

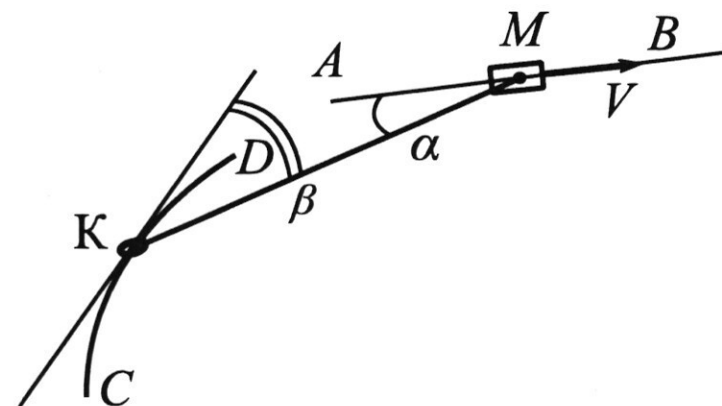
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

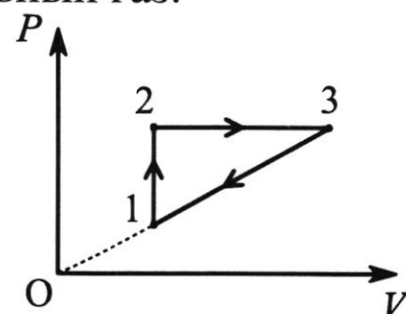
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) с направлением движения кольца.



- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити 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 повышение температуры газа.
- 2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



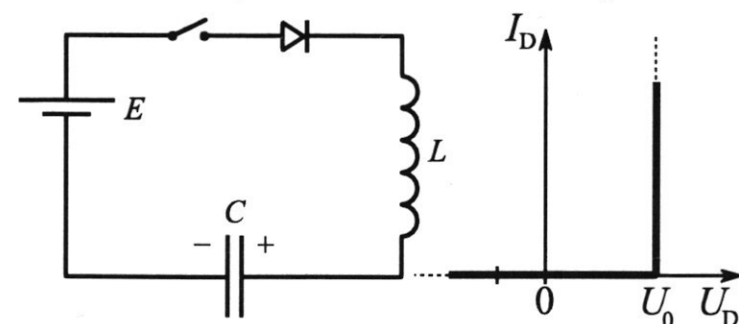
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица 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 $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ 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.

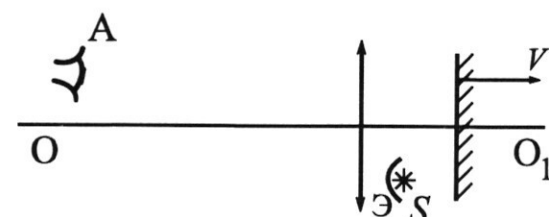


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости 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.

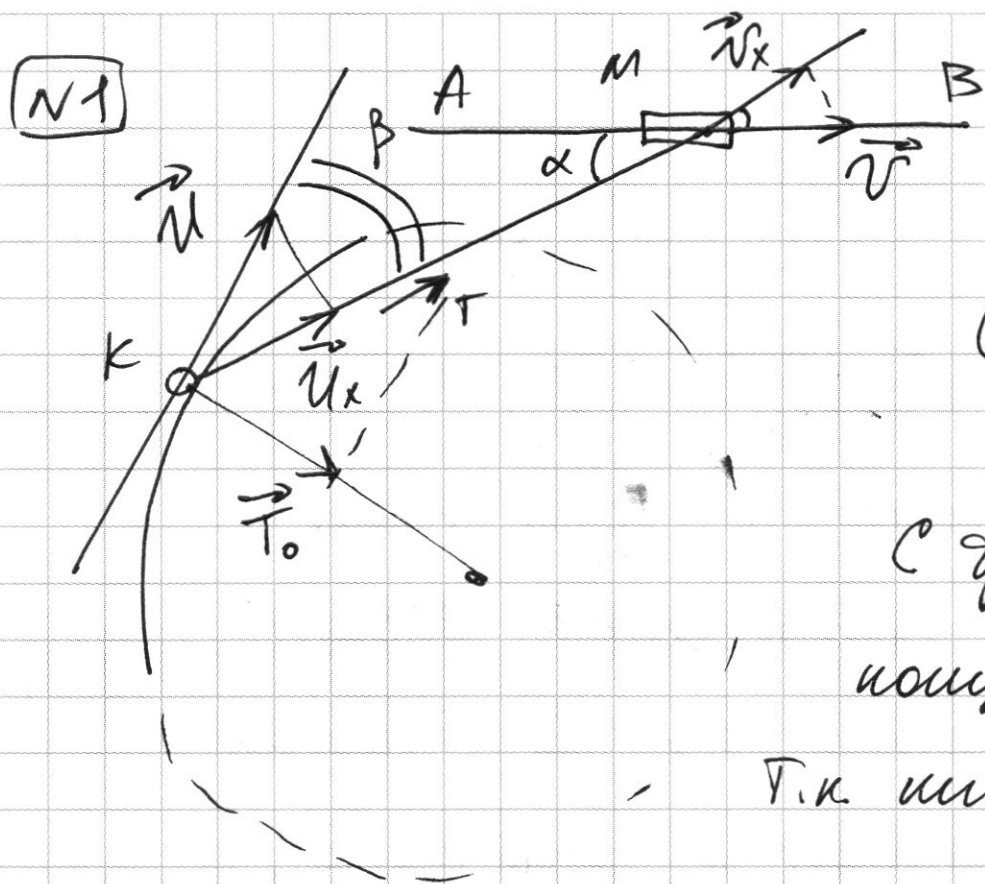
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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



1) Пусть u — скорость кольца в этот момент.
(касания, связанного с K)
Скорость нити тогда:

$$u_x = u \cos \beta$$

С другой стороны скорость горизонтальной нити: $v_x = v \cos \alpha$.

Т.к. нить нерастяжима и все время

натянута, то $u_x = v_x \Rightarrow u \cos \beta = v \cos \alpha$

$$\Rightarrow u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 68 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{4} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

2) По закону сложения скоростей: $\vec{v}_0 = \vec{u} - \vec{v}$ — скорость кольца отн-но нити.

По теореме косинусов

$$|\vec{v}_0|^2 = |\vec{u}|^2 + |\vec{v}|^2 - 2|\vec{u}||\vec{v}| \cos \alpha =$$

$$= 75^2 + 68^2 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{15}{17} = 1249$$

$$v_0 = \sqrt{1249}$$

$\begin{array}{r} \times 75 \\ 75 \\ + 375 \\ \hline 525 \\ + 525 \\ \hline 5625 \end{array}$	$\begin{array}{r} \times 68 \\ 68 \\ + 544 \\ \hline 408 \\ + 408 \\ \hline 4624 \end{array}$	$\begin{array}{r} + 5625 \\ 4624 \\ \hline 10249 \\ \times 150 \\ 60 \\ \hline 9600 \end{array}$
---	---	--

3) Пусть T — сила натяжения нити в этот момент.

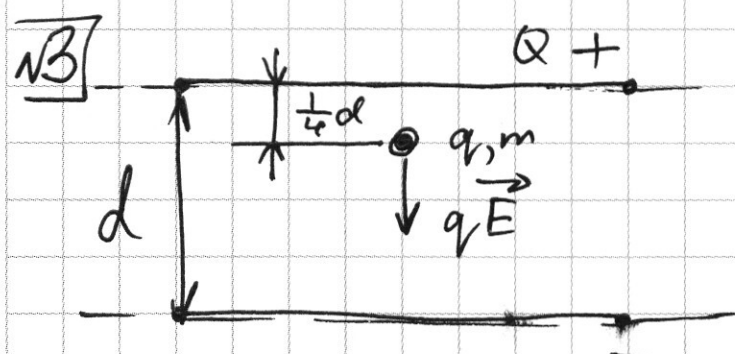
Перпендикулярная составляющая этой силы — пр-я на радиус экр-ти дуги CD : $T_{\perp} = T \sin \beta$. $T_{\perp}$ — имеет-ся центростремительной для кольца, поэтому

$$\frac{mU^2}{R} = T_{\perp} = T \sin \beta \Rightarrow T = \frac{mU^2}{R \sin \beta} = \frac{0,1 \text{ кг} \cdot (0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{1,9 \text{ м} \cdot \frac{3}{5}} =$$

$$= \frac{0,1 \cdot 0,5625 \cdot 5}{1,9 \cdot 3} = \frac{5 \cdot 0,1875}{19} = \frac{0,9375}{19} \approx$$

$$\approx \frac{0,9375}{20} = \frac{4,6875}{100} \approx 0,047 \text{ Н}$$

Ответ: 1) $U = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 2) $\sqrt{1249} \frac{\text{см}}{\text{с}} \approx 35,8 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 3) $0,047 \text{ Н}$



1) Пусть напря-сть эл-го поле внутри конденсатора будет елики ели симметрии E . Тогда на

заряд действует сила Кулона и $ma = qE$, и $a = \frac{q}{m} E = \gamma E$. Движение равноускоренное, а расстояние $\frac{3}{4}d$ частица проходит за вр. T , откуда $\frac{3}{4}d = \frac{aT^2}{2} \Rightarrow \frac{3}{2}d = \gamma ET^2$ и $E = \frac{3d}{2\gamma T^2}$

С другой стороны (по ф-ле $2as = v^2 - v_0^2$) скорость частицы при вылете: $2a \cdot \frac{3}{4}d = v_1^2$

$$v_1^2 = 2 \cdot \gamma E \cdot \frac{3}{4}d = \frac{3}{2}d \gamma \cdot \frac{3d}{2\gamma T^2} = \left(\frac{3d}{2T}\right)^2 \Rightarrow v_1 = \frac{3d}{2T}$$

2) Рассмотрим пробную частицу массой m_0 , зарядом $q_0 > 0$, находящуюся у пол. зар-ой обкладки. При вылете её скорость будет $v_0^2 = 2 \cdot \frac{q_0}{m_0} E \cdot d$; Тогда её кинет. энергия:

$$E_k = \frac{m_0 v_0^2}{2} = q_0 E d; \text{ но } E_k = q_0 U, \text{ где } U - \text{напр-е м/у обкладками:}$$

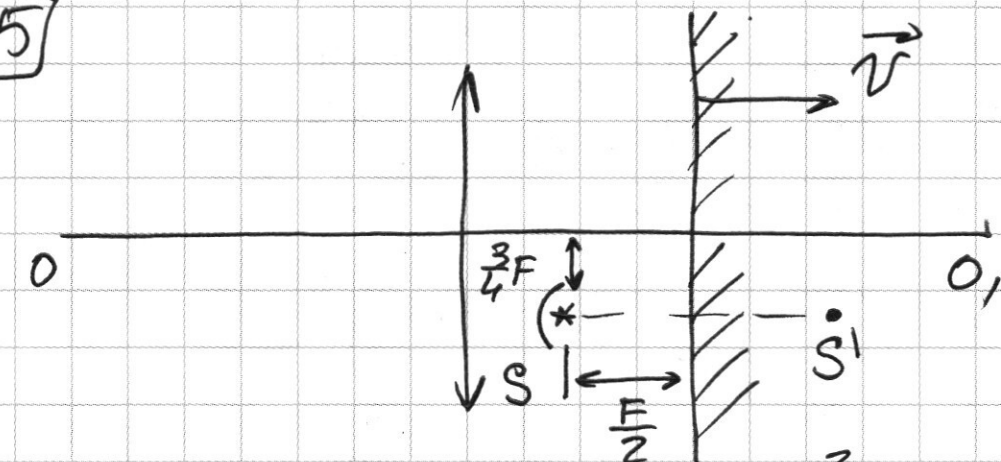
$$U = \frac{q_0 E d}{q_0} = E d. \text{ Тогда } Q = CU =$$

$$= \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \cdot E d = \frac{\epsilon \epsilon_0 S \cdot 3d}{2\gamma T^2}$$

Ответ: 1) $v_1 = \frac{3d}{2T}$; 2) $Q = \frac{3\epsilon \epsilon_0 S d}{2\gamma T^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5



1) Пусть S' - изображение
ист. S в зеркале.

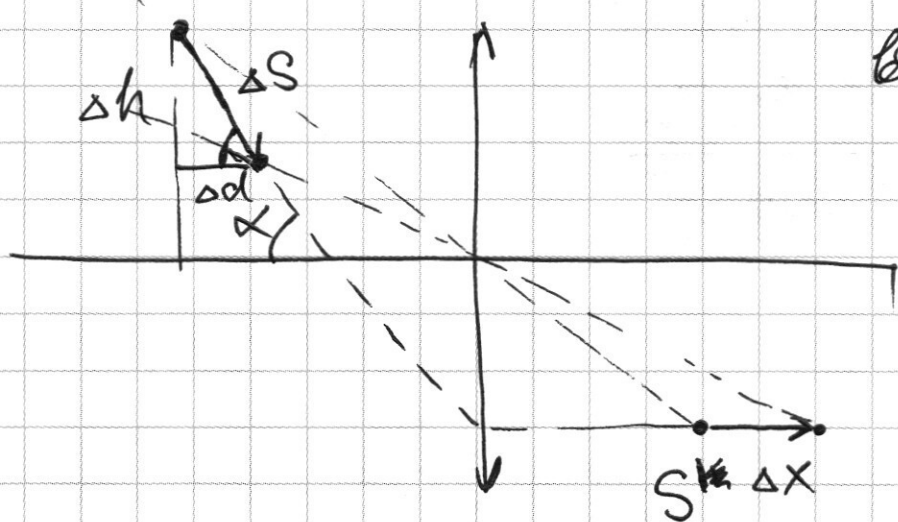
Оно также находится на
расст. $\frac{F}{2}$ от зеркала, и, полу-
чается, на расстоянии $\frac{3}{2}F$ от линзы.

Тогда по ф-ле тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{1.5F} + \frac{1}{d}$, где
 d - расст. от изображения в линзе до линзы:

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F} \Rightarrow d = 3F$$

2).

Заметим, что скорость u -е в зеркале
вдвое больше скорости зеркала.



И действительно, пусть изначально
источник и его u -е на расст
 l от з-ла (по разные стороны).

Пусть зеркало сместится вправо на Δl

за время Δt (Δt - мало, поэтому $v = \frac{\Delta l}{\Delta t}$). Тогда источник

и его u -е находится на расст. $l + \Delta l$ от зеркала и

u -е сместилось на ~~$2l$~~ $2(l + \Delta l) - 2l = 2\Delta l$ за

время Δt , т.е. $u = \frac{2\Delta l}{\Delta t} = 2v$ - св-во упр-е.

Пусть теперь S' сместится на Δx за Δt . По перемещению
 u -е S' в линзе находилось на расст $3F$ от линзы.

$$T = \frac{1.5F}{3F} = \frac{1}{2} \quad \frac{3F}{1.5F} = 2 = \frac{h}{\frac{3}{4}F} - \text{линейное увеличение}$$

и на высоте $h = \frac{3}{2}F$.

поэтому непрерывные $\frac{1}{d'} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1,5F + \Delta X} = \frac{0,5F + \Delta X}{F \cdot (1,5F + \Delta X)}$

$$d' = F \cdot \frac{1,5F + \Delta X}{0,5F + \Delta X}; \quad T' = \frac{F \cdot (1,5F + \Delta X)}{(0,5F + \Delta X) \cdot (1,5F + \Delta X)} = \frac{F}{0,5F + \Delta X} \Rightarrow$$

$$= \frac{h'}{\frac{3}{4}F} \Rightarrow h' = \frac{3}{4}F \cdot \frac{F}{0,5F + \Delta X} = \frac{3F^2}{2F + 4\Delta X}$$

Тогда расстояние, на кот. существует упр. влияние:

$$\Delta S^2 = (d' - d)^2 + (h' - h)^2 = \left(\frac{F \cdot (1,5F + \Delta X)}{0,5F + \Delta X} - 3F \right)^2 +$$

$$+ \left(\frac{3F^2}{2F + 4\Delta X} - \frac{3}{2}F \right)^2 = F^2 \left(\frac{1,5F + \Delta X - 1,5F - 3\Delta X}{0,5F + \Delta X} \right)^2 +$$

$$+ F^2 \left(\frac{3}{2} \left(\frac{F}{F + 2\Delta X} - 1 \right) \right)^2 = F^2 \left(\frac{2\Delta X}{0,5F + \Delta X} \right)^2 + F^2 \left(\frac{3}{2} \right)^2 \left(\frac{2\Delta X}{F + 2\Delta X} \right)^2 =$$

$$= F^2 \cdot (2\Delta X)^2 \cdot \left(\left(\frac{1}{0,5F + \Delta X} \right)^2 + \left(\frac{3}{2} \right)^2 \cdot \frac{1}{2^2 \cdot (0,5F + \Delta X)^2} \right) =$$

$$= \left(\frac{2F\Delta X}{0,5F + \Delta X} \right)^2 \cdot \left(1 + \frac{9}{4 \cdot 4} \right) = \left(\frac{5}{4} \cdot \frac{2F\Delta X}{0,5F + \Delta X} \right)^2 = \left(\frac{5F\Delta X}{F + 2\Delta X} \right)^2$$

$$\Delta S = \frac{5F\Delta X}{F + 2\Delta X}; \quad \text{но } \Delta X = v_{\Delta t} = 2v_{\Delta t}$$

~~$$\Delta S = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{5F \cdot 2v_{\Delta t}}{F + 4v_{\Delta t}}$$~~

$$\Rightarrow \Delta S = \frac{5F \cdot 2v_{\Delta t}}{F + 4v_{\Delta t}} = \frac{10Fv_{\Delta t}}{F + 4v_{\Delta t}};$$

Тогда скорость у-а влиять: $v_u = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} =$

$$= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{10Fv_{\Delta t}}{\Delta t(F + 4v_{\Delta t})} = \frac{10Fv}{F} = 10v$$

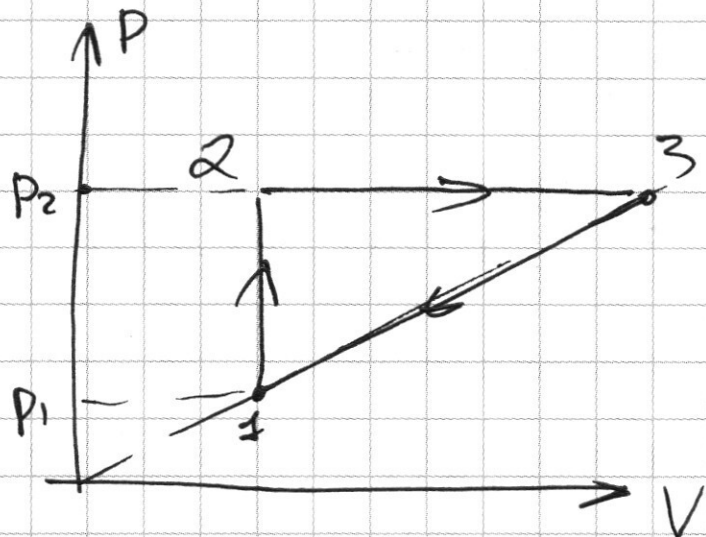
$$\text{tg } \alpha = \frac{\Delta h}{\Delta d} = \frac{\left(\frac{F \cdot 2\Delta X}{0,5F + \Delta X} \right)}{\frac{F \cdot 2\Delta X}{0,5F + \Delta X}} =$$

$$= \frac{3 \cdot (0,5F + \Delta X)}{2(F + 2\Delta X)} = \frac{3}{4}$$

Ответ: 1) $3F$; 2) $\alpha = \text{arctg } \frac{3}{4}$; 3) ~~10v~~ $10v$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2



1) Повышение темп. газа на участках 1-2 и 2-3.

Найдем $\frac{C_{12}}{C_{23}}$

$$Q_{12} = C_{12} \nu \Delta T_{12}$$

$$Q_{23} = C_{23} \nu \Delta T_{23}, \text{ где } \nu - \text{кол-во газа}$$

С другой стороны по первому началу термодинамики:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} + P_2 \Delta V_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$\Rightarrow \frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{3 \nu R \Delta T_{12} \cdot 2}{2 \cdot 5 \nu R \Delta T_{23}} = \frac{3 \Delta T_{12}}{5 \Delta T_{23}} = \frac{C_{12} \Delta T_{12}}{C_{23} \Delta T_{23}} \Rightarrow \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5}$$

2) $\frac{Q_{23}}{A}$ - ? Работа - площадь графика процесса

$$A = \frac{1}{2} \cdot \Delta P_{12} \Delta V_{23}$$

$$\frac{Q_{23}}{A} = \frac{5 \nu R \Delta T_{23} \cdot 2}{2 \cdot \Delta P_{12} \Delta V_{23}} = \frac{5 \nu R \Delta T_{23}}{(P_2 - P_1)(V_3 - V_2)} = \frac{5 \nu R \Delta T_{23}}{P_2 V_3 - P_1 V_3 - P_2 V_2 + P_1 V_2}$$

$$= \left\{ \begin{array}{l} \text{т.к. 2-3 - процесс проп-сть, то } \frac{P_3}{V_3} = \frac{P_1}{V_1}, \text{ или } \\ P_1 V_3 = P_3 V_1 = P_2 V_1 = P_2 V_2 \end{array} \right\} =$$

$$= \frac{5 \nu R \Delta T_{23}}{\nu R T_3 - P_2 V_2 - \nu R T_2 + \nu R T_1} = \frac{5 \nu R \Delta T_{23}}{\nu R (T_3 + T_1 - 2T_2)}$$

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} - ?$; $A_{23} = P_2 \Delta V_{23} = \nu R \Delta T_{23}$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2} \cdot \frac{\nu R \Delta T_{23}}{\nu R \Delta T_{23}} = \frac{5}{2}$$

3) $\eta = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}}$; $Q_{\text{х}} = \Delta U_{13} + A_{13} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{13} + \frac{1}{2} (P_1 + P_3) \cdot \Delta V_{23} =$

$$= \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{13} + \frac{1}{2} (p_1 V_3 - p_1 V_2 + p_3 V_3 - p_3 V_2)$$

Т.к. процесс 1-3 является изохорным, то

$$\frac{p_3}{p_1} = \frac{V_3}{V_1} \Rightarrow p_1 V_3 = p_3 V_1 = p_3 V_2$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow Q_{13} &= \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{13} + \frac{1}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_2) = \\ &= \frac{1}{2} (3 \nu R \Delta T_{13} + \nu R T_3 - \nu R T_1) = \frac{\nu R}{2} (3 \Delta T_{13} + \Delta T_{13}) = \\ &= 2 \nu R \Delta T_{13}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{12} &= Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} + \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23} = \frac{\nu R}{2} (3 T_2 - 3 T_1 + 5 T_3 - 5 T_2) = \\ &= \frac{\nu R}{2} (5 T_3 - 2 T_2 - 3 T_1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{Q_{12} - Q_{13}}{Q_{12}} = \frac{\frac{\nu R}{2} (5 T_3 - 2 T_2 - 3 T_1) - 2 \nu R \Delta T_{13}}{\frac{\nu R}{2} (5 T_3 - 2 T_2 - 3 T_1)} = \\ &= \frac{5 T_3 - 2 T_2 - 3 T_1 - 4 (T_3 - T_1)}{5 T_3 - 2 T_2 - 3 T_1} = \frac{T_3 - 2 T_2 + T_1}{5 T_3 - 2 T_2 - 3 T_1} \end{aligned}$$

Ответ: 1) $\frac{3}{5} = 0,6$; 2) $\frac{5}{2} = 2,5$

3) ~~Максимально возможное КПД достигается в случае~~

$$\eta = \frac{T_H - T_X}{T_H} = \frac{T_3 - T_1}{T_3}$$

$$\begin{aligned} \text{Поэтому } \frac{T_3 - T_1}{T_3} &= \frac{T_3 - 2 T_2 + T_1}{5 T_3 - 2 T_2 - 3 T_1} = \frac{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})^2}{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})(\sqrt{T_3} + \frac{3}{5} \sqrt{T_1}) \cdot 5} \\ \Rightarrow \frac{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})(\sqrt{T_3} + \sqrt{T_1})}{T_3} &= \frac{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})^2}{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1}) \cdot 5 (\sqrt{T_2} + \frac{3}{5} \sqrt{T_1})} \end{aligned}$$

$$T_3 = 5 \cdot (\sqrt{T_3} + \sqrt{T_1})(\sqrt{T_3} + \frac{3}{5} \sqrt{T_1}) = 5 \cdot (T_3 + \frac{3}{5} T_1 + \frac{8}{5} \sqrt{T_1 T_3})$$

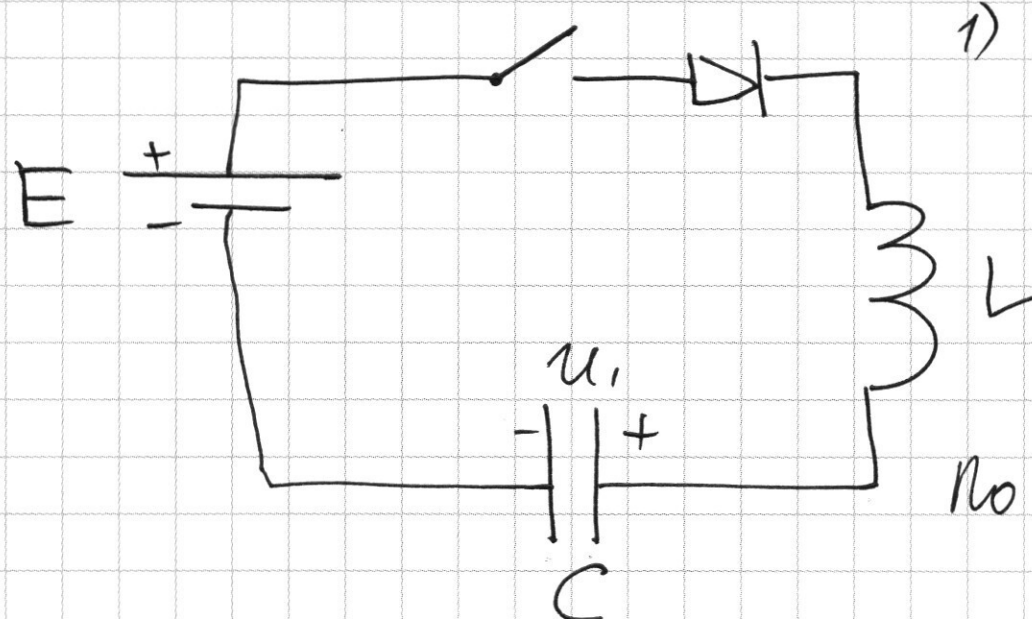
Но $\sqrt{T_1 T_3} = T_2$ - среднее геометрическое

$$\Rightarrow T_3 = 5 (T_3 + \frac{3}{5} T_1 + \frac{8}{5} T_2) = 5 T_3 + 3 T_1 + 8 T_2$$

$$4 T_3 + 8 T_2 + 3 T_1 = 0;$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4



1) Т.к. $E - U_L = 4 \text{ В} > U_C = 1 \text{ В}$,
то сразу после
защелкивания ключа
диод открыт.
По второму правилу

Кирхгофа $E = U_L + |U_C| = U_L + LI' \Rightarrow LI' = E - U_L$

$$I' = \frac{E - U_L}{L} = \frac{4 \text{ В}}{0,1 \text{ Гн}} = 40 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

3) Диод открыт, пока $E - (U_L + U_C) > U_0$
 В транзитном режиме ~~при~~ включении
 закрытия диода $E - (U_L + U_C) = U_0$

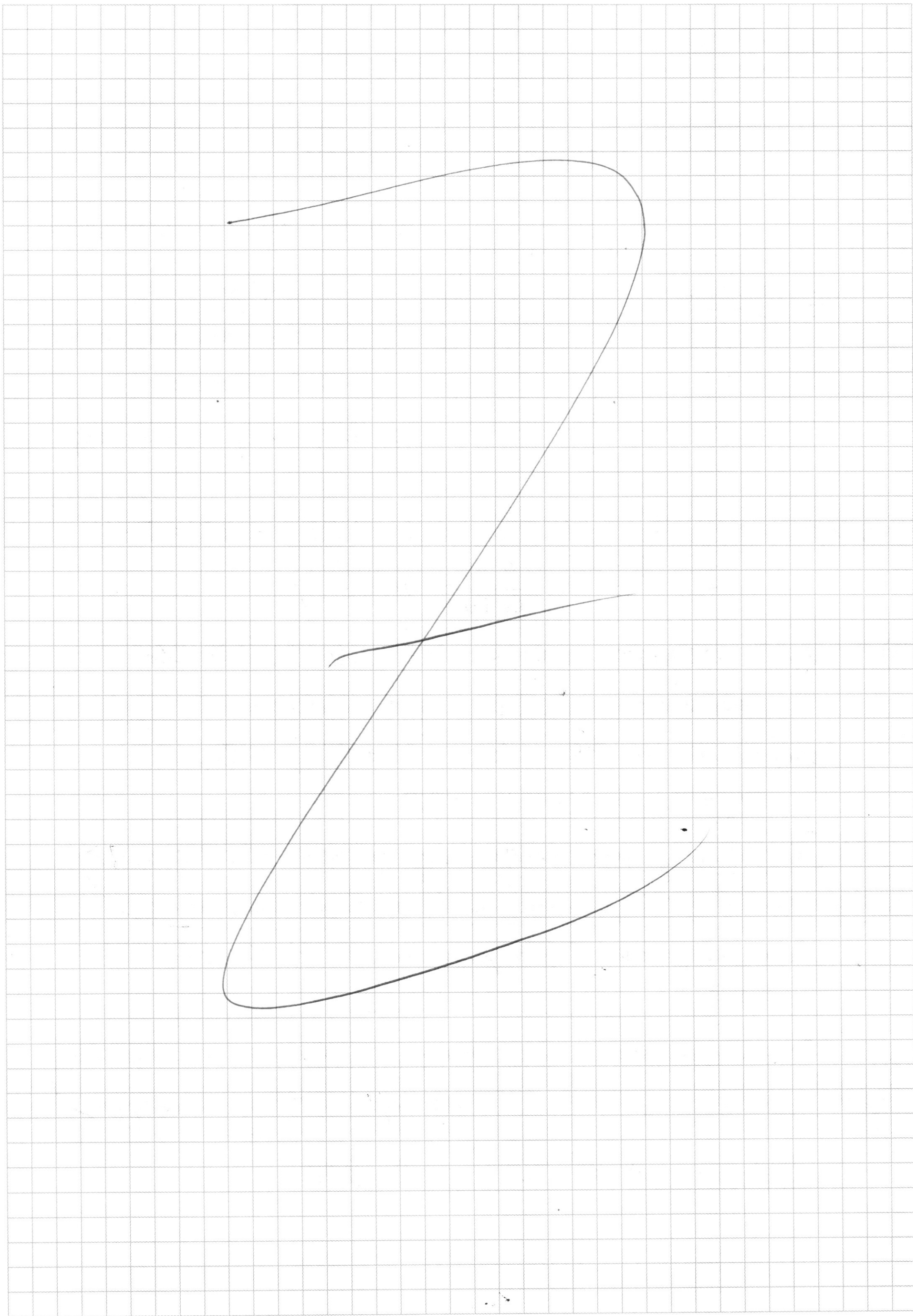
$$U_L + U_C = E - U_0 = 8 \text{ В}$$

~~К этому моменту возможно два случая:
 катушка в сст. режиме или не в сст. режиме.~~

Если катушка в сст. режиме, то $U_L = 0$ и $U_C = U_0 = 8 \text{ В}$

~~Если по катушке еще течет ток, то возможно закрытие
 диода, он тогда перестает, и по правилу индукции~~

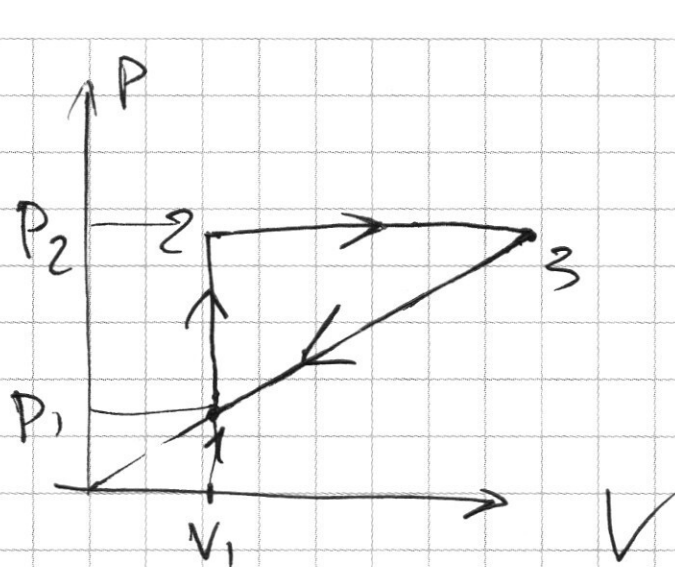
Ответ: 1) ~~40~~ $40 \frac{\text{А}}{\text{с}}$; 3) 8 В



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$Q = C_V \Delta T$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} =$$

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ P_2 V_1 = \nu R T_2 \\ P_2 V_3 = \nu R T_3 \end{cases}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}; \quad \frac{V_1}{V_3} = \frac{T_2}{T_3}$$

$$\frac{P_1}{P_2} \frac{V_1}{V_3} = \frac{T_1}{T_3} = \frac{T_1}{T_2} \cdot \frac{T_2}{T_3} = \frac{T_1}{T_3}$$

$$T_2^2 = T_1 T_3$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} \nu R P_2 V_1$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} + P_2 \Delta V_{23} = \frac{5}{3} \cdot 190 =$$

$$= \frac{3}{2} P_2 \Delta V_{23} + P_2 \Delta V_{23} = \frac{5}{2} P_2 \Delta V_{23};$$

$$\begin{cases} Q_{12} = C_{12} \nu \Delta T_{12} \\ Q_{23} = C_{23} \nu \Delta T_{23} \end{cases}$$

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu \Delta T_{23}} = \frac{3 \nu P_2 V_1 \cdot 2}{2 \cdot 5 P_2 \Delta V_{23}} \cdot \frac{\Delta T_{23}}{\Delta T_{12}} =$$

$$= \frac{3}{5} \cdot \frac{(P_2 - P_1)}{P_2} \cdot \frac{V_1}{V_3 - V_2} \cdot \frac{T_3 - T_2}{T_2 - T_1} = \frac{3}{5} \cdot \frac{\nu R T_{12}}{\nu R T_{32}} \cdot \Delta$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} P_2 \Delta V_{23};$$

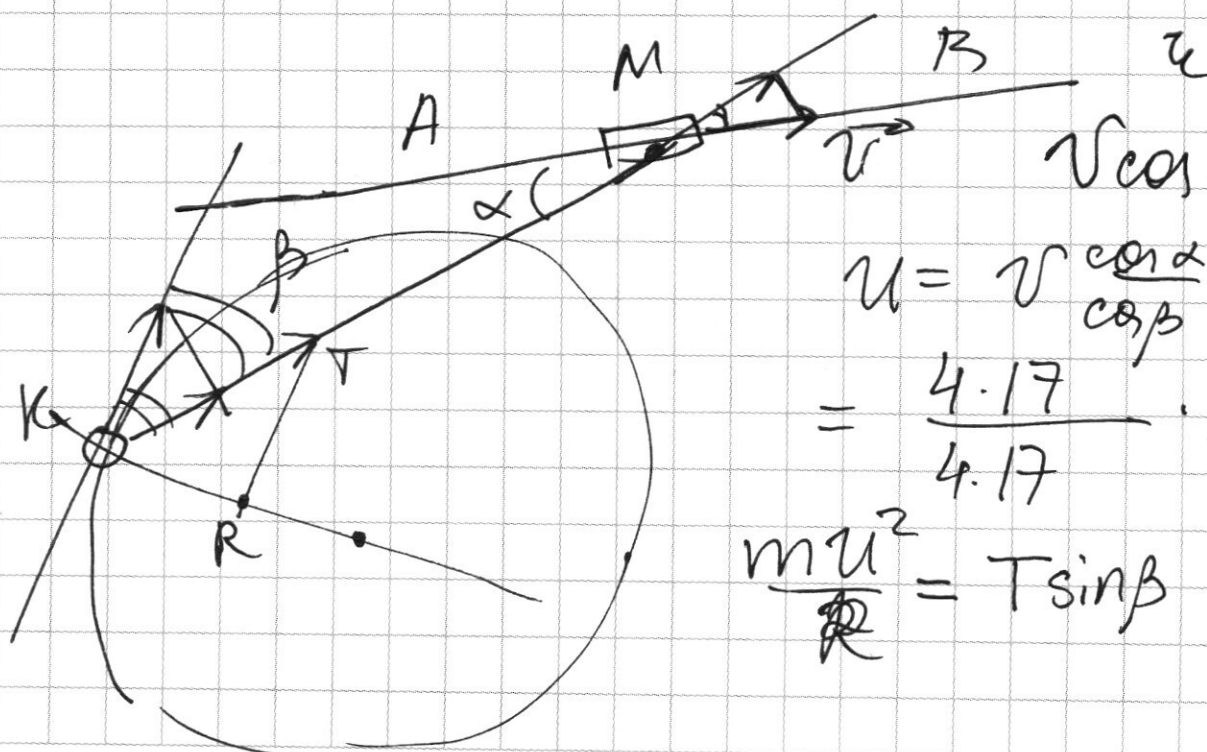
$$A = \frac{1}{2} P_{12} \cdot V_{23}$$

$$\frac{Q_{23}}{A} = \frac{2 \cdot 5 P_2 \Delta V_{23}}{2 P_{12} \Delta V_{23}} = 5 \cdot \frac{P_2}{P_{12}} = 5 \cdot \frac{\nu R T_2 \cdot V_1}{V_1 \cdot \nu R T_{12}} = 5 \frac{T_2}{T_2 - T_1}$$

$$A = \frac{1}{2} P_{12} \cdot V_{23}$$

$$= 5 \cdot \frac{P_2}{P_{12}} = 5 \cdot \frac{\nu R T_2 \cdot V_1}{V_1 \cdot \nu R T_{12}} = 5 \frac{T_2}{T_2 - T_1}$$

$$\begin{array}{r} 68 \overline{) 2} \\ 34 \overline{) 2} \\ 17 \overline{) 17} \\ 1 \end{array}$$



$$v \cos \alpha = u \cos \beta;$$

$$u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{68 \text{ см/с} \cdot 15}{17} \cdot \frac{5}{4} =$$

$$= \frac{4 \cdot 17}{4 \cdot 17} \cdot 15 \cdot 5 = 75 \text{ см/с}$$

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

$$T = \frac{m u^2}{R \sin \beta} = \frac{0.1 \cdot 75^2}{100} =$$

$$\begin{array}{r} \times 75^2 \\ 75 \\ \hline + 375 \\ 52 \\ \hline 5625 \\ + 4624 \\ \hline 10249 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 68^6 \\ 68 \\ \hline + 544 \\ 408 \\ \hline 4624 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 150 \\ 60 \\ \hline 9000 \end{array}$$

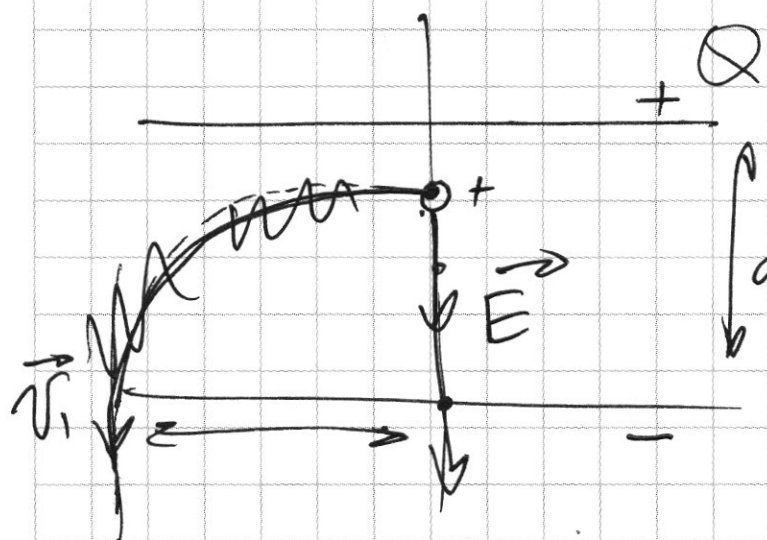
$$\begin{array}{r} 1249 \overline{) 7} \\ 7 \\ \hline 54 \\ - 49 \\ \hline 59 \\ 13 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1249 \overline{) 13} \\ 13 \\ \hline 2800 \\ \times 33 \\ 33 \\ \hline + 99 \\ 99 \\ \hline 1089 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 37^4 \\ 37 \\ \hline + 259 \\ 111 \\ \hline 1369 \end{array}$$

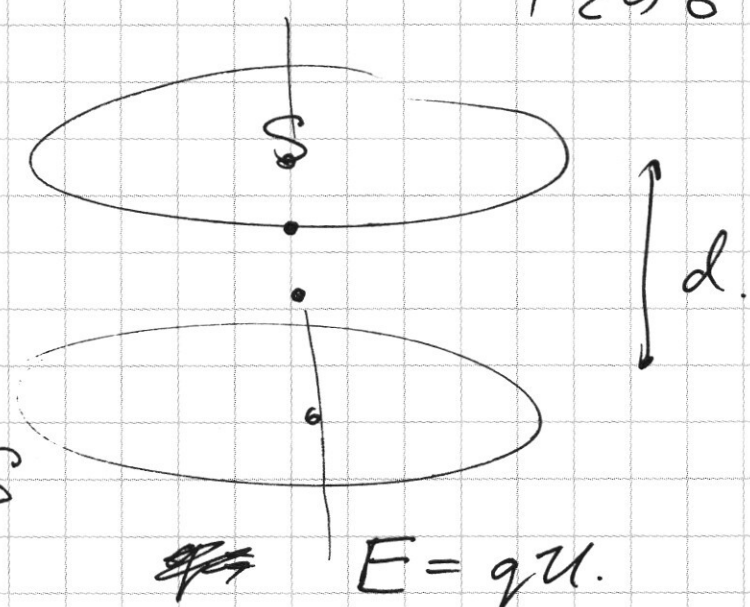
$$\begin{array}{r} 1249 \overline{) 7} \\ 7 \\ \hline 54 \\ - 49 \\ \hline 59 \\ 13 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1875^2 \\ 1875 \\ \hline + 36 \\ 36 \\ \hline 9375 \\ + 216 \\ 108 \\ \hline 1296 \end{array}$$



$$C = QU$$

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$



$$E = qU$$

$$qE = ma$$

$$\frac{3}{4}d = \frac{aT^2}{2} = \gamma \frac{ET^2}{2}; \quad a = \gamma E$$

$$E = \frac{3}{2} \frac{d}{\gamma T^2}$$

$$2a \frac{3}{4}d = v_1^2 = \frac{3}{2}d \cdot \frac{3d}{2T^2} = v_1^2 \quad m_0 \quad q_0$$

$$v_1 = \frac{3d}{2T}$$

$$2 \frac{q_0}{m_0} E \cdot d = v^2$$

$$U = \frac{E_n}{q_0} = m_0 \cdot 2$$

$$C = QU$$

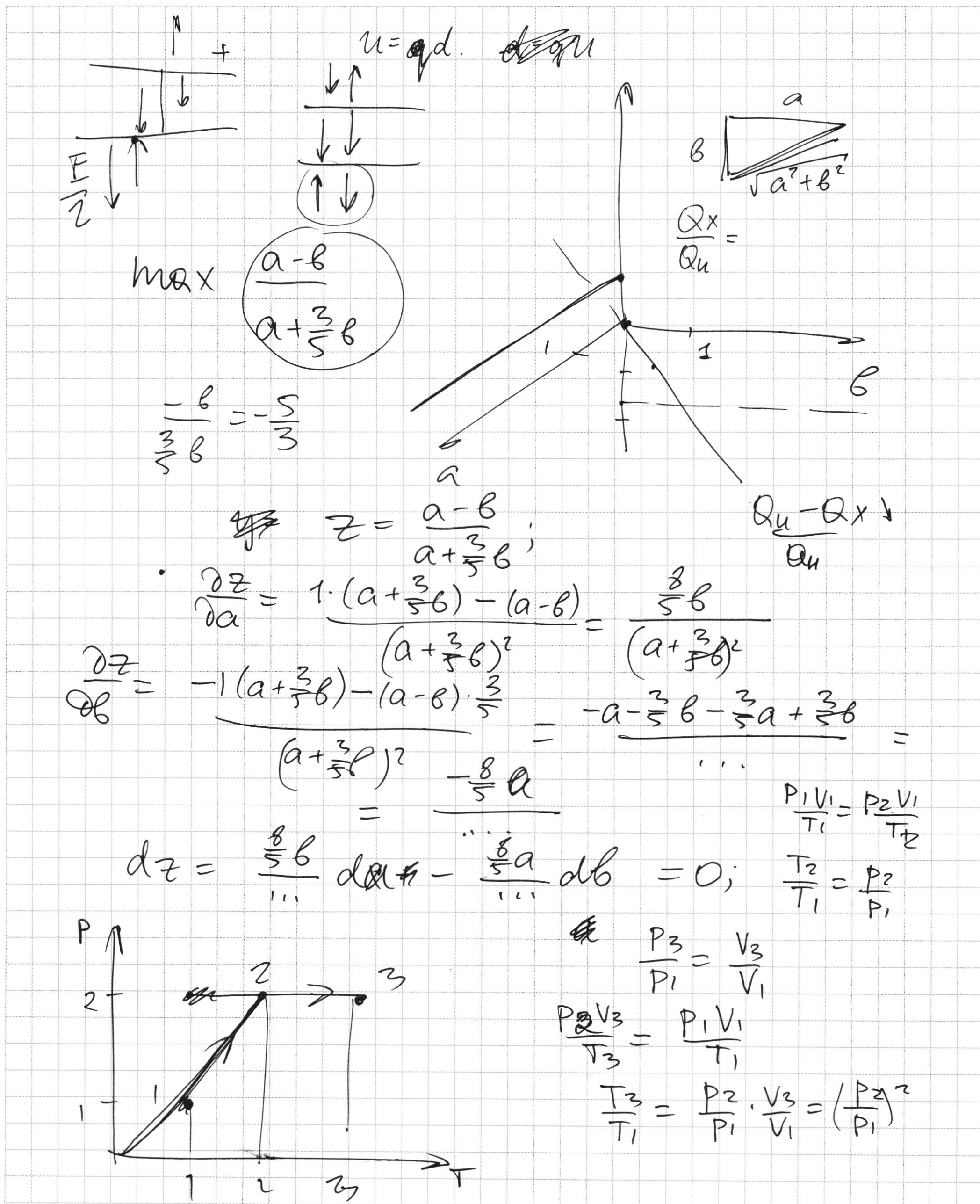
$$E_n = qU$$

$$2 \times \frac{3d}{2T^2} \cdot d = v^2 = \frac{3d^2}{T^2}$$

$$E = \frac{m v^2}{2} = \frac{m 3d^2}{2T^2} = qU \Rightarrow U = \frac{3}{2} \frac{d^2}{\gamma T^2}$$

$$Q = \frac{\epsilon \epsilon_0 S \cdot 2 \gamma T^2}{d \cdot 3d^2} = \frac{2}{3} \frac{\epsilon \epsilon_0 S T^2 \gamma}{d^3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{T_3 - 2T_2 + T_1}{5T_3 - 2T_2 - 3T_1} = \frac{\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1}}{\sqrt{T_3}}$$

$$T_3^2 - 2T_2 T_3 + T_1 T_3 =$$

$$\frac{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})^2}{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})(\sqrt{T_3} + \frac{3}{5}\sqrt{T_1})} = \frac{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})(\sqrt{T_3} + \sqrt{T_1})}{T_3}$$

$$T_3 = T_3 + \frac{3}{5}\sqrt{T_1 T_3} + \sqrt{T_1 T_3} + \frac{3}{5}T_1$$

$$\frac{8}{5}T_2 = \frac{3}{5}T_1$$

$$8T_2 = 3T_1;$$

$$8\sqrt{T_1 T_2} = 3T_1;$$

$$64T_1 T_2 = 9T_1^2$$

$$64T_2 = 9T_1$$

$$\eta = \frac{\frac{9}{64}T_1 - T_1}{\frac{9}{64}}$$

$$\times \frac{16}{48}$$

$$4a^2 + 8ab + 3b^2 = 0;$$

$$\sqrt{T_1} = -\frac{1}{2}\sqrt{T_3}$$

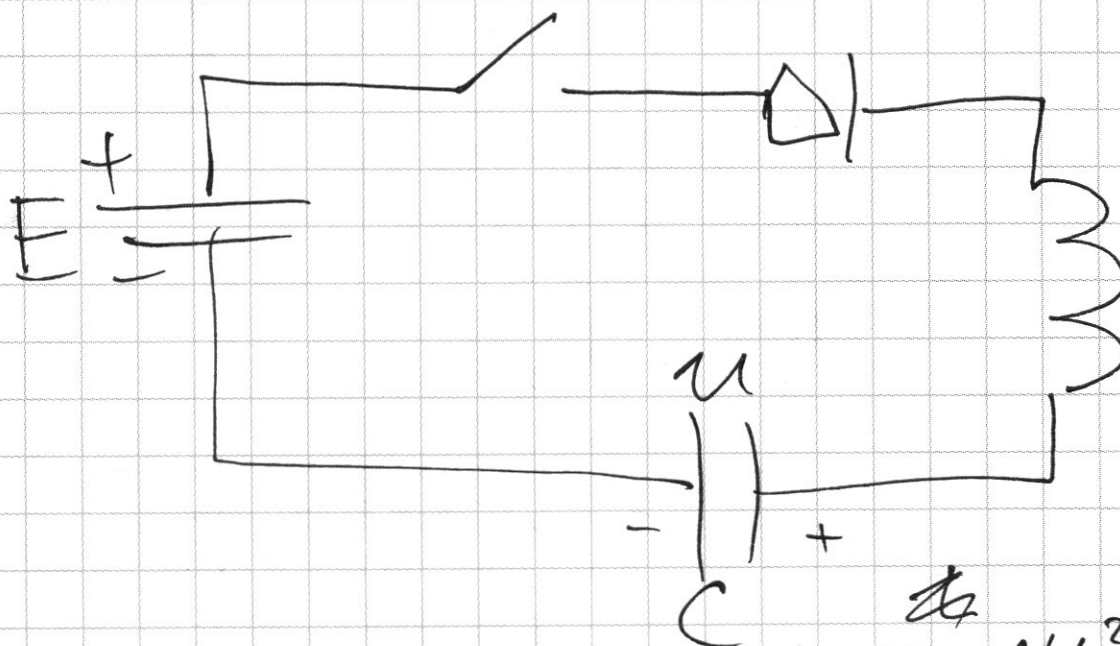
$$D = 64b^2 - 48b^2 = 16b^2;$$

$$a = \frac{-8b \pm 4b}{8} = \left[-\frac{1}{2}b, -\frac{3}{2}b; \right]$$

$$E - U_1 \geq 1B$$

$$U_1 = 8B;$$

$$(\sqrt{T_1} + \frac{1}{2}\sqrt{T_3})(\sqrt{T_1} + \frac{3}{2}\sqrt{T_3}) = 0;$$



$$E - U_1 = LI'$$

$$E = U_1 + LI'$$

$$\frac{LI'^2}{2} = \Delta q U$$

$$\Delta q \left(\frac{U_1^2}{2} + \frac{CU_1'^2}{2} + \frac{LI'^2}{2} \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{1}{F} = \frac{2}{3F} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} \left(1 - \frac{2}{3}\right) = \frac{1}{3F}$$

$$d = 3F$$

$$u = \frac{2\Delta x}{t} = 2v$$

$$\frac{3}{2}Av > \frac{3}{4}F^2$$

$$0,5F + \Delta x$$

$$F + 2\Delta x \vee F$$

$$d' = \frac{F}{1,5F + 2v\Delta t}$$

$$\Gamma = \frac{1,5F + 2v\Delta t}{F \cdot (1,5F + 2v\Delta t)} \cdot (0,5F + 2v\Delta t) =$$

$$= \frac{0,5F + 2v\Delta t}{F} = \frac{3}{4}F$$

$$h = \frac{3}{4} \cdot (0,5F + 2v\Delta t)$$

$$\frac{5F\Delta x}{\Delta t(F + 2\Delta x)} = \frac{5F2v}{F + 2\Delta x} = 10v$$

$$\left(3F - \frac{F(1,5F + 2\Delta x)}{0,5F + \Delta x}\right)^2 + \left(\frac{3}{8}F - \frac{3}{4}(0,5F + \Delta x)\right)^2 = \Delta S^2$$

$$v_u^2 = \frac{\Delta S^2}{\Delta t^2} = F^2 \left(\left(\frac{1,5F + 3\Delta x - 1,5F - \Delta x}{(0,5F + \Delta x) \cdot \Delta t} \right)^2 + \left(\frac{3}{4\Delta t} \left(\frac{F}{2} - \frac{F}{2} - \Delta x \right) \right)^2 \right)$$

$$= F^2 \left(\left(\frac{2\Delta x}{\Delta t \cdot (0,5F + \Delta x)} \right)^2 + \left(\frac{3}{4} \right)^2 v^2 \right)$$

$$\Delta p_{12} \Delta V_{23} = (p_2 - p_1)(V_3 - V_2) = p_2 V_3 - p_1 V_3 - p_2 V_2 + p_1 V_2 =$$

$$= \nu R T_3 - \nu R T_2 = \nu R \Delta T_{23}$$

$$= p_2 V_3 - p_1 V_3 - p_2 V_2 + p_1 V_2 = \nu R T_3 - p_1 V_3 -$$

$$\frac{p_3}{p_1} = \frac{V_3}{V_2} \quad V_2 = V_3 \frac{p_1}{p_3} \quad - \nu R T_2 + \nu R T_1$$

$$\frac{p_2}{V_3} = \frac{p_1}{V_1} \quad \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_3}{V_1} \quad \frac{T_3 - T_1}{T_3}$$

$$\frac{T_3 - T_1}{5T_3 - 2\sqrt{T_1 T_3} - 3T_1} \quad 5T_3 - 2\sqrt{T_1 T_3} - 3T_1 = T_3$$

$$4T_3 - 2\sqrt{T_1 T_3} - 3T_1 = 0; \quad 4a^2 - 2ab - 3b^2 = 0$$

$$T_2 = \sqrt{T_1 T_3} \quad a = \frac{-3b \pm \sqrt{9b^2 + 8b^2}}{8} = \frac{-3b \pm b}{8}$$

$$\frac{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})^2}{5T_3 - 2\sqrt{T_1 T_3} - 3T_1}$$

$$\frac{T_3 - T_2}{T_3 - T_2 + T_1 - T_2} = \frac{T_3 - T_2}{T_3 - 2\sqrt{T_1 T_3} + T_1} =$$

$$\frac{5T_3 - 2T_2 - 3T_1 - 4T_3 + 4T_1}{5T_3 - 2T_2 - 3T_1} = \frac{(\sqrt{T_3} + \sqrt{T_2})(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_2})}{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})^2} = \frac{a^2 - 2ab + b^2}{5(a-b)^2}$$

$$= 1 - 4 \cdot \frac{T_3 - T_1}{5T_3 - 2T_2 - 3T_1} = \frac{T_3 - T_2}{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})^2} \quad T_2^2 = T_1 T_3$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

$$\frac{T_3 - T_2}{T_3 - 2T_2 + T_1} = \frac{T_3 - T_2 - T_2 + T_2 + T_1 - T_1}{T_3 - 2T_2 + T_1} =$$

$$= 1 + \frac{T_2 - T_1}{T_3 - 2T_2 + T_1}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_1}{T_2}$$

$$\frac{p_2 V_1}{T_2} = \frac{p_2 V_3}{T_3}$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$\frac{V_1}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$$

$$D = 4b^2 + 60b^2 = 64b^2$$

$$a = \frac{2b \pm 8b}{10} = \frac{10b}{10} = b \quad \text{or} \quad -\frac{3}{5}b$$

$$p_2 \Delta V_{23} = \nu R \Delta T_{23}$$

$$\frac{2\nu R \Delta T_{13}}{\frac{3}{2}\nu R \Delta T_{13} + \nu R \Delta T_{23}} =$$

$$\eta = \frac{Q_u - Q_x}{Q_u}$$

$$= \frac{2.2 \Delta T_{13}}{3T_3 - 3T_1 + 2T_3 - 2T_2} =$$

$$= \frac{4T_3 - 4T_1}{5T_3 - 2T_2 - 3T_1}$$

$$Q_u = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{13} + p_2 \Delta V_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{13} + \nu R \Delta T_{23} =$$

$$Q_u = \frac{4\nu R \Delta T_{13}}{2} = 2\nu R \Delta T_{13}$$

$$a - b \leq ax + \frac{3}{5}bx$$

$$Q_x = +\frac{3}{2} \nu R \Delta T_{13} + \frac{1}{2}(p_1 + p_2) \Delta V_{23} = a(1-x) \leq b(\frac{3}{5}x + 1)$$

$$= \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{13} + \frac{1}{2}(p_1 V_3 - p_1 V_2 + p_2 V_3 - p_2 V_2) =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{13} + \frac{1}{2}(\nu R T_3 - \nu R T_1) = 2\nu R \Delta T_{13}$$