

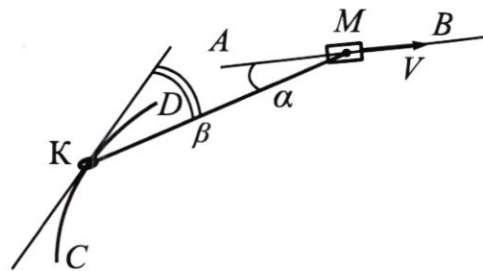
Олимпиада «Физтех» по физике, с

Вариант 11-02

Класс 11

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 3/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



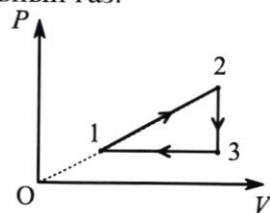
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 количества теплоты, полученной газом, 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. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0,2d$ от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.

2) Найдите напряжение U на конденсаторе.

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.

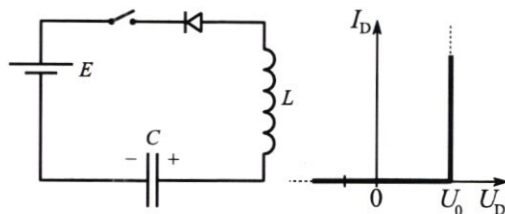
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

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.

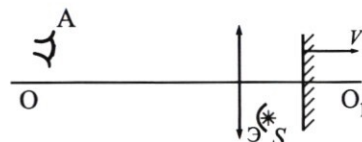


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

Решение

1) Пусть скорость кольца равна U , она направлена по касательной к окружности, по которой движется кольцо.

По закону "палки": проекция скорости обеих тел на нить будут равны:

$$V \cdot \cos \alpha = U \cdot \cos \beta \Rightarrow U = \frac{V \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{40 \cdot 3 \cdot 17}{5 \cdot 8} = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

2)

$U_0 = U - V$

$U_0 = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

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

$\cos \beta = \frac{8}{17}$

$R = \frac{17R}{15}$

$V = 40 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

$R = 1,7 \text{ м}$

$m = 1 \text{ кг}$

1) $U - ?$

2) $U_0 - ?$

3) $T - ?$

Теорема косинусов:

$$U_0^2 = V^2 + U^2 - 2U \cdot V \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta = \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \sqrt{1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{8}{17}\right)^2}$$

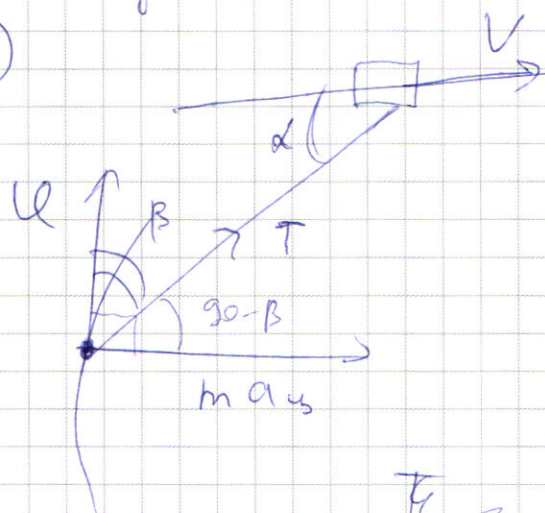
$$= \frac{3 \cdot 8}{5 \cdot 17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = -\frac{36}{5 \cdot 17}$$

$$U_0 = \sqrt{40^2 + 51^2 + \frac{2 \cdot 8 \cdot 40 \cdot 51 \cdot 36}{5 \cdot 17}} = \sqrt{40^2 + 51^2 + 2 \cdot 8 \cdot 36} =$$

$$= \sqrt{1600 + 2601 + 6 \cdot 8 \cdot 36} = \sqrt{4201 + 1728} = \sqrt{5929} =$$

$$= \sqrt{7^2 \cdot 11^2} = 7 \cdot 11 = 77 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

3)



Зарядку II З.К. на ось

"ma_y"

$$ma_y = T \cdot \cos(90 - \beta) = T \cdot \sin \beta$$

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

$$T = \frac{1 \cdot 51^2 \cdot 17}{100^2 \cdot 15} = \frac{2 \cdot 51^2}{15} =$$

$$= 2 \cdot 17 \cdot 51 = 102 \cdot 17 =$$

$$T = \frac{1 \cdot 51^2 \cdot 17}{100^2 \cdot 170 \cdot 15} = \frac{51^2}{100^2 \cdot 10 \cdot 15} = \frac{2601}{15} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$

$$T = 173,4 \cdot 10^{-5} \text{ Н} = 1734 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$

Ответ: 1) $U = 51 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $U_0 = 77 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3) $T = 1734 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) температура увеличивается
в процессах (2-3) и (3-1)
это видно если провести
изотермы на графике.
Поскольку нужно найти

$\frac{C_{23}}{C_{31}} = ?$

2-3) $Q_{23} = \Delta U_{23} + A = 0$
 $Q_{23} = \Delta U_{23}$
 $\cancel{\frac{3}{2} R \Delta T_{23}} = \frac{3}{2} \cancel{R \Delta T_{23}}$
 $C_{23} = \frac{3}{2} R$

3-1) $Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$
 $\cancel{\frac{3}{2} R \Delta T_{31}} = p(V_1 - V_3) + \frac{3}{2} \cancel{R \Delta T_{31}}$
 $\begin{cases} pV_1 = \nu R T_1 \\ pV_3 = \nu R T_3 \end{cases} \Rightarrow p(V_1 - V_3) = \nu R \Delta T_{31}$
 $\frac{3}{2} R \Delta T_{31} = \frac{5}{2} \cancel{R \Delta T_{31}}$
 $C_{31} = \frac{5}{2} R$

$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3 R \cdot 2}{2 \cdot 5 R} = \frac{3}{5}$

2) $\frac{Q_{12}}{A_{12}} = ?$

$A_{12} = \frac{(p_2 + p_1)(V_2 - V_1)}{2}$ (формула площади трапеции)
 $A_{12} = \frac{(p_2 V_2 - p_1 V_1 + p_1 V_2 - p_2 V_1)}{2}$

В данном процессе: $p = k \cdot V \Rightarrow p_1 = k \cdot V_1$
 $p_2 = k \cdot V_2$

$$A_{12} = \left(\frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2} + \frac{p_1 V_2 - p_2 V_1}{2} \right) = \frac{(p_2 V_2 - p_1 V_1)}{2}$$

$$p_1 \cdot V_2 = p_2 \cdot V_1$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + A_{12} \quad \Rightarrow \quad Q_{12} = 2(p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\nu R (T_2 - T_1) = p_2 V_2 - p_1 V_1$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{2(p_2 V_2 - p_1 V_1) \cdot 2}{(p_2 V_2 - p_1 V_1)} = 4$$

$$3) \quad \eta = \frac{A}{Q_T} \quad A = A_{12} - A_{13}$$

$$Q_T = Q_{12} = 4 A_{12} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{следует из пункта} \\ \text{№ 2} \end{array} \right.$$

$$\eta = \frac{A_{12} - A_{13}}{4 A_{12}} = \frac{1}{4} - \frac{A_{13}}{4 A_{12}}$$

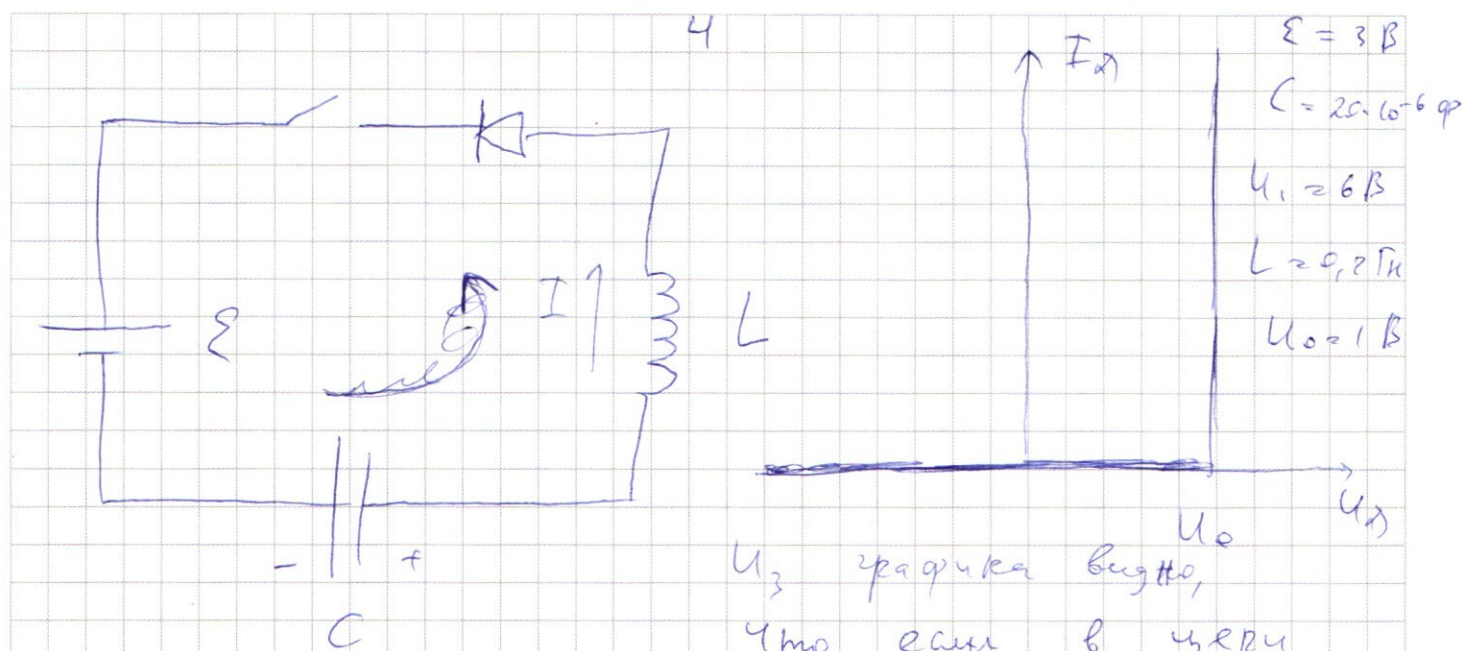
Значит, что предельно возможное максимальное
 $KP \propto \eta = \frac{1}{4}$ при условии, что $\frac{A_{13}}{4 A_{12}} \approx 0$
 (25%)

Ответ: 1) $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$

2) $\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4$

3) $\eta_{\text{максимально предельно возможное}} = 25\%$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



U_3 зарядка будет,
 что если в цепи
 появится ток, то напряжение
 на диоде будет равно U_0

1) Запишу I закон Кирхгофа:

т.к. напряжение вначале на "C" больше
 чем на "E", то сначала ток пойдет
 против "E".

$$U_1 - E = L \dot{I}_1 \quad (\text{я же учитываю}$$

$$\dot{I}_1 = \frac{U_1 - E}{L} \quad \text{напряжение на диоде,}$$

$$\text{потому что ток еще}$$

$$\text{не появился})$$

$$\dot{I}_1 = \frac{3,5}{1} = 15 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) Теперь на диоде напряжение будет равно U_0

Закон I Кирхгофа ~~весь ток идет~~

~~на диод~~, я учитываю, что

напряжение на C емк,е больше чем $(\mathcal{E} + U_0)$

1 закон Кирхгофа: $U_C - \mathcal{E} - U_0 = L \dot{I}$

$$\dot{I} = \frac{U_C - \mathcal{E} - U_0}{L}$$

Видно что если $\dot{I}$ больше нуля, то и сам ток будет увеличиваться, значит максимальный ток будет в момент когда $\dot{I} = 0$

$$U_C = \mathcal{E} + U_0 = 4$$

$$U_C = \frac{q_1}{C} = \mathcal{E} + U_0 \Rightarrow q_1 = 4 \cdot 20 \cdot 10^{-6} = 80 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$\text{начальный заряд } q_0 = U_0 \cdot C = 6 \cdot 20 \cdot 10^{-6} = 120 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$\text{ЗСЭ: } A\mathcal{E} = \cancel{W_{L1}} (W_{L2} - W_{L1}) + (W_{C2} - W_{C1})$$

$$\mathcal{E} \cdot (q_1 - q_0) = \frac{L \dot{I}^2}{2} + \frac{U_C^2 C}{2} - \frac{U_0^2 C}{2}$$

$$\dot{I}_{\max}^2 = \frac{2\mathcal{E}(q_1 - q_0) + U_1^2 C - U_0^2 C}{L}$$

$$\dot{I}^2 = \frac{2 \cdot 3 \cdot 40 \cdot 10^{-6} + (36 - 16) \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{5}$$

$$= \frac{10^{-6} (6 \cdot 40 + 20 \cdot 20) \cdot 5}{1} = 5 \cdot 10^{-6} (240 + 400) = 3200 \cdot 10^{-6} = 32 \cdot 10^{-4} \text{ А}^2$$

$$\dot{I}_{\max} = \sqrt{32 \cdot 10^{-4}} = 4 \cdot 10^{-2} \sqrt{2} \text{ А} \approx 5,64 \cdot 10^{-2} \text{ А}$$

~~Несомненно видно что ток будет максимальным~~

~~В данной цепи есть и C и L , поэтому будут происходить колебания, а это значит, что когда напряжение~~

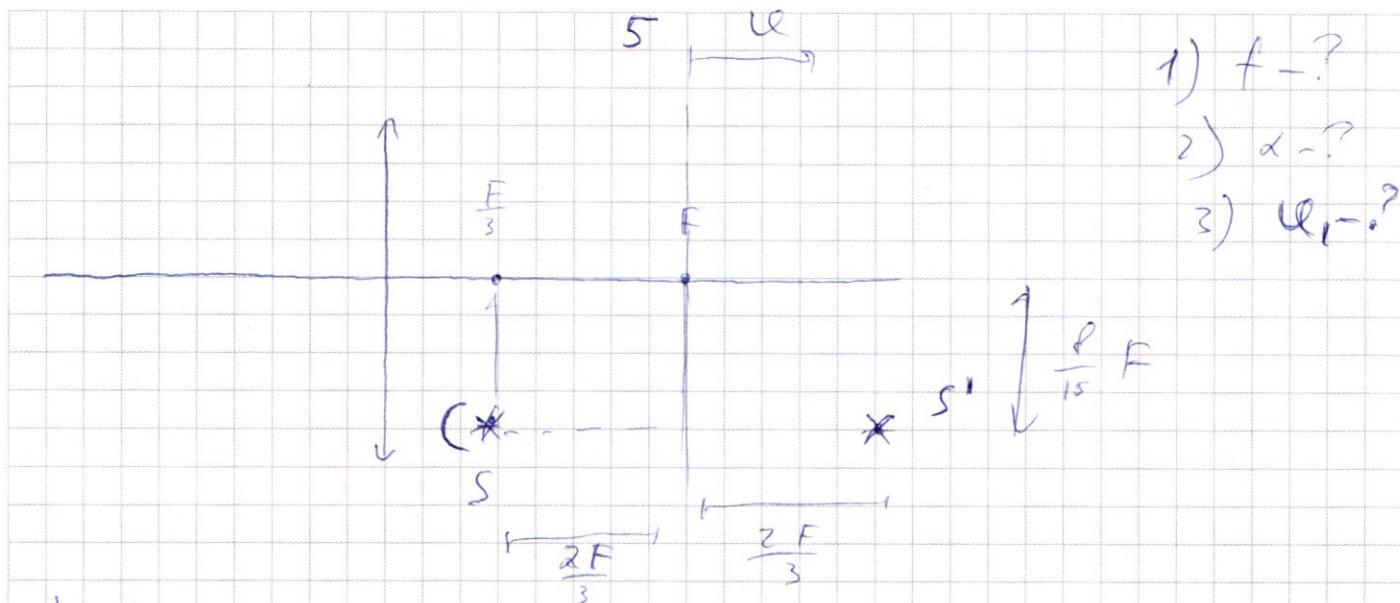
3) когда-нибудь ток в цепи исчезнет, $\dot{I} = 0$ $I = \text{const} = 0$

т.е. $U_L = L \dot{I} = 0$, а раз тока не будет, то

$$U_C = 0, \text{ т.е. установившееся } U_C = \mathcal{E}$$

Ответ: 1) $\dot{I} = 15 \frac{\text{А}}{\text{с}}$ 2) $I_{\max} = 5,64 \cdot 10^{-2} \text{ А}$; 3) $U_C = \mathcal{E}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



- 1) f - ?
- 2) α - ?
- 3) φ - ?

1) ~~всегда~~ П.к. напрямую нельзя увидеть источник S , лучи в глаз человека будут показывать отраженные от зеркала. Можно представить как будет источник S переходить в свою двойника в зеркале, каково же расстояние от зеркала:

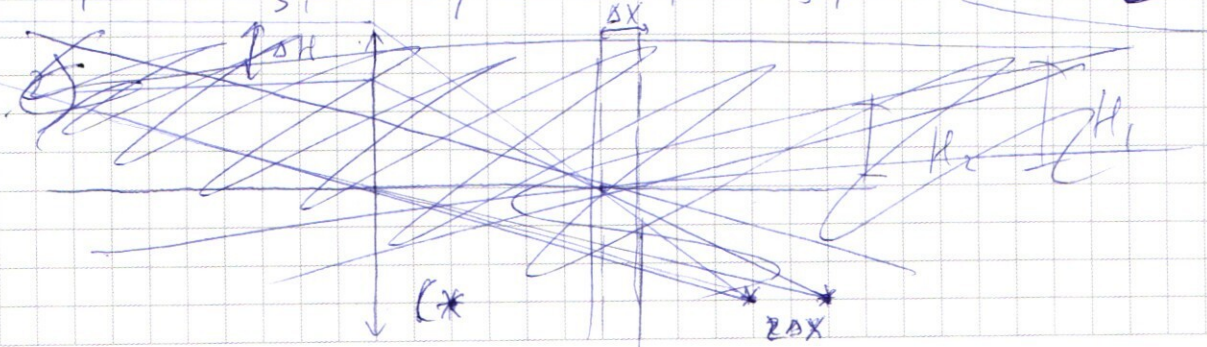
Формула линзы для S' :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$d = F + \frac{2F}{3} = \frac{5F}{3}$$

$$\left. \begin{aligned} F - \frac{F}{3} &= \\ &= \frac{2F}{3} \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{3}{5F} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{5F} \Rightarrow f = \frac{5F}{2}$$



Предположим, что за какое-то очень маленькое время Δt зеркало переместилось на расстояние $u \cdot \Delta t = \Delta x$, тогда S' переместилось на $2 \Delta x$
 и мы найдем Δf

Предположим, что за какое-то очень маленькое Δt зеркало сместилось на $\Delta x = u \Delta t$, тогда S' переместилось на $2 \Delta x$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{\frac{5F}{3} + 2\Delta x} = \frac{1}{f_1} + \frac{3}{5F + 6\Delta x}$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{2F + 6\Delta x}{F(5F + 6\Delta x)} \Rightarrow f_1 = \frac{F(5F + 6\Delta x)}{2F + 6\Delta x}$$

$$\Delta f = |f_1 - f| = \frac{F(5F + 6\Delta x)}{2(F + 3\Delta x)} - \frac{5F}{2} =$$

$$= \frac{5F^2 + 6F\Delta x - 5F(F + 3\Delta x)}{2(F + 3\Delta x)} = \frac{6F\Delta x - 15F\Delta x}{2(F + 3\Delta x)} = \frac{9F\Delta x}{2(F + 3\Delta x)}$$

Теперь найдем ΔH :

Из геометрии.

$$\Delta H = H_1 - H_2$$

$$\frac{H_1}{8F} = \frac{F \cdot 3}{5F}$$

$$H_1 = \frac{8F \cdot 3}{15 \cdot 5} = \frac{8F}{25}$$

$$\frac{H_2}{8F} = \frac{F + \Delta x}{\frac{5F}{3} + 2\Delta x} = \frac{3(F + \Delta x)}{5F + 6\Delta x}$$

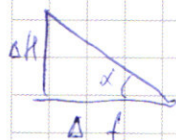
$$H_2 = \frac{(F + \Delta x) 8F}{5(5F + 6\Delta x)}$$

$$\Delta H = \frac{8F}{25} - \frac{8F(F + \Delta x)}{5(5F + 6\Delta x)} =$$

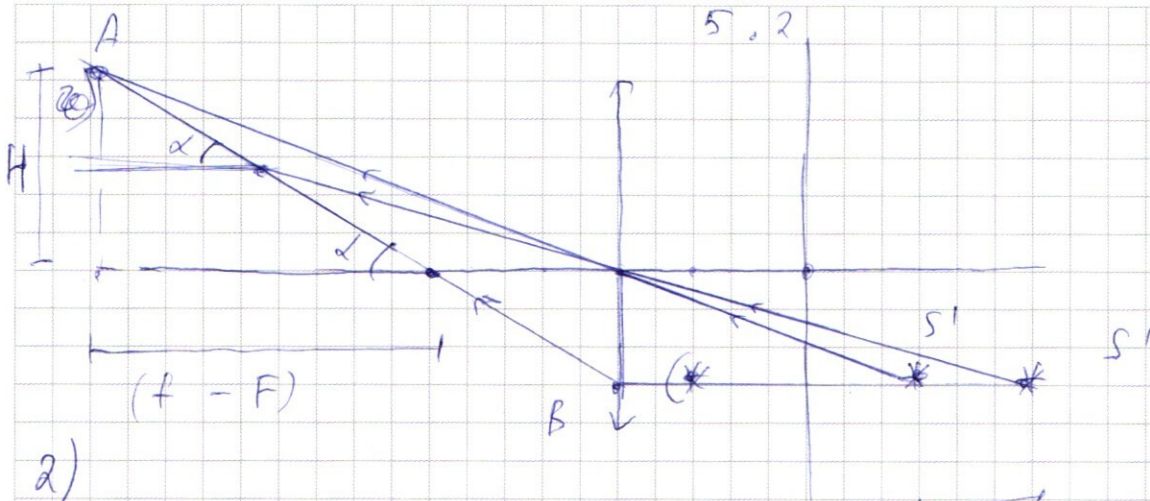
$$= \frac{8F(5F + 6\Delta x) - 40F(F + \Delta x)}{25(5F + 6\Delta x)} =$$

$$= \frac{40F\Delta x - 40F\Delta x}{25(5F + 6\Delta x)} = \frac{8F\Delta x}{25(5F + 6\Delta x)}$$

$$\tan \alpha = \frac{\Delta H}{\Delta f} = \frac{8F\Delta x \cdot (F + 3\Delta x)}{25(5F + 6\Delta x) \cdot 9F\Delta x} = \frac{8(F + 3\Delta x)}{9 \cdot 25(5F + 6\Delta x)}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



2)
~~Видно~~ Видно из построения
что если S' перенести на ка-
кое-то расстояние Δx , то его изобра-
жение будет тоже двигаться вдоль
прямой AB , зная α - угол между
 AB и горизонтом.

Зная H можно найти $\tan \alpha$, т.к. f уже
знаю.
Подобие:

$$\frac{H}{H + \frac{8}{15}F} = \frac{f}{f + d} = \frac{5F}{2 \cdot 5F + \frac{8}{15}F} = \frac{5F}{2 \left(\frac{5F}{2} + \frac{5F}{3} \right)} =$$

$$= \frac{5F \cdot 6}{2 \cdot 6 \cdot 5F} = \frac{8F \cdot 23}{2 \cdot 5 \cdot 5F} =$$

$$\frac{15H}{15H + 8F} = \frac{3}{5} \Rightarrow H = \frac{24}{30}F = \frac{4}{5}F$$

$$\tan \alpha = \frac{H}{f - F} = \frac{4F \cdot 2}{5(5F - 2F)} = \frac{4 \cdot 2}{5 \cdot 3} = \frac{8}{15}$$

3) Попробуем найти: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ U_x - скорость изобр
по оси X.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$$

Скорость $S' = 2U$

$$f = F \frac{d}{d-F}$$

Беру произвольную от обеих частей

$$U_x = F \left(\frac{2U}{(d-F)} - \frac{2U \cdot d}{(d-F)^2} \right) = \frac{F(2Ud - 2UF - 2Ud)}{(d-F)^2}$$

$$U_x = - \frac{2UF^2}{(d-F)^2}$$

$$U_x = \frac{-2UF^2 \cdot 9}{(5F-3F)^2} = \frac{-18U \cdot F^2}{4F^2} \quad \left. \begin{array}{l} d = \frac{5F}{3} \\ \text{из пункта} \\ \text{№1} \end{array} \right\}$$

$$U_x = - \frac{9U}{2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15}$$

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

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{\frac{64}{225} + 1}} = \frac{15}{\sqrt{289}} = \frac{15}{17}$$

$$U_{\text{изобр}} = U_{\text{ср}} = \frac{U_x}{\cos \alpha}$$

$$U_{\text{изобр}} = \frac{-9U \cdot 17}{2 \cdot 15} = - \frac{3U \cdot 17}{2 \cdot 5} = - \frac{51U}{10}$$

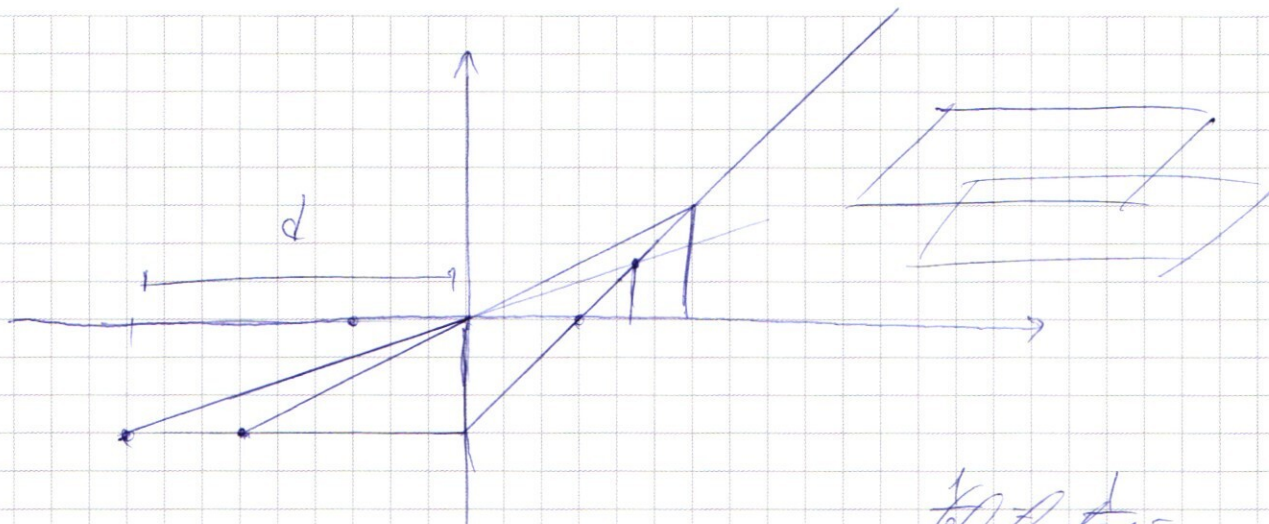
$$|U_{\text{изобр}}| = 5,1U$$

Ответ: 3) $|U_{\text{изобр}}| = 5,1U$

2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15}$

1) $f = \frac{5F}{2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd}$$

$$f = \frac{Fd}{d-F}$$

$$u_x = \frac{F(u)}{(d-F)} = \frac{d \cdot u}{(d-F)^2} = \frac{F(u d - F u - u d)}{(d-F)^2}$$

$$u_{x2} = \frac{F^2 u}{(d-F)^2}$$

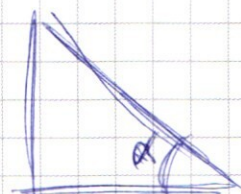
$$u_{x2} = \frac{F^2 u}{(d-F)^2}$$

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

$$\frac{1}{\cos^2 \gamma} = 1 + \tan^2 \gamma$$

$$\cos \gamma = \sqrt{\frac{1}{1 + \tan^2 \gamma}} = \sqrt{\frac{1}{\frac{64}{225} + 1}} = \frac{225}{225 + 64}$$

$$\frac{225}{64} = 3.515625$$



$$\frac{(2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 10^{-6} + 20 \cdot 10^{-6} \cdot 20) \cdot 5}{9} \rightarrow 20 \cdot 10^{-6} (2 \cdot 20 \cdot 10^{-6} + 20 \cdot 10^{-6} \cdot 20)$$

$$\rightarrow 100 \cdot 10^{-6} (2 \cdot 32 + 32 \cdot 10^{-4})$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{\frac{(5F+60X)F}{2(F+3AX)}} - \frac{\cancel{5F^2} + 15FX - \cancel{5F^2} - 6FX}{2(F+3AX)}$$
$$= \frac{9FX}{2(F+3AX)} \quad 3 \cdot 15k\Omega = 3 \cdot 15k\Omega = 38F$$
$$\frac{1}{f_1} = \frac{5F+60X-3F}{5F+60X} = \frac{2F+60}{5F+60}$$
$$3.0H = 24F$$

$U_2 = \frac{I_{all}}{d} = 30 A \cdot 24 F$

$\frac{1}{15} = \frac{1}{15}$
 $4 \cdot 1,41 \cdot 10^{-2}$
 $\frac{1,41}{4}$
 $\frac{5,64}{5}$
 $\frac{12}{15^2}$
 $\frac{6}{5}$

$$\frac{h}{p} = \frac{h}{f}$$

$$\left[\frac{H}{h} \quad \frac{f}{d} \right]$$

$$\frac{2F}{15(H + \frac{2}{15}F)} = \frac{2F}{2F + 5F}$$

$$\frac{2F \cdot 15}{15(15H + 2F)} = \frac{2}{7}$$

$$56F = 30K + 16F$$

$$30 \mu = 40 \text{ K}$$

$$\frac{4F}{3(5F-2F)} = \frac{4 \cdot 2F}{3 \cdot 3F} = \frac{8}{9}$$

$$\frac{1}{2(\frac{1}{2} + \frac{1}{3})} = \frac{1 \cdot 6}{2 \cdot 5} R = \frac{4}{3} F$$

$$30k = 40F$$

$$\frac{3}{5}$$

III этап найдем ΔH $\Delta H = H_1 - H_2$

поэтому:
$$\frac{H_1}{H_1 + \frac{8F}{15}} = \frac{F \cdot 3}{5F} = \frac{15H_1}{15H_1 + 8F}$$

$$45H_1 + 24F = 15 \cdot 15H_1$$

$$H_1 = \frac{24F}{15 \cdot 2} = \frac{12F}{15} = \frac{4F}{5}$$

$$\frac{H_2}{H_2 + \frac{8F}{15}} = \frac{15H_2}{15H_2 + 8F} = \frac{F + \Delta x}{\frac{5F}{3} + 2\Delta x} = \frac{3(F + \Delta x)}{5F + 6\Delta x}$$

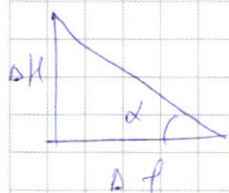
$$15 \cdot 5FH_2 + 6 \cdot 15H_2 \cdot \Delta x = 3 \cdot 15FH_2 + 3 \cdot 15\Delta x \cdot H_2 + 24F^2 + 24F\Delta x$$

$$30FH_2 + 45H_2 \Delta x = 24F^2 + 24F\Delta x$$

$$H_2 = \frac{24F(F + \Delta x)}{15(2F + 3\Delta x)} = \frac{8F(F + \Delta x)}{5(2F + 3\Delta x)}$$

$$\Delta H = \left| \frac{8F(F + \Delta x)}{5(2F + 3\Delta x)} - \frac{4F}{5} \right| =$$

$$= \left| \frac{8F^2 + 8F\Delta x - 8F^2 - 12F\Delta x}{5(2F + 3\Delta x)} \right| = \left| -\frac{4F\Delta x}{5(2F + 3\Delta x)} \right| = \frac{4F\Delta x}{5(2F + 3\Delta x)}$$



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta H}{\Delta x} = \frac{4F\Delta x \cdot 2(F + 3\Delta x)}{5(2F + 3\Delta x) \cdot 9F\Delta x} = \frac{2(F + 3\Delta x)}{5(2F + 3\Delta x)}$$

$$= \frac{2}{5} \left(\frac{1 + \frac{3\Delta x}{F}}{2 + \frac{3\Delta x}{F}} \right) \quad \Delta x \ll F \quad \frac{1 \cdot 1}{2 \cdot 5} = \frac{1}{10}$$

$$= \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{5}$$

$$\boxed{\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{5}}$$

3) $U_x = 2U \cdot \Gamma$

Γ — увеличение, $2U$ — скорость изобращения, U_x — скорость изобращения по оси X

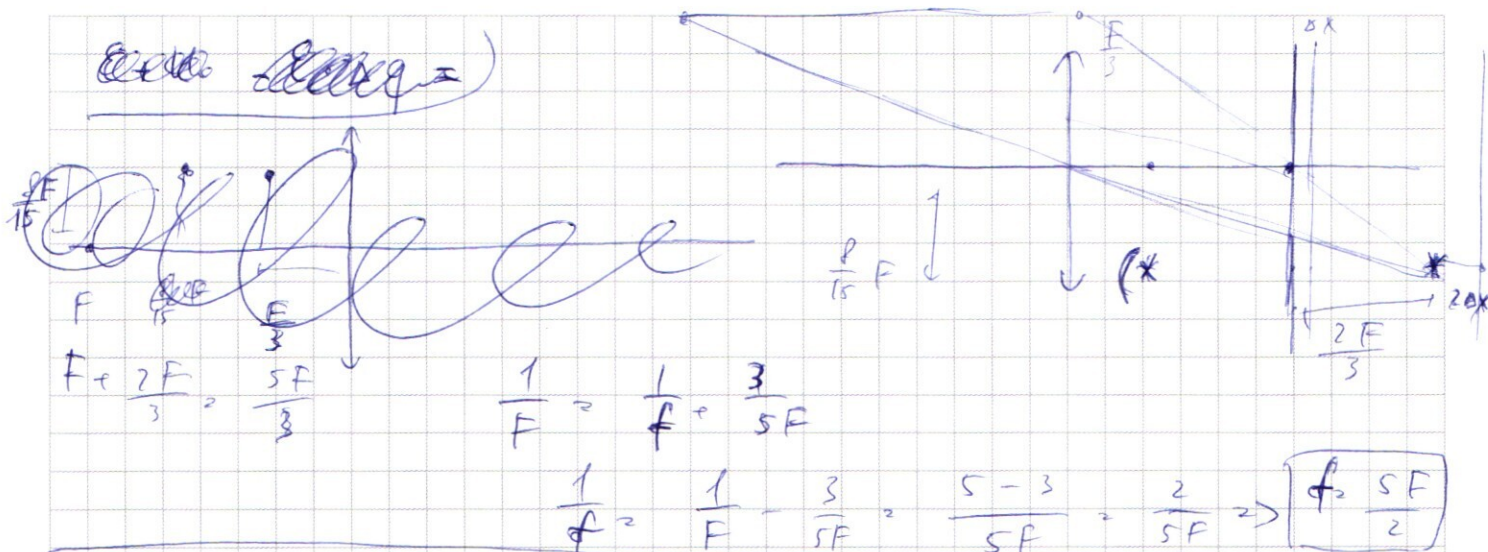
$$\frac{15H}{15H + 8F} = \frac{3}{5}$$

$$30H = 24F$$

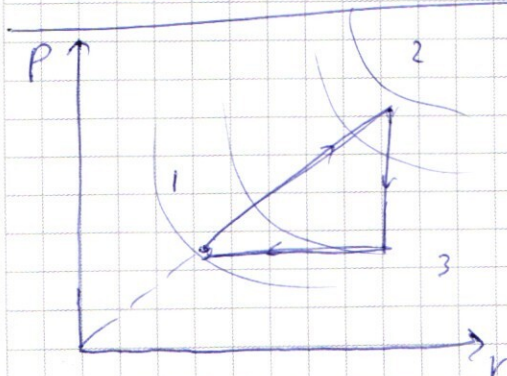
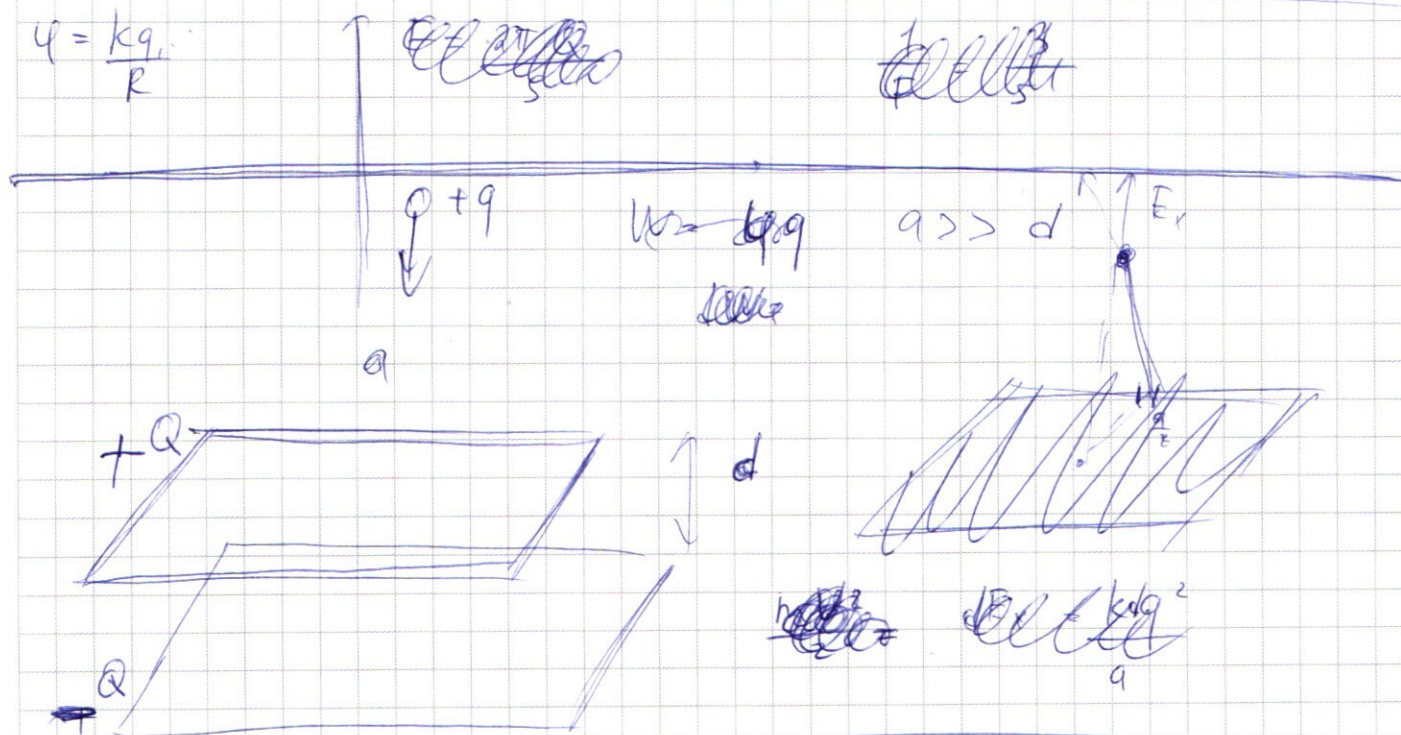
$$H = \frac{12F}{15} = \frac{4F}{5}$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\varphi = \frac{kq_i}{R}$$



$$\eta = 1 - \frac{|T_{\min}|}{T_{\max}} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$

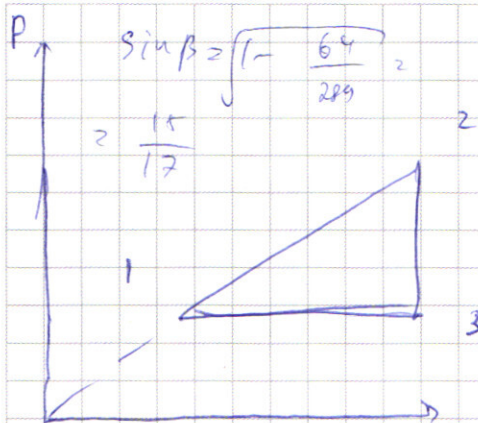
$$T_{min} = T_1$$

$$T_{max} = T_2$$

$$P_2 V_2 = nRT_2$$

$$1 - \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2}$$

$$1 - \frac{K V_1^2}{K V_2^2} = 1 - \frac{V_1^2}{V_2^2}$$



$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{64}{289}}$$

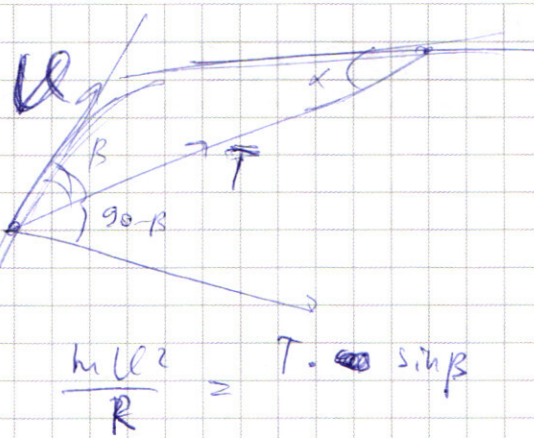
$$= \frac{15}{17}$$

$$V \cos \alpha = U \cos \beta$$

$$U_2 = \frac{40 \cdot 3 \cdot 17}{5 \cdot 8} = 51$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ 51 \\ \hline 255 \\ 2601 \end{array} \quad \begin{array}{r} 51 \\ 34 \\ \hline 204 \\ 153 \\ \hline 1734 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5929 \overline{) 7} \\ 56 \\ \hline 32 \\ 32 \\ \hline 0 \\ 7 \\ \hline 49 \\ 49 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 847 \overline{) 7} \\ 121 \\ \hline 7 \\ 7 \\ \hline 0 \end{array}$$



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

$$T = \frac{m U^2}{R \sin \beta} = \frac{10 \cdot 51 \cdot 51}{17 \cdot 15}$$

$$= \frac{10 \cdot 51 \cdot 51}{15} = \frac{2 \cdot 51^2}{3}$$

$$2 \cdot 51 \cdot 17 = 34 \cdot 51 \text{ H}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_T} = \frac{A_{12} - A_{13}}{Q_{12}} = \frac{A_{12} - A_{13}}{4 A_{12}}$$

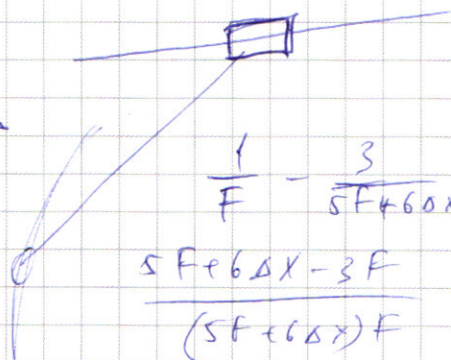
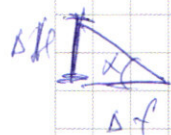
$$A_{12} - A_{13} = \frac{1}{4} A_{12}$$

$$A_{13} = p_1 (V_3 - V_1)$$

$$A_{12} = \frac{(p_2 V_2 - p_1 V_1)}{2}$$

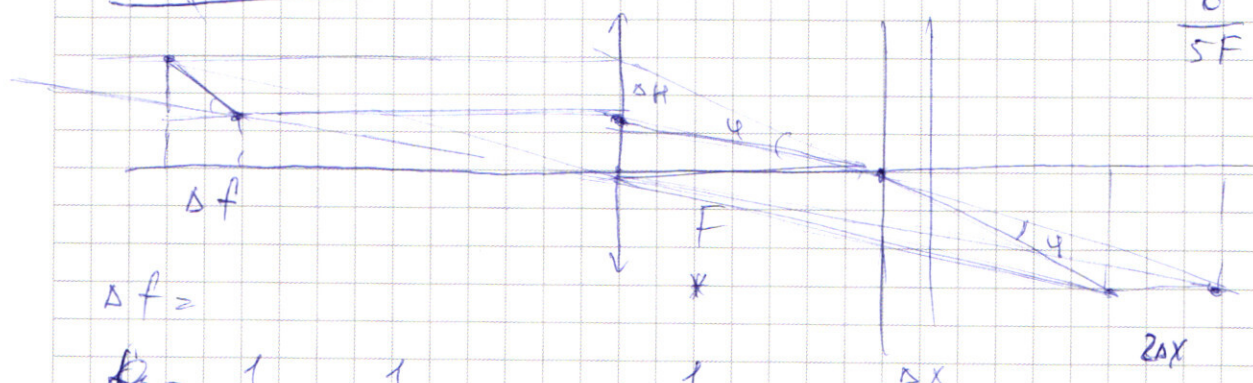
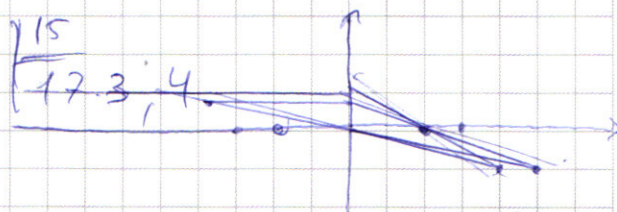
$$\frac{A_{13}}{A_{12}} =$$

$$5929 = 7 \cdot 847 = 7 \cdot 7 \cdot 11 \cdot 11$$



$$\frac{1}{F} - \frac{3}{5F + 60x} = \frac{5F + 60x - 3F}{(5F + 60x)F}$$

$$\begin{array}{r} 2601 \overline{) 15} \\ 15 \\ \hline 110 \\ 105 \\ \hline 51 \\ 45 \\ \hline 60 \end{array}$$



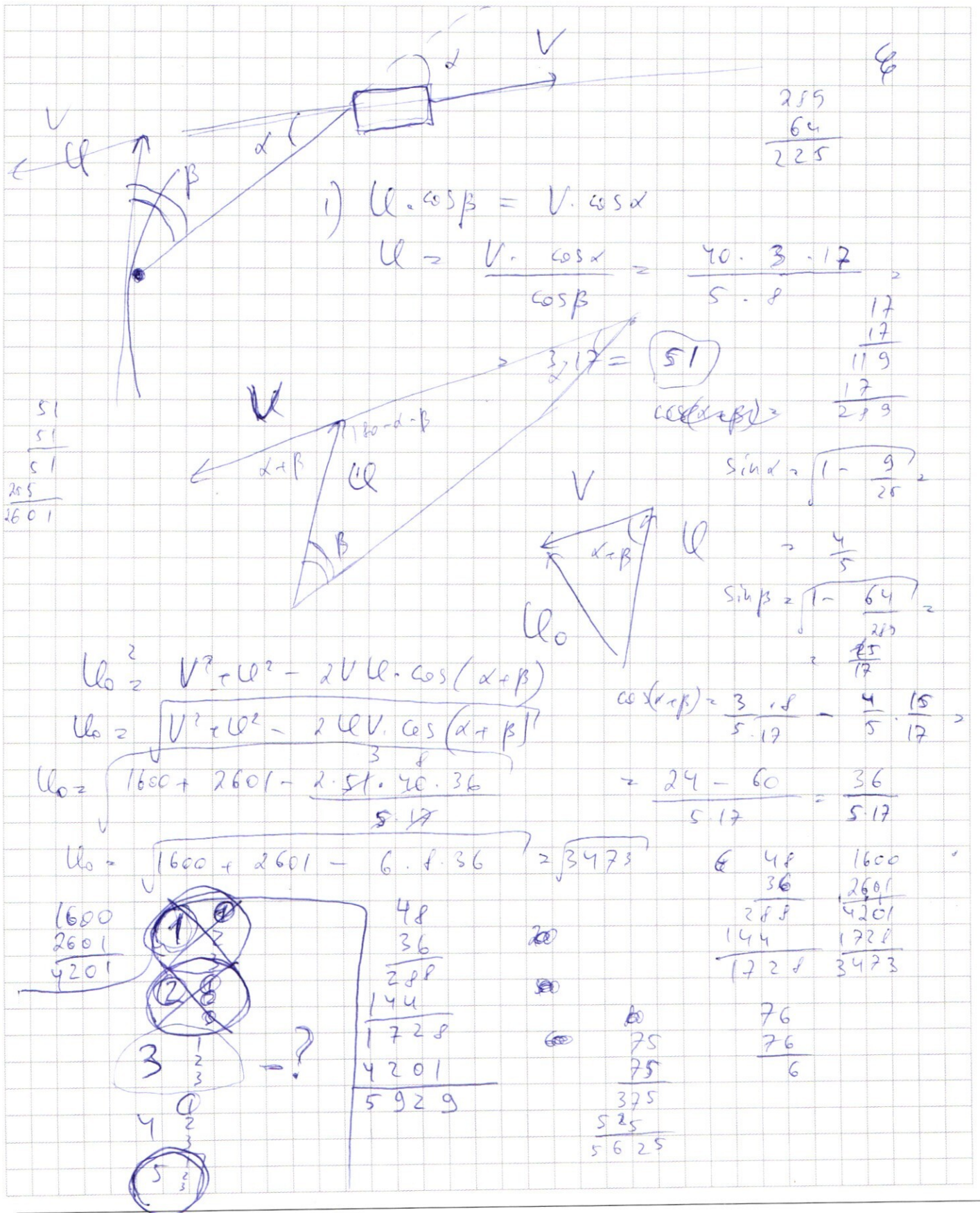
$$\Delta f =$$

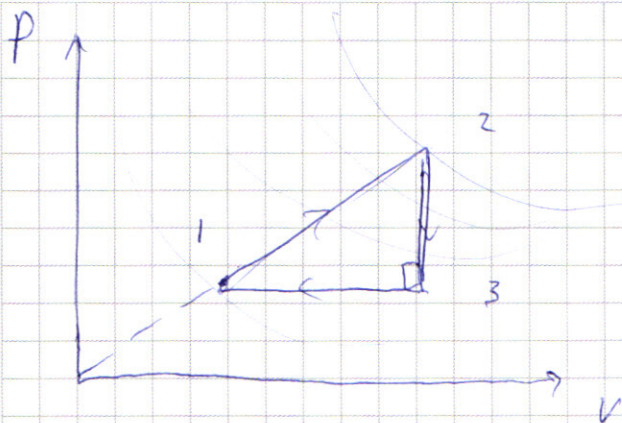
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{5F}{3} + 20x} + \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{3}{5F + 60x} + \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{5F + 60x - 3F}{F(5F + 60x)} = \frac{1}{f_2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





$$PV \sim T$$

$$T \downarrow - (2-3); \uparrow (3-1)$$

$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3R/2}{5R/2} = \frac{3}{5}$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23}$$

$$\cancel{\gamma C_{23} \Delta T} = \frac{3}{2} \cancel{\gamma R \Delta T}$$

$$C_{23} = \frac{3}{2} R$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$$

$$\cancel{\gamma C_{31} \Delta T} = \cancel{p \Delta V} + \frac{5}{2} \cancel{\gamma p \Delta T}$$

$$p \Delta V = \gamma p \Delta T$$

$$\cancel{\gamma C_{31} \Delta T} = \frac{5 \gamma R \Delta T}{2}$$

$$C_{31} = \frac{5}{2} R$$

$$2) A = \frac{(p_2 + p_1)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{(p_2 V_2 - p_1 V_1 + p_1 V_2 - p_1 V_1)}{2}$$

$$A =$$

$$\frac{(p_2 V_2 - p_1 V_1)}{2}$$

$$p = kV$$

$$Q = \frac{3}{2} \gamma R (T_2 - T_1) + A = \frac{5}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$p_2 V_2 = \gamma p T_2$$

$$p_1 V_1 = \gamma p T_1$$

$$(p_2 V_2 - p_1 V_1) = \gamma p (T_2 - T_1)$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{5 (p_2 V_2 - p_1 V_1) \cdot 2}{2 (p_2 V_2 - p_1 V_1)} = 5$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{A_{12} - A_{31}}{Q}$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_X|}{Q_T}$$

$$Q_T = Q_{12} = \frac{5}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$Q_X = Q_{23} + Q_{31} \ll$$

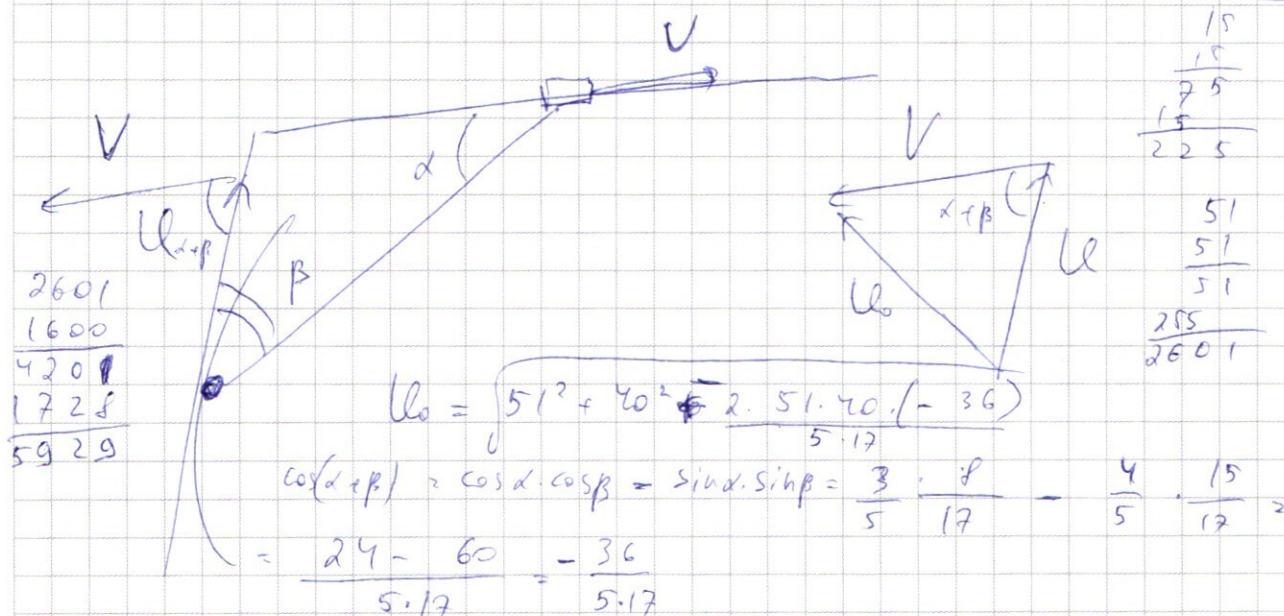
$$Q_{23} = \frac{3 \gamma R (T_2 - T_3)}{2}$$

$$Q_{31} = \frac{5 \gamma R (T_3 - T_1)}{2} \ll$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q_T = \frac{5}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{5}{2} (2PR(T_2 - T_1))$$

~~$$Q_{23} = \frac{3}{2} (2T_2 - 2T_3 + 5T_3 - 5T_1) = \frac{3}{2} (2T_2 + 3T_3 - 5T_1)$$~~



$$U = \sqrt{51^2 + 40^2 + 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot (36)} = \sqrt{2601 + 1600 + 48 \cdot 36} = \sqrt{5929} = 77$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_V|}{Q_T} = 1 - \frac{2PR(T_2 - T_1)}{5PR(T_2 - T_1)} = 1 - \frac{2}{5} = \frac{3}{5} = 0.6$$

$$Q_V = Q_{23} + Q_{31} + Q_{12}$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} PR(T_2 - T_3)$$

$$Q_{31} = \frac{5}{2} PR(T_3 - T_1)$$

$$Q_{12} = 2PR(T_2 - T_1)$$

$$\eta = \frac{Q_V}{Q_T} = \frac{Q_{12} - Q_{31}}{Q_{12}} = \frac{(p_2 V_2 - p_1 V_1) - p_1 (V_2 - V_1)}{p_1 (V_2 - V_1)} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{p_1 (V_2 - V_1)}$$

$$\frac{P_2 V_2 - P_1 V_1 - 2P_1 V_2 + 2P_1 V_1}{2(P_2 V_2 - P_1 V_1)} = \frac{1}{2} + \frac{P_1 V_1 - P_1 V_2}{P_2 V_2 - P_1 V_1}$$

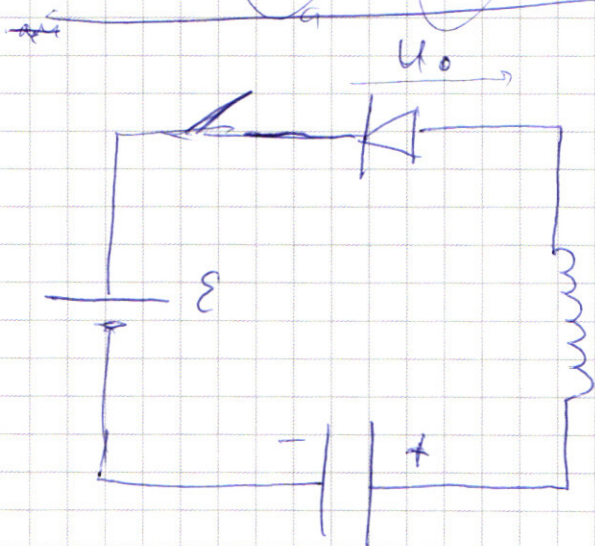
$$= \frac{1}{2} + \frac{P_1 (V_1 - V_2)}{P_2 V_2 - P_1 V_1} = \frac{P_1 V_1 - P_1 V_2 + P_2 V_2 - P_1 V_1}{P_2 V_2 - P_1 V_1}$$

~~Handwritten scribbles~~

$a \gg d$



$$\frac{q^2}{2C} = \frac{C U_{cr}^2}{2C} = \frac{C U_{cr}^2}{2}$$



$$\begin{array}{r} 400 \\ 240 \\ \hline 640 \\ 5 \\ \hline 3200 \\ 32 = 16 \cdot 2 \end{array}$$

$$\varepsilon = 3 \text{ В}$$

$$C = 20 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 6 \text{ В}$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$\varepsilon - U_{C2} = L \dot{I}$$

$$\dot{I} = \varepsilon$$

$$f_2 = \frac{F(SF + GDX)}{2F + 6DX}$$

$$U_1 - \varepsilon = L \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{U_1 - \varepsilon}{L} = \frac{3}{0,2} = \frac{3 \cdot 10}{2} = 3 \cdot 5 = 15 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$$U_C = \varepsilon - U_0 = L \dot{I}$$

$$L \dot{I} = 0$$

$$\dot{I} = 0$$

$$U_C = 3 + 1 = 4 \text{ В}$$

$$\frac{q\varepsilon}{C} = 4 \Rightarrow q = 4 \cdot 20 \cdot 10^{-6} = 80 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$