV = \frac{3}{2}nRdT$$

$$C_{13} dT = \frac{Z}{2} C_R dT + C_R dT = \frac{Z+2}{2} C_R dT$$

$$\frac{C_{13}}{C_{23}} = \frac{5}{3} = 2$$

$$\delta U = \frac{3}{2} nR \Delta T_{12}$$

$$\frac{\Delta U}{A} = 3 \quad Q_+ = DR \Delta T_{12} = (k^2 - 1) P_0 V_0$$

$$\begin{array}{r} 0.08 \\ 0.09 \\ 0.05 \\ \hline 0.18 \\ 0.18 \\ \hline 0.36 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 58 \\ 18 \\ \hline 76 \end{array}$$

$$\frac{3.63}{3.63} + 1 = 1 + \frac{3.63}{3.63}$$

$$1.8^2 - 1 = 3.64 - 1 = 3.63$$

$$19.17 = 11.61$$

$$\begin{array}{r} 19.17 \\ 08 \\ 092 \\ 130 \\ \hline 184 \end{array}$$

$$\frac{y}{h} = \frac{x_2}{x_1} ; \frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} = \frac{1}{F} ; X_1 = \frac{9F}{5}$$

$$1 + \frac{x_1}{x_2} = \frac{x_1}{F} ; 1 + \frac{h}{y} = \frac{x_1}{F}$$

$$\dot{y} = \frac{2V}{hF} \cdot y^2$$

$$\frac{\dot{x}_1}{x_1^2} + \frac{\dot{x}_2}{x_2^2} = 0$$

$$h \frac{\dot{y}}{y^2} = \frac{2V}{\sqrt{5}}$$

$$\operatorname{tg} \alpha =$$

$$\dot{x}_2 = - \left(\frac{x_2}{x_1} \right)^2 \dot{x}_1 = 2V$$

$$\begin{array}{r} 8885010 \\ 15 \\ \hline 8 \end{array}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\dot{y}}{\dot{x}_2} = - \frac{\frac{2Vh}{F} \cdot \frac{x_2^2}{x_1^2}}{\left(\frac{x_2}{x_1} \right)^2 \cdot 2V} = - \frac{h}{F} = - \frac{3}{5}$$

$$y = u \sin \alpha ; \dot{x} = u \cos \alpha$$

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

$$1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{1}{\sin^2 \alpha}$$

$$9 \ 8 \ 0 \ 1$$

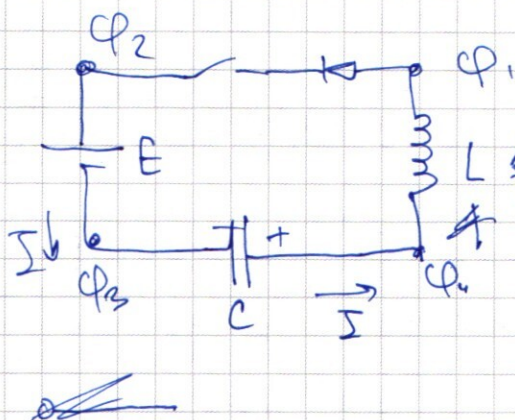
$$\begin{array}{r} 96 \\ 96 \\ 96 \\ 96 \\ \hline 384 \end{array}$$

$$\sin \alpha = \frac{34}{9} \sqrt{\frac{9}{134}} = \frac{3}{\sqrt{134}}$$

$$\frac{t \cdot 5}{h \cdot 8} ; \frac{t \cdot 5}{0.9 + h \cdot 2} = \frac{t \cdot 5}{5 \cdot 1 + h \cdot 8} = \frac{t \cdot 5}{5 + 8h}$$

$$= \sin \alpha \cos \alpha + \cos \alpha \sin \alpha = \sin(\alpha + \alpha) = \sin 2\alpha$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\sqrt{385} = 19.62$$

$$385 = 5.77$$

$$I = -\dot{q} = -C\dot{U}$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = E$$

$$\varphi_3 - \varphi_4 = -U$$

$$\varphi_4 - \varphi_1 = L\dot{I}$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = E - U + L\dot{I}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U - E - L\dot{I} = U_0$$

$$\frac{d}{dt}U + L\ddot{q} = E + U_0$$

$$\frac{d}{dt}U + \ddot{q} = \frac{E + U_0}{L}$$

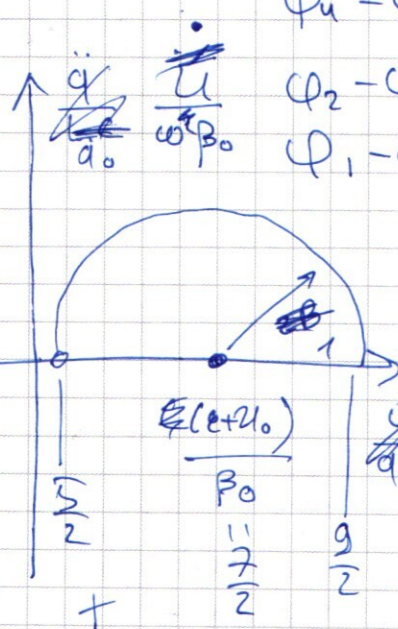
$$E = 6 \text{ В}$$

$$C = 10 \text{ нФ} = 10 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} = 10^{-8} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 9 \text{ В}$$

$$L = 0,4 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$



$$\frac{1}{LC} (q - C(E + U_0)) + \ddot{q} = 0$$

$$\frac{1}{LC} (U - (E + U_0)) + \ddot{U} = 0$$

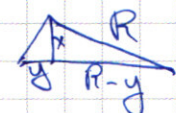
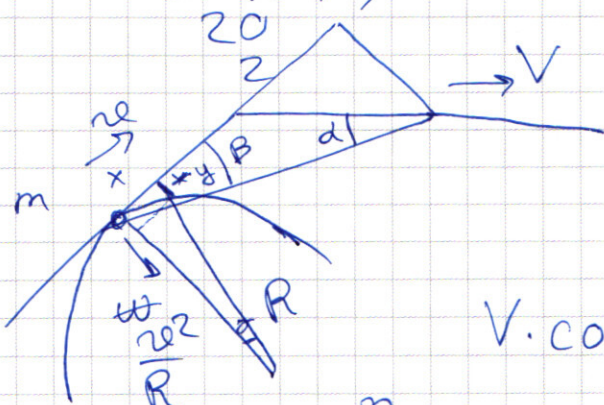
$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}; I_{\max} = \beta \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

$$\beta_0 = 9 - 6 - 1 = 2 \text{ В}$$

$$\frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{10^{-8} \cdot 0,4}} = \frac{1}{\sqrt{10^{-6} \cdot 4}} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-3}} = 500 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

110

110	18
-108	6,1,1



$$x^2 + R^2 - 2yR + y^2 = R^2$$

$$1 - \frac{y^2}{R^2} = \frac{y^2}{R^2}$$

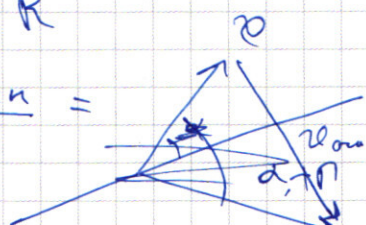
$$V \cdot \cos \alpha = v \cos \beta$$

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

$$\sin \beta = \frac{15}{17}$$

$$T = m \frac{v^2}{\rho} =$$

$$= 0,4 \cdot \frac{4,22}{1} =$$

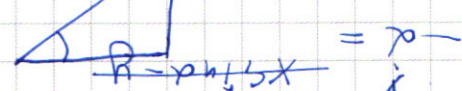


$$T \cdot \sin \beta = m \frac{v^2}{R}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} =$$

$$= \frac{32 - 45}{5 \cdot 17} = -\frac{13}{5 \cdot 17}$$

$$\frac{\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta}{\cos \alpha \cos \beta} = \frac{\cos(\alpha + \beta)}{\cos \alpha \cos \beta} =$$



$$= \frac{13}{25} =$$

$$= \frac{100 + 289 + 52}{25} =$$

$$x \cos \alpha = y \cos \beta$$

$$x \sin \alpha = y \sin \beta$$

$$\frac{x \cos \alpha}{x \sin \alpha} = \frac{y \cos \beta}{y \sin \beta}$$

$$\frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{\cos \beta}{\sin \beta}$$

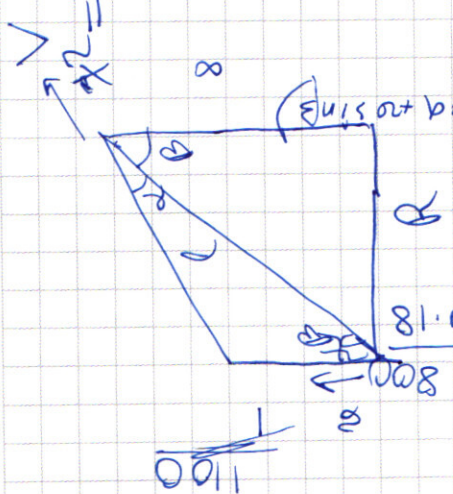
$$\cot \alpha = \cot \beta$$

$$-\frac{x \cos \alpha}{x \sin \alpha} = -\frac{y \cos \beta}{y \sin \beta}$$

$$\frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{\cos \beta}{\sin \beta}$$

$$V \cos \beta + v \cos \alpha = V \cos \alpha$$

$$v \sin \alpha = V \sin \beta$$



$$\frac{100 \cdot 19}{80 \cdot 18} \approx$$

$$12 \cdot 12 = 144$$

