

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

Класс 11

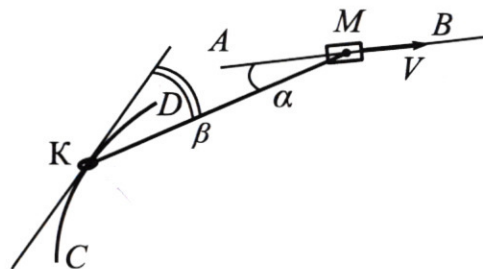
Вариант 11-04

Шифр L.49

(заполняется секретарём)

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

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.



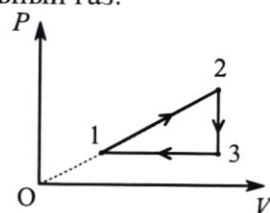
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.

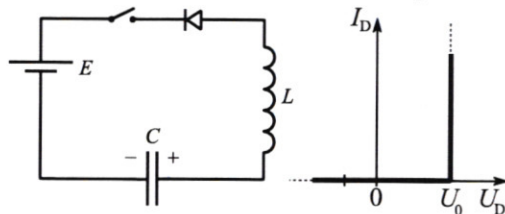
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

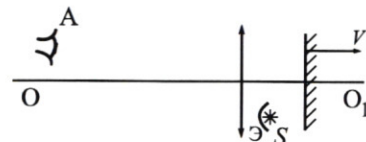


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

МЕСТ 1. ВАРИАНТ 4.

№3.
Найти: $y = \frac{|q|}{m}, t, v_0$

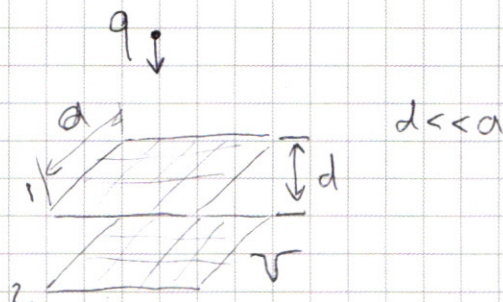
Дано:
 $d, U, V_0, q < 0$

Решение

1. Внутри
конденсатора

$$E = \frac{U}{d}$$

$$E = \frac{U}{d} \text{ (напряженность между обкладками)}$$



2. На частицу в конденсаторе будет действовать сила $F = +qE, F = -|q|E$, т.е. $F \uparrow \downarrow E$
 $F = ma, a = -\frac{|q|}{m}E$

Тогда, чтобы частица остановилась в конденсаторе 1 обкладка должна быть заряжена положительно, 2-ая отрицательно

($F \uparrow \downarrow E, v \downarrow \rightarrow a \uparrow \downarrow v$, т.к. $a = -\frac{|q|}{m}E$ ($a \uparrow \downarrow E$))
то $E \uparrow \downarrow a, E \uparrow \downarrow v$, сонаправлены.
 $a \uparrow \downarrow v$

3. Т.к. частица остановится на расст. $0,8d$ от отриц. пластины, то она пройдет путь $0,8d$ (от положит. пластины в сторону отрицательной), электрическое поле конденсатора совершит работу $A = 0,8dE|q|$.

Всё имеет т.к. остановится то всё kinetic. энергия перейдет в работу эл. поля (т.к. $v=0$).

3.С.Э:

$$\frac{m v_0^2}{2} = 0,8dE|q| \quad \left. \begin{array}{l} \\ E d = U \end{array} \right\} m v_0^2 = 1,6 U |q|$$

$$y = \frac{|q|}{m} = \frac{v_0^2}{1,6 U}$$

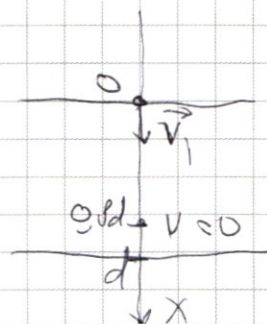
сонаправлено с скоростью v ,

4. Введем ось x ($x \uparrow \downarrow v$)

Т.к. $a_x = -\frac{|q|}{m}E = -yE = \text{const}$, то

$$v_x(t) = v_0 + a_x t, v(t) = v_0 - yE t$$

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{a_x t^2}{2}, x(t) = v_0 t - \frac{yE t^2}{2}$$



Частичка движется:

$$x(t) = 0, \quad V_1 t - \frac{\gamma E t^2}{2} = 0, \quad t(V_1 - \frac{\gamma E t}{2}) = 0$$

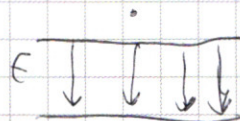
$$\begin{cases} t = 0 & \text{частичка начинает движение} \\ t = \frac{2V_1}{\gamma E} \end{cases}$$

$$T = t = \frac{2V_1 d}{\gamma V} = \frac{2V_1 d \cdot 1,6 V}{V_1^2 V} = \frac{3,2 d}{V_1}$$

3. ВНЕ ПЛАСТИН КОМПЬЮТЕРА НА ЧАСТИЦУ НЕ ДЕЙСТВУЮТ НИКАКИЕ СИЛЫ:

$$V(T) = \text{const} = V_0$$

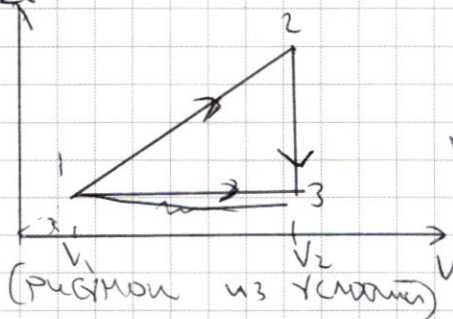
$$V_0 = V_1 - \gamma E T = V_1 - \frac{V_1^2 V}{1,6 V} \cdot \frac{3,2 d}{V_1} = -V_1$$



т.е. $|V_0| = |V_1|$, но $\vec{V}_0 \uparrow \vec{V}_1$

Ответ: 1) $\gamma = \frac{|q|}{m} = \frac{V_1^2}{1,6 V}$, 2) $T = \frac{3,2 d}{V_1}$, 3) $V_0 = -V_1$ ($|\vec{V}_0| = |\vec{V}_1|$)

N_2



1-2: $PV = \alpha V$ $P(0) = 0$ т.к. производная здесь не имеет значения.

$$\begin{aligned} PV &= \alpha V \\ P &= \alpha \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} PV &= \alpha V \\ P &= \alpha \end{aligned} \right\} \alpha V^2 = \alpha V R T$$

т.к. α const

$$A_{12} = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \alpha (V_2^2 - V_1^2)$$

$$\alpha V_1^2 = \alpha R T_1, \quad \alpha V_2^2 = \alpha R T_2 \quad \left. \begin{aligned} \alpha V_1^2 &= \alpha R T_1 \\ \alpha V_2^2 &= \alpha R T_2 \end{aligned} \right\} \nu R (T_2 - T_1) = \alpha (V_2^2 - V_1^2)$$

тогда $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} \alpha (V_2^2 - V_1^2)}{\frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2)} = 3$ ответ на 2-ой вопрос.

2-3: $V = \text{const}$, $p \downarrow \rightarrow T \downarrow$ ($T = \frac{PV}{\nu R}$)

$Q = C_{V, \Delta} T$ (молярная теплоемкость равна числу степеней свободы, к газу относятся к температур, на которую газ нагревается / охлаждается / разность температур).

$$\begin{aligned} Q_{2,3} &= A_{2,3} + \Delta U_{2,3} \\ V &= \text{const} \rightarrow A_{2,3} = 0 \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} Q_{2,3} &= \Delta U_{2,3} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = C_{V, \Delta} \Delta T_{2,3} \\ &= \frac{3}{2} (\alpha V_1 V_1 - \alpha V_2^2) \end{aligned} \right\} \text{см лист } N_2.$$

3-1: $P = \text{const}$, $V \downarrow \rightarrow T \downarrow$ ($T = \frac{PV}{\nu R}$)

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = P_1 (V_1 - V_2) + \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = C_{P, \Delta} \Delta T_3$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Мисс 2.

√2.

$$P_1 = \alpha V_1$$

$$VRT_1 = P_1 V_1 = \alpha V_1^2, T_1 = \frac{\alpha V_1^2}{VR}$$

$$VRT_3 = P_1 V_2 = \alpha V_1 V_2, T_3 = \frac{\alpha V_1 V_2}{VR} = \frac{\alpha V_1 (V_1 - V_2)}{VR}$$

$$Q_{3,1} = \alpha V_1 (V_1 - V_2) + \frac{3}{2} (\alpha V_1^2 - \alpha V_1 V_2) = \alpha \left(\frac{5}{2} V_1^2 - \frac{3}{2} V_1 V_2 \right)$$

$$= \alpha (V_1 - V_2) \left(V_1 + \frac{3}{2} V_1 \right) = \frac{5}{2} V_1 \alpha (V_1 - V_2) = C_{V3,1} \Delta T_{3,1} = C_{V3,1} \frac{\alpha V_1 (V_1 - V_2)}{VR}$$

$$\frac{5}{2} V_1 \alpha (V_1 - V_2) = C_{V3,1} \frac{\alpha V_1 (V_1 - V_2)}{VR}, C_{V3,1} = VR \cdot \frac{5}{2}$$

$$Q_{2,3} = \frac{3}{2} \alpha V_2 (V_1 - V_2) = C_{V2,3} (T_3 - T_2) = C_{V2,3} \left(\frac{\alpha V_2}{VR} (V_1 - V_2) \right)$$

$$C_{V2,3} = \frac{3}{2} VR$$

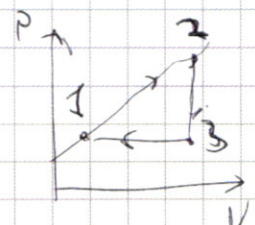
$$\frac{C_{V3,1}}{C_{V2,3}} = \frac{5}{2} = \frac{5}{3} - \text{ответ на 1-й вопрос. / или } \frac{C_{V2,3}}{C_{V3,1}} = \frac{3}{5}$$

3) Как будет изображено на рис в условии, т.е. процесс 1-2, потом 2-3, 3-1.

$$1-2: A > 0, \Delta U > 0, Q_{12} > 0$$

$$2-3: A < 0, \Delta U < 0, Q_{23} < 0$$

$$3-1: A < 0, \Delta U < 0, Q_{13} < 0$$



$$\text{тогда } \eta = \frac{A_{123}}{Q^+} = \frac{A_{12} + A_{31}}{Q_{12}} = \frac{\frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2) + \alpha V_1 (V_1 - V_2)}{\frac{3}{2} \alpha (V_2^2 - V_1^2) + \frac{\alpha}{2} (V_1^2 - V_2^2)}$$

$$= \frac{1 + \frac{V_1}{V_1 + V_2}}{3 + 1} = \frac{1}{4} - \frac{1}{4 \left(1 + \frac{V_2}{V_1} \right)}$$

см. отв. сверху.

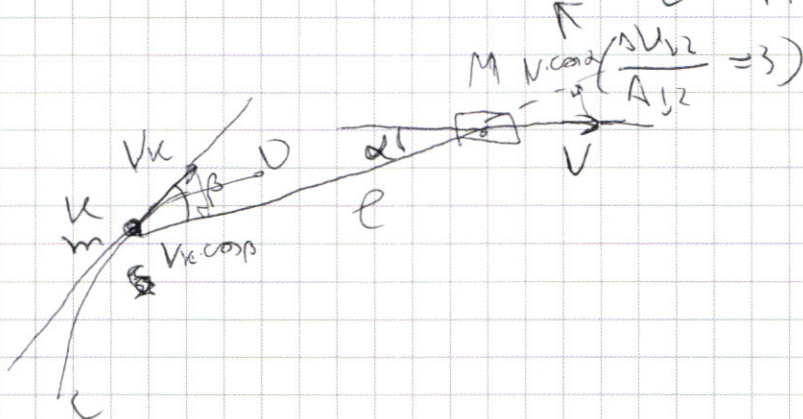
4) Макс КПД у нас будет максимальным если $V_2 \gg V_1$, тогда.

$$\frac{V_2}{V_1} \gg 1 \rightarrow \frac{1}{1 + \frac{V_2}{V_1}} \rightarrow 0, \text{ т.е.}$$

$$\eta_{\max} = \frac{1}{4} - \frac{1}{4} \cdot (0) = \frac{1}{4}. \text{ ответ на 3-й вопрос}$$

Ответ: 1) $\frac{v_{32}}{v_{33}} = \frac{5}{3}$, 2) 3, 3) $\eta = \frac{1}{4}$.

№1.



$$V = 2 \frac{m}{E} \\ m = 9.1 \mu\text{g} \\ R = 3.5 \text{ м}, \rho = \frac{17.2}{15} \\ \cos \alpha = \frac{4}{5} \\ \cos \beta = \frac{8}{17}$$

$$V_K = ?, V_{отн} = ?, T = ?$$

1) Проекция V_K на ось KM должна быть равна проекции

V на ось KM (т.е. $V_K \cos \beta = V \cos \alpha$). (Правда что трое очень жесткий, тогда расстояние между двумя точками трое расстояния, тогда скорости точек в проекции на ось трое равны).

$$V_K \cdot \cos \beta = V \cdot \cos \alpha, V_K = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}, V_K = 2 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{17}{8} = \frac{17}{5} \left(\frac{m}{c} \right), V_K = 3.4 \left(\frac{m}{c} \right)$$

2) скорость центра отнес. массы:

$$\vec{V}_{отн} = \vec{V}_K + \vec{V}$$

введем ось $X \parallel V$:

$Y \perp X, X \parallel KM$, тогда

$$V_x + V_{Kx} = 0 \text{ (и п.1)}, V_{отнX} = 0$$

$$V_{отнY} = V_{Ky} + V_y, V_{отнY} = V_K \cdot \sin \beta + V \cdot \sin \alpha = V \frac{\cos \alpha \cdot \sin \beta}{\cos \beta} +$$

$$V_{отн} = \sqrt{V_{отнX}^2 + V_{отнY}^2} = |V_{отнY}| = V_{отнY}. \text{ (} V_{отнX} = 0 \text{)}.$$

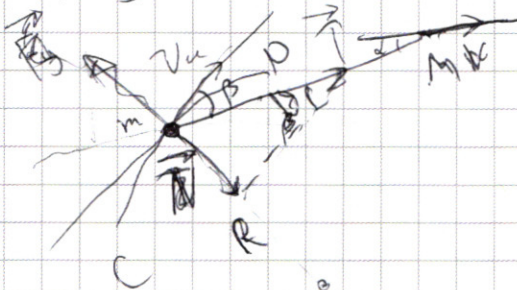
$$V_{отн} = 2 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{17}{8} + 2 \cdot \frac{3}{5} = 3 + \frac{6}{5} = \frac{21}{5} \left(\frac{m}{c} \right) = 4.2 \left(\frac{m}{c} \right)$$

$$V_{отн} = \sqrt{2} \frac{m}{c} \text{ (} V_{отн} \perp KM \text{)}.$$

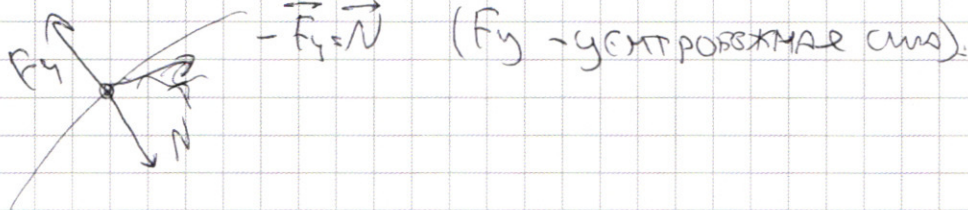
см. лист №3.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

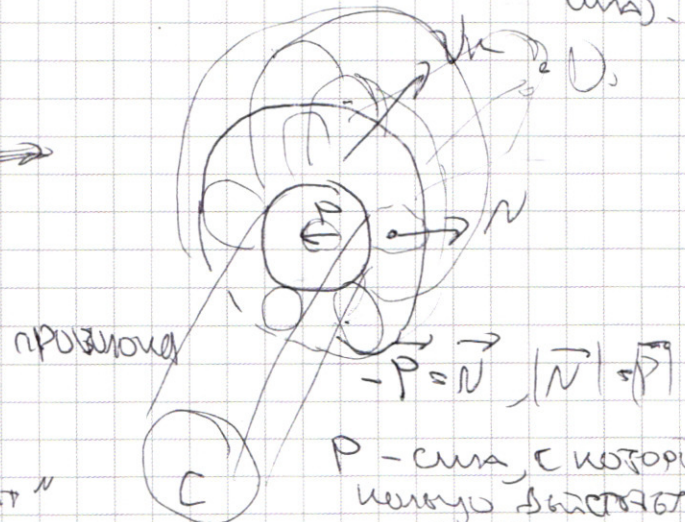
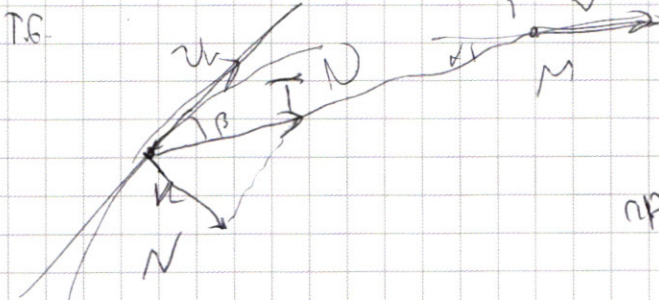
№1. МГТЗ.
3) РАССМОТРИМ СЛУЧАЙ, ВОЗНИКАЮЩИЙ НА КОЛЬЦЕ.



РАССМОТРИМ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ КОЛЬЦА ПО КРИВОЙ ЛИНИИ (ВВЗ ТРАКТА) ОТНОСИТЕЛЬНО КОЛЬЦА:



В ТОЧКЕ С ЛОД: $\vec{N} = \vec{F}_{\text{центр}} (F_{\text{центр}} - \text{УСКОРЕНИЕ ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНОЕ СИЛА}).$
 $\left. \begin{aligned} \vec{N} &= -\vec{F}_y \\ F_y &= -F_{\text{центр}} \end{aligned} \right\} \vec{N} = \vec{F}_{\text{центр}}$



(ОТНОС КОЛЬЦА: КОЛЬЦО, УКОСИТ С ОУСКОРЕНИЕМ ЗАБЫ ПРОБЛЕМ, ЭТОМУ МЕШАЕТ СИЛА $\vec{P}$.)

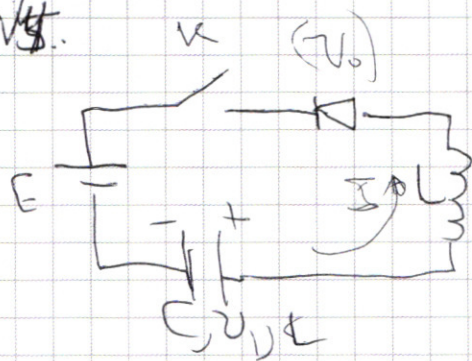
$$T \cdot \sin \alpha = N = \frac{m v_k^2}{R}$$

$$T = \frac{m v_k^2}{R \sin \alpha} = \frac{0.4 \cdot 12^2 \cdot 10^3}{15 \cdot 15 \cdot 15} = \frac{17^3 \cdot 4}{3 \cdot 57} = \frac{5516 \cdot 4 \cdot 8}{1000 \cdot 57} = \frac{22064}{1000} \cdot \frac{8}{57} = 22064 \cdot \frac{8}{57}$$

СИ. ОВР. СТОРОНЫ

$$= 22,064 \cdot \frac{8}{57} = 22,064 \cdot 0,140 = 3,088960 \approx 3,09(\text{H}).$$

Н/д.



$$L = 0,4 \text{ Гн}$$

$$U_1 = 9 \text{ В}$$

$$C = 10 \text{ мкФ}$$

$$E = 6 \text{ В}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

1) когда ключ K замыкают;
тогда по теореме Кирхгофа, т.е.

$$U_1 - E = 9 - 6 = 3 \text{ В} > 1 \text{ В}$$

$$U_1 - E > U_0$$

2-й закон

$$\frac{U_C(t) - U_0}{C} = \frac{1}{C} \int I(t) dt = U_1 + \frac{1}{C} \int I(t) dt$$

тогда когда
кнопка
нажата, т.е.

$$\int -I(t) dt$$

$$U_C + LI' - E = 0$$

$$U_1 - E + \frac{1}{C} \int I(t) dt + LI' = 0$$

$$\text{поскольку } \int I(t) dt = u(t), \text{ тогда}$$

$$U_1 - E + \frac{u(t)}{C} + L u''(t) = 0$$

$$C(U_1 - E) + u(t) = -CL u''(t)$$

$$\text{поскольку } C(U_1 - E) + u(t) = m(t), \text{ тогда } m''(t) = u''(t)$$

$$m(t) = -CL m''(t), \quad m''(t) = -\frac{m(t)}{CL} = -\omega^2 m(t)$$

$$m(t) = m(0) \cos \omega t$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{CL}}$$

$$m(0) = u(0) + C(U_1 - E) = C(U_1 - E)$$

$$C(U_1 - E) + u(t) = C(U_1 - E) \cos \omega t$$

$$u(t) = C(U_1 - E) (\cos \omega t - 1)$$

$$-I(t) = u'(t) = C\omega(U_1 - E) (-\sin \omega t)$$

$$I(t) = \sqrt{\frac{C}{L}} (U_1 - E) \sin \omega t$$

$$I'(t) = \frac{U_1 - E}{L} \cos \omega t, \quad I'(0) = \frac{U_1 - E}{L} = \frac{9 - 6}{0,4} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{4} = 75 \left(\frac{\text{А}}{\text{с}} \right)$$

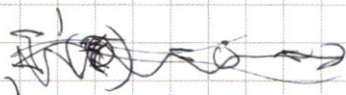
см лист №1.

ответ на 1-й
вопрос

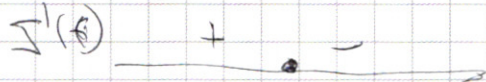
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

мощ.

МЧ,



$$I \leq 0 \rightarrow \cos \omega t = 0 \rightarrow \sin \omega t = 1.$$



$I(t)$ $I_{\text{макс}} \text{ МА.}$

$$I(t) = \frac{U_1 - E}{\sqrt{L}} = 3 \sqrt{\frac{10^{-6}}{0,4}} = \frac{3}{\sqrt{2}} \sqrt{10^{-6}} = \frac{3 \cdot 10^{-2}}{\sqrt{20}}$$

$$I_{\text{макс}} = \frac{U_1 - E}{\sqrt{L}}, \quad I_{\text{макс}} = \frac{9-6}{1} \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6}}{0,4}} = 3 \sqrt{\frac{10^{-5}}{4 \cdot 10^{-1}}}$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \sqrt{10^{-6}} = \frac{3}{2} \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot 10^{-3} = 0,0015 \text{ (A)} = 1,5 \text{ (мА)}$$

$$U_C(t) = U_1 + \frac{1}{C} u(t) = U_1 + \frac{1}{C} C(U_1 - E) \cos \omega t =$$

$$U_1 + E - U_1 + (U_1 - E) \cos \omega t = E + (U_1 - E) \cos \omega t$$

т.е. сдвигается за счёт переключения с конденсатора,

т.к. диод не пропускает ток в обратную сторону,

тогда $U_C \geq U_1 + U_0$

$$U_C \geq 6+1, \quad U_C = 7 \text{ В.}$$

установившаяся
режим.

Ответ 1) $\frac{U_1}{\sqrt{L}} \left(\frac{U_1 - E}{C} \right), 2) 1,5 \text{ мА} \left(\frac{U_1 - E}{1} \sqrt{\frac{C}{L}} \right), 3) U_C = 7 \text{ В.}$

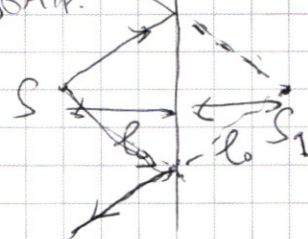
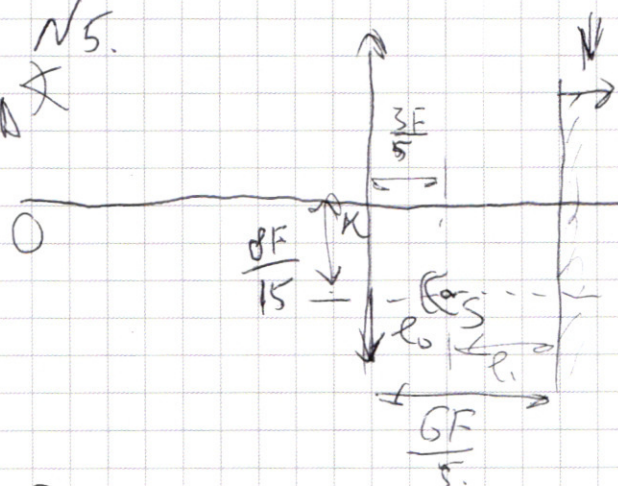
МЧ.

СМ МА ОБОРОТ.

N5.
X

S - источник
A - ПЛАЗ НАДВОЯ ЗАТЕМ

S₁ - мнимый источник
(ОТРАЖЕНИЕ В ЗЕРКАЛЕ)
S₀ - промежуток S₁ на от ГОО
к-во т.ч. устр.



$r_{0k} = d$ (расст между S₁ и мнимой).

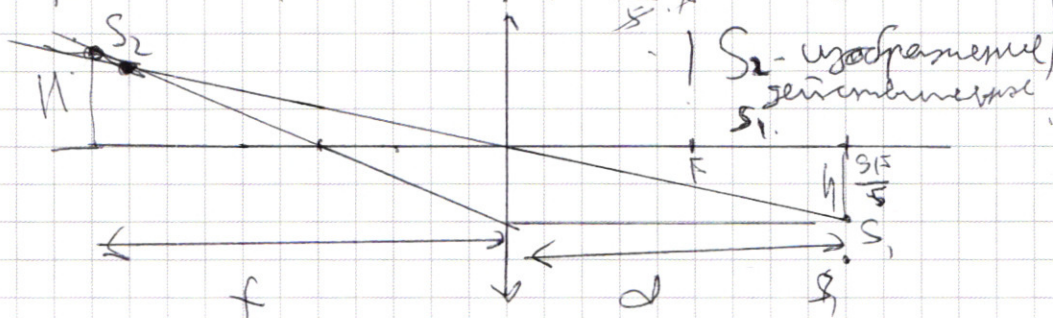
$$d = \left(\frac{GF}{5} - \frac{3F}{5} \right) \cdot 2 + \frac{3F}{5} = \frac{9F}{5}$$

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

формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{dF} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{\frac{9F}{5} - F}{\frac{9F}{5} \cdot F} = \frac{4}{9F}$$

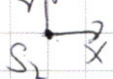
$$f = \frac{9F}{4}$$



1) $f = \frac{9F}{4}$ слобда от мнжн. (ответ на 1-й вопрос).

$$2) \frac{1}{h} = \frac{f}{d}, M = h \frac{f}{d} = h \frac{F}{d-F}$$

Ворнамо движется со скоростью V , тогда $r. S_1$ глубина со скоростью $2V$ ($d = l_0 + \frac{GF}{5} + 2(l_1 + Vt) = l_0 + 2l_1 + 2Vt$)
 l_1 - расст от источника S до зеркала.
($V_{S1} = 2V$)



$$3) V_{ист} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

$$V_x = f'(t) = \left(\frac{dF}{dF} \right) \cdot \left(\frac{l_0 + 2l_1 + 2Vt}{(l_0 + 2l_1 - F + 2Vt)^2} \right) = \left(F + \frac{F^2}{l_0 + 2l_1 - F + 2Vt} \right) = F^2 \left(\frac{-2V}{(l_0 + 2l_1 - F + 2Vt)^2} \right), \text{ при } F=0 \quad V_x = \frac{-2VF^2}{(l_0 + 2l_1 - F)^2} = -2V \frac{F^2}{\left(\frac{4F}{5} \right)^2} = -2V \frac{25}{16}$$

см. ответ N5

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

МКТ №5.
№5.

Р.С. $V_x(0)$ $V_x(D)$ и $V_y(0)$ в момент времени (расстояние от зеркала $\frac{9F}{5}$).

$V_x = -2V \frac{25}{4} = -V \frac{25}{2}$, $d = d(t) = \omega t l + 2Vt$

$V_y(t) = M(t) = \left(h \frac{F}{d-F} \right) = hF \left(\frac{1}{d-F} \right) = hF \frac{-(2V)}{\left(\frac{9F}{5} + 2Vt \right)^2}$

$V_y(0) = hF - \frac{2V \cdot 25}{16F} = -\frac{25Vh}{8F} = -25V \frac{8F}{15 \cdot 8F} = -\frac{5}{3}V$

Т.Е. изображение (от мкн) "прижимается" к оси ГОД и отменяется

$V_{\text{изобр}} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{\left(\frac{100}{8} \right)^2 V^2 + \frac{25}{9} V^2} = V \sqrt{25 \frac{25}{4} + \frac{25}{9}}$

$5V \sqrt{\frac{25}{4} + \frac{1}{9}} = 5V \sqrt{\frac{225+4}{36}} = \sqrt{\frac{229}{6}} 5V \approx 15,133$

$\sqrt{229} = 15,133$

$\sqrt{229} \approx 15,1327$

$\approx \frac{15,133}{6} \cdot 5V = 3,522 \cdot 5V = 12,61V \left(\frac{м}{с} \right)$

2) α угол?

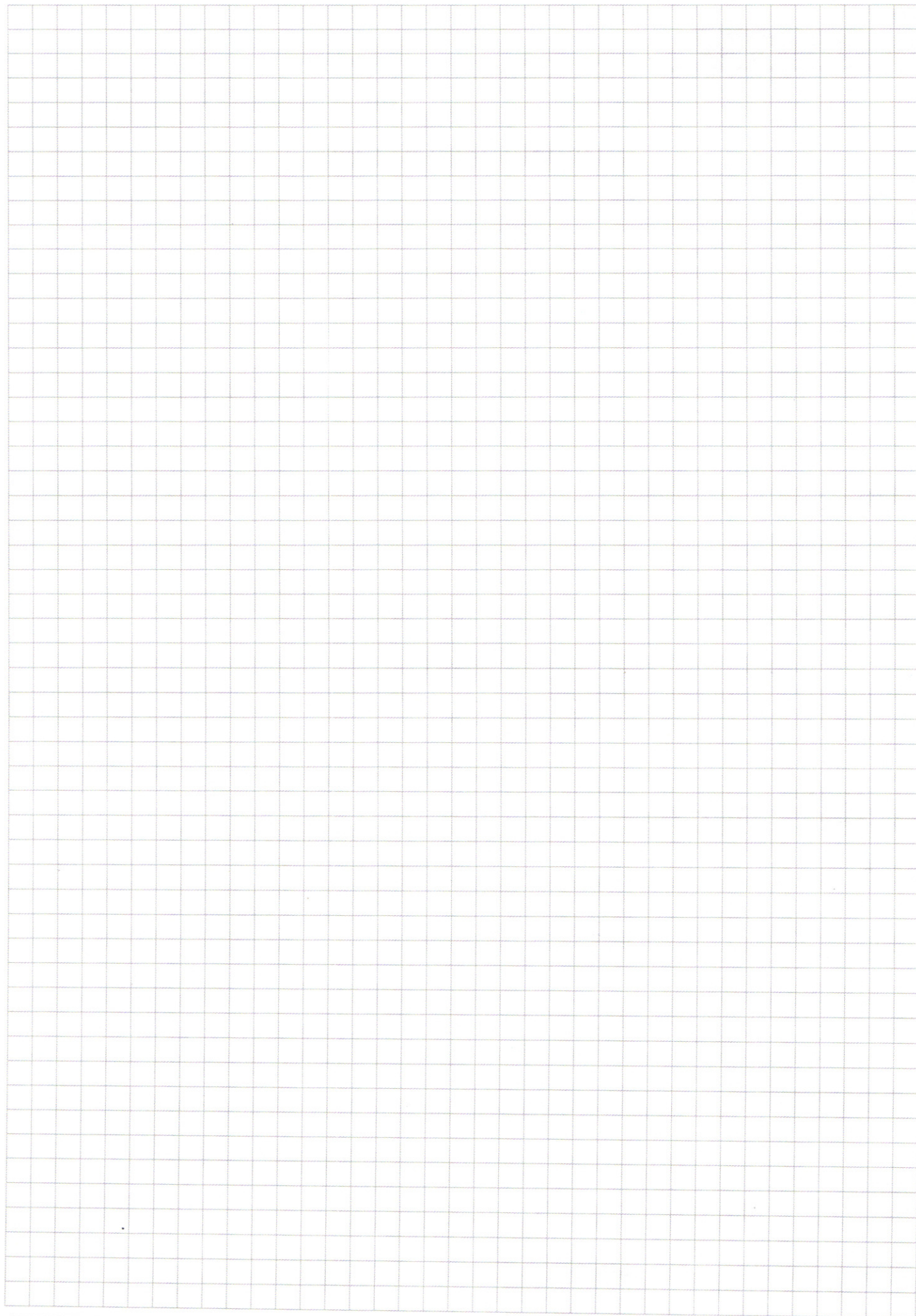
$\text{tg } \alpha = \frac{V_y}{V_x}$

$\text{tg } \alpha = \frac{-\frac{5}{3}V}{-\frac{25}{2}V} = \frac{2}{3 \cdot 5} = \frac{2}{15}$

$\alpha = \arctg \frac{2}{15}$

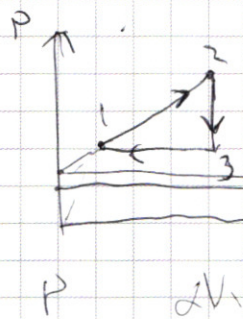
Ответ: 1) $f = \frac{9F}{V}$ (м) севе от мкн; 2) $V_{\text{изобр}} \approx 12,61V \left(\frac{м}{с} \right)$.

3) $\alpha = \arctg \frac{2}{15}$ (изображение отменяется от мкн, и прижимается к ГОД).



☐ черновик ☒ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 1
(Нумеровать только чистовики)



1-2 $P \propto V$ $P(0) = 0$
 $PV = \nu RT$
 $\propto V^2 = \nu RT$
 $T \propto \frac{V^2}{\nu R}$

$Q = \nu C_V T$

$\frac{\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)}{\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)} = \frac{i \nu R (T_2 - T_1)}{\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)}$

$\frac{i \nu R (\frac{1}{2} (V_1^2 - V_2^2))}{(V_1^2 - V_2^2)}$

i

$\frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}} = C_V$

$Q = A + \dots$

2-3:
 $P = \text{const}$
 $P \propto T$

$T \propto V^2$

3-1. $A \propto 0$
 $P \propto V$
 $\Delta U < 0$

$T_2 - T_1 = \frac{1}{\nu R} (V_2^2 - V_1^2)$

$\frac{\frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_1)}{(T_3 - T_1)} = C_V$

$A = \frac{1}{2} \nu R (V_2^2 - V_1^2)$

$\frac{1}{2} \nu R (V_2^2 - V_1^2) = \frac{1}{2} \nu R (V_2^2 - V_1^2)$

$\frac{1}{2} (V_2^2 - V_1^2) - \alpha V_1 (V_2 - V_1)$

$\frac{1}{2} (V_2^2 - V_1^2) - \alpha V_1 (V_2 - V_1)$

$\alpha (V_2^2 - V_1^2) = \alpha (V_2^2 - V_1^2) + i \nu R (T_2 - T_1)$
 $= \alpha (V_2^2 - V_1^2) (i+1)$

$\alpha (V_2^2 - V_1^2) + i \nu R (T_2 - T_1)$
 $= \alpha (V_2^2 - V_1^2)$

$\frac{1}{2} + \frac{V_1 (V_1 - V_2)}{(V_2 - V_1)(V_1 + V_2)}$
 $i+1$

$\frac{1}{2} + \frac{V_1}{(V_1 + V_2)}$
 $i+1$

$\frac{1}{(1 + \frac{V_1}{V_2})}$

$\frac{A}{Q^+} = \frac{1}{(i+1)}$

$\frac{A}{Q^+} = 1 - \frac{Q^-}{Q^+}$

$1 - \frac{Q^-}{Q^+} = \frac{\alpha V_1 (V_1 - V_2) + \frac{1}{2} \nu R (T_1 - T_2) + \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_2)}{(i+1) \alpha (V_2^2 - V_1^2)}$

$\frac{1}{2(i+1)} = 1 - \frac{3i+2}{2(i+1)}$

$\alpha V_1 (V_1 - V_2) + \frac{1}{2} \nu R (T_1 - T_2)$
 $(i+1) \alpha (V_2^2 - V_1^2)$

$\alpha (V_1 (V_1 - V_2) + \frac{1}{2} \alpha (V_2^2 - V_1^2))$
 $(i+1) \alpha (V_2^2 - V_1^2)$

$1 - \frac{V_1}{V_2 + V_1} + \frac{i}{2}$
 $(i+1)$

$\frac{i+1 + \frac{i}{2} - \frac{V_1}{V_2 + V_1}}{(i+1)}$

$1 = \frac{2i+2 - 3i+2}{2(i+1)}$

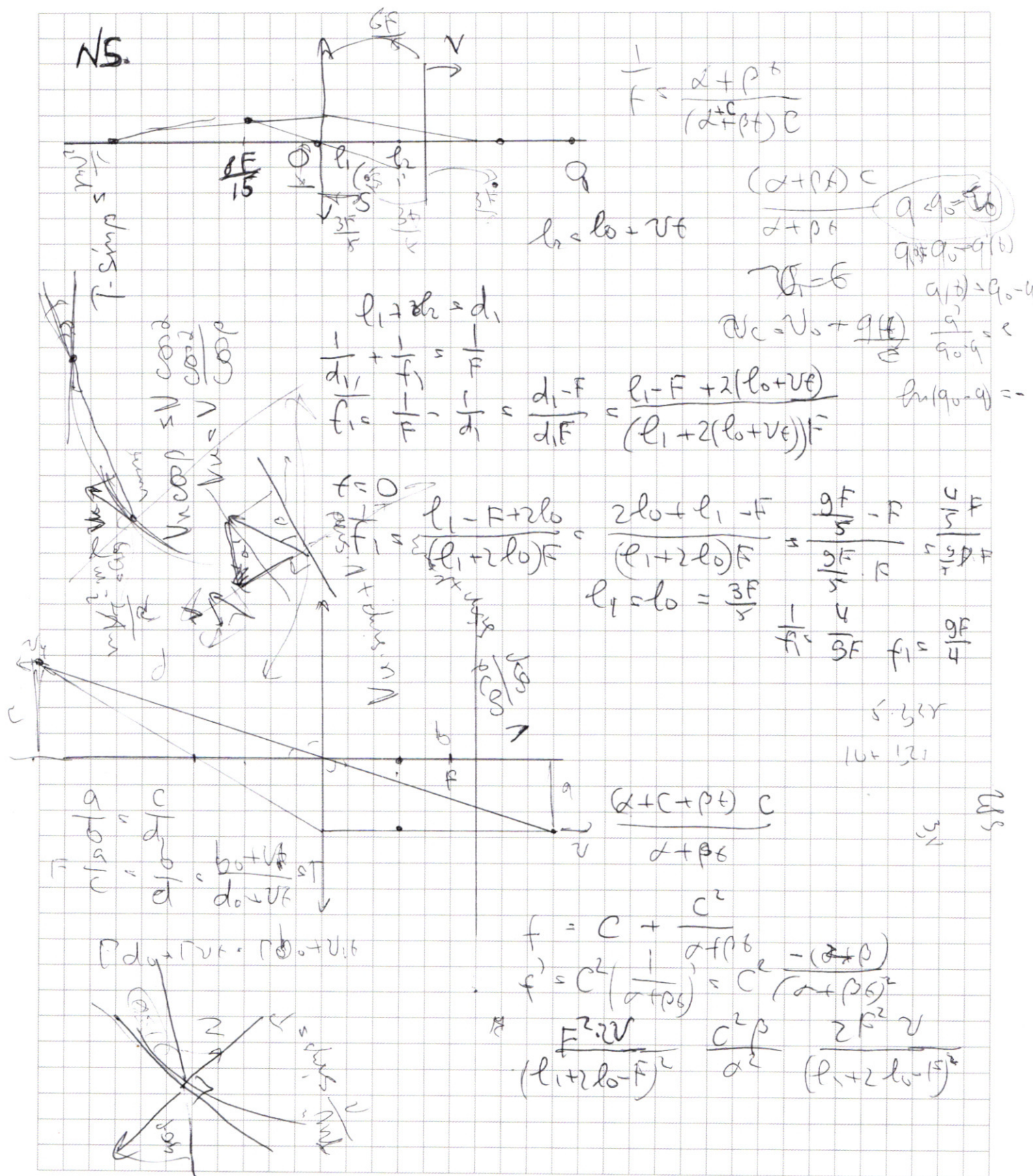
$\frac{3i+2}{2(i+1)} = \frac{V_1}{(V_2 + V_1)(i+1)}$

$\frac{4-i}{2(i+1)}$

$\frac{2i+2 - 3i+2}{2(i+1)}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\sqrt{225} = 15$$

$$\sqrt{225} = 15,133$$

$$15,133$$

$$28 \quad 125$$

$$301 \quad 400$$

$$3023 \quad 9000$$

$$30262 \quad 83100$$

$$302647 \quad 2257.600$$

$$15,133 \quad 6$$

$$15,133 \quad 6$$

$$78665 \quad 6$$

$$x_1 = 15,133$$

$$x_2 = 15,133$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$U_C = U_0 + \frac{q(t)}{C} \quad q(t) = q_0 + \int I(t) dt$$

$$U_C + LI' = E \quad q(t) = \int I(t) dt = C + \int \frac{I(t) dt}{L}$$

$$U_0 - E + \frac{q(t)}{C} + LI' = 0 \quad q = CV$$

$$U_0 - E +$$

$$U_0 - E + \frac{1}{C} u + LI'' = 0 \quad V = \frac{q}{C}$$

$$C(U_0 - E) + u = -LCu'' \quad V = \frac{q_0}{C} + \frac{u(t)}{C}$$

$$\frac{1}{-LC} \frac{C(U_0 - E) + u}{C(U_0 - E) + u} = u'' \quad u(t) = u(t) = \frac{C(U_0 - E)}{LC}$$

$$u'' = -\frac{1}{LC} u'' \quad u'' = \frac{C(U_0 - E)}{LC} (-\cos \omega t)$$

$$-LCu'' = u \quad u'' = -\frac{\omega}{LC} u$$

$$u = u_0 \cos \omega t \quad \frac{q_0}{C} + \frac{C(U_0 - E)}{C} (\cos \omega t - 1)$$

$$C(U_0 - E) + u = \frac{C(U_0 - E)}{LC} \cos \omega t \quad U_0 + (U_0 - E) (\cos \omega t - 1)$$

$$C(U_0 - E) + u = C(U_0 - E) \cos \omega t \quad U_0 - U_0 + E + (U_0 - E) \cos \omega t$$

$$u = C(U_0 - E) (\cos \omega t - 1) \quad U_0 - U_0 + E + (U_0 - E) \cos \omega t$$

$$u' = \sqrt{\frac{C}{L}} (U_0 - E) (-\sin \omega t)$$

$$I(t) = C(V_0 - \epsilon) \left(\frac{1}{LC} e^{-\frac{t}{LC}} \right)$$

$$I'(t) = \frac{C(V_0 - \epsilon)}{(LC)^2} + \left(-\frac{t}{LC} \right)$$

$$\frac{C(V_0 - \epsilon)}{(LC)^2} = \frac{V_0 - \epsilon}{LC^2}$$

$$\frac{q}{v}$$

$$q = CV$$

$$I = CV$$

$$V_0 - \epsilon = LI$$

$$\frac{B}{F \cdot \mu_0}$$

$$\beta = \frac{1}{c}, C = L$$

$$\alpha + \beta x = -C x''$$

$$x'' = -\frac{\alpha}{C} - \frac{\beta}{C} x$$

$$y = -\frac{\alpha}{C} - \frac{\beta}{C} x$$

$$y' = -\frac{\beta}{C} x'$$

$$y'' = -\frac{\beta}{C} x''$$

$$-\frac{C}{\beta} y'' = y = \omega^2$$

$$y'' = -\frac{\beta}{C} y$$

$$y = y_0 \cos \omega t$$

$$y = \left(-\frac{\alpha}{C} - \frac{\beta}{C} x \right) = -\frac{\alpha}{C} \cos \omega t$$

$$\frac{\alpha}{C} (\cos \omega t - 1) = \frac{\beta}{C} x$$

$$x = \frac{\alpha}{\beta} (\cos \omega t - 1)$$

$$q(t) = C(V_0 - \epsilon) (\cos(\sqrt{LC} t) - 1)$$

$$q'' = C(V_0 - \epsilon) (-LC \cos \sqrt{LC} t)$$

$$\frac{A}{C} = LC^2 (V_0 - \epsilon)$$

$$\frac{LC \cdot q}{F \cdot \mu_0}$$

$$C = \sqrt{LC}$$

$$LC = C^2$$

$$\frac{15.15}{\pi}$$

$$\frac{4824}{15.15}$$

$$\frac{(V_0 - \epsilon)}{L}$$

$$1,56 \cdot 10^3$$

$$\frac{66}{219}$$

$$\frac{1}{17}$$

$$1628$$

$$285$$

$$5516$$

$$2206V$$

$$2306V$$

$$\frac{LI^2}{2} = \frac{C(V_0 - \epsilon)^2}{2}$$

$$\frac{1}{1000} \cdot \frac{p}{57}$$

$$1,2$$

$$3,1$$

$$\frac{p}{57}$$

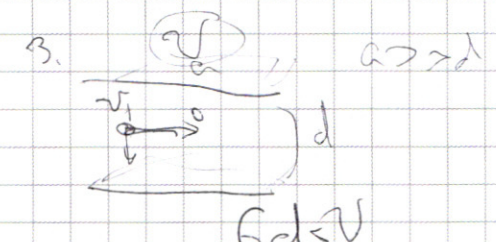
$$\frac{1057}{3201402}$$

$$250$$

$$229$$

$$200$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.  qV_1

$F = -qE = m\ddot{x}$
 $a = \text{const}$

$\frac{m v_1^2}{2} = |q|Ed$

$\frac{v_1^2}{2 \cdot 9 \cdot 10^8} = \frac{|q|}{m}$

$v = v_1 + at$

$x = x_0 + v_1 t + \frac{at^2}{2}$

$x = 0$

$v_1 t + \frac{at^2}{2} = 0$

$t(v_1 + \frac{at}{2}) = 0$

$v_1 = -\frac{at}{2}$

$t = \frac{2v_1}{-a} = \frac{2v_1}{\frac{|q|}{m}E} = \frac{2v_1}{\frac{|q|}{m} \frac{V}{d}}$

$= \frac{2v_1}{\frac{v_1^2}{2 \cdot 9 \cdot 10^8} d} = \frac{4 \cdot 9 \cdot 10^8}{v_1} = \frac{3.2d}{v_1}$

$\sqrt{4}$

$(V_C + LI)' = E$

$V_C = V_{C0} + \frac{q(t)}{C}$

$V_{C0} + \frac{q(t)}{C} + L q'(t) = E$

$V_{C0} - E + \frac{q(t)}{C} = -L q'(t)$

$q < 0$

$-\frac{1}{LC} = \frac{q'(t)}{C(V_{C0} - E) + q(t)}$

$-\frac{t}{LC} = \ln(C(V_{C0} - E) + q(t)) + C$

$e^{-\frac{t}{LC}} = 1 + \frac{q(t)}{C(V_{C0} - E)}$

$q(t) = C(V_{C0} - E)(e^{-\frac{t}{LC}} - 1)$

$q'(t) = C(V_{C0} - E)(-\frac{1}{LC}e^{-\frac{t}{LC}})$

$\frac{LC}{\frac{q(t)}{C} + C(V_{C0} - E)} = \frac{LC}{\frac{C(V_{C0} - E)(e^{-\frac{t}{LC}} - 1)}{C} + C(V_{C0} - E)}$