

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

Класс 11

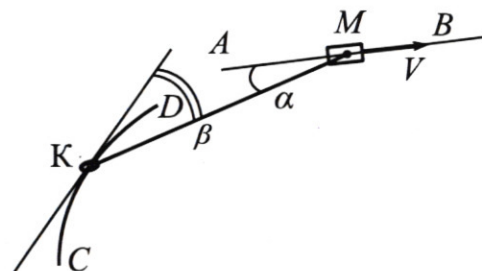
Вариант 11-04

Шифр L.49

(заполняется секретарём)

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

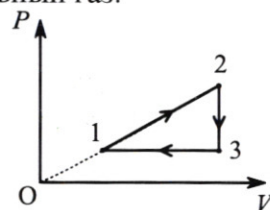
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной 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.



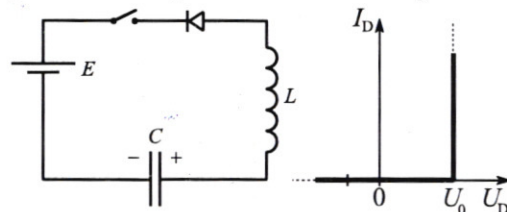
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряжение на конденсаторе U . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью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

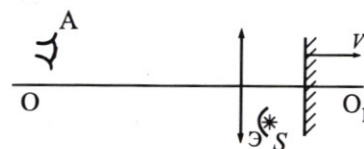
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

1

Дано:

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$l = \frac{13}{15} R$$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

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

Найти:

1) u - ?

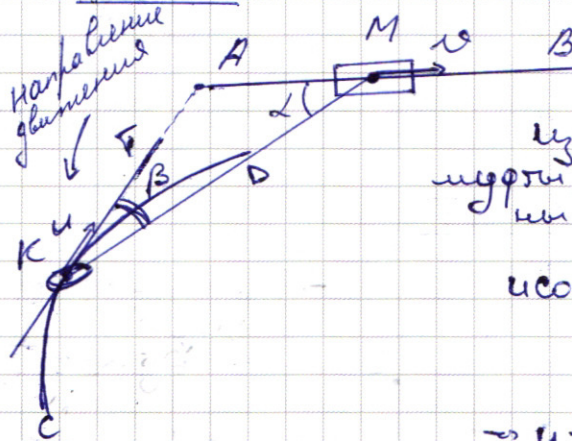
2) $v_{отн}$ - ?

3) φ - ?

Задача 1

Решение:

направляющие
движения



Пусть u - скорость
кольца в указанный
момент.

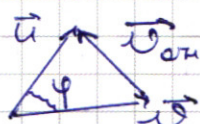
Из кинематической связи
шнура и кольца (либо они связа-
ны ниткой либо ниткой) получаем:

$u \cos \beta = v \cos \alpha$ в проекции
на нитку

$$u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 2 \text{ м/с} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{17}{8} = 3,4 \text{ м/с}$$

1

$v_{отн}$ - относительная скорость кольца в указанный момент
(относительно шнура)



обозначим $\widehat{v; v_{отн}} = \varphi$; этот же угол будет
 $180^\circ - (\angle \Gamma); (AB) = 180^\circ - (180^\circ - \alpha - \beta) = \alpha + \beta$

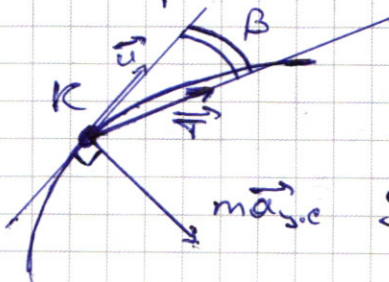
$$v_{отн} = \sqrt{v^2 + u^2 - 2vu \cos \varphi}$$

$$\left(\begin{aligned} \cos \varphi &= \cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} = -\frac{13}{85} \\ \sin \alpha &= \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{3}{5}; \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{15}{17} \end{aligned} \right)$$

$$\sqrt{(2 \text{ м/с})^2 + (3,4 \text{ м/с})^2 - 2 \cdot 2 \text{ м/с} \cdot 3,4 \text{ м/с} \cdot (-\frac{13}{85})} = 4,2 \text{ м/с}$$

2

Рассмотрим на кольцо, движущееся по окружности:



$a_{z.c}$ - центростремительное ускорение
кольца

В проекции на нормаль к касательной
для в точке К имеем (по IIЗН)

$$T \cos(90^\circ - \beta) = m a_{z.c}$$

$$a_{y.c} = \frac{u^2}{R}, \text{ а т.о.: } T = \frac{m a_{y.c}}{\cos(90^\circ - \beta)} = \frac{m u^2}{R \sin \beta} =$$

$$= \frac{0,4 \text{ м} \cdot (3,4 \text{ м/с})^2 \cdot 17}{1,9 \cdot 15} \approx 2,76 \text{ Н} \approx 2,8 \text{ Н} \quad (3)$$

Ответ: 1) $u \approx 3,4 \text{ м/с}$
 2) $v_{\text{отн}} \approx 4,2 \text{ м/с}$
 3) $T \approx 2,8 \text{ Н}$

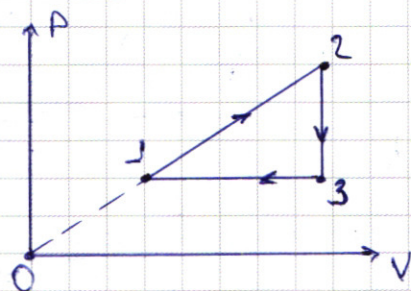
(2)

Задача 52

Дано:
одноатомный и.г.

Найти:
1) $\frac{C_1^-}{C_2^-}$ - ?
 2) $\frac{\Delta U_{12}}{A'_{12}}$ - ?
 3) η_m - ?

Решение:



1-2: $P \sim V$ - изотерма $\alpha = \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1}$, а $P_1 = P_3$; $V_1 = V_3$

(по 3. и-к) $PV = \nu RT$

$\rightarrow$ в 1-2 T постояен, а в

2-3 и 3-1 - нагрев

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \quad \left(\begin{smallmatrix} 3. \text{ и-к} \\ \text{для 1 ат. г.} \\ \text{и.г.} \end{smallmatrix} \right)$$

$$Q = \Delta U + A' \quad (\text{I н.т.д.})$$

Т.о.: (1): P, V

(2): $\alpha P, \alpha V (\alpha > 1)$

(3): $P, \alpha V$

$$\begin{cases} C_1^- = C_{23} \\ C_2^- = C_{31} \end{cases}$$

Найдём их:

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2) = \frac{3}{2} (P \cdot \alpha V - \alpha P \cdot \alpha V) = \frac{3}{2} \alpha P V (1 - \alpha)$$

$$A'_{23} = 0, \text{ т.к. } V_2 = V_3$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_3 V_3) = \frac{3}{2} (P V - P \cdot \alpha V) = \frac{3}{2} P V (1 - \alpha)$$

$$A'_{31} = \nu R (T_1 - T_3) = P V (1 - \alpha)$$

$$\rightarrow \begin{cases} Q_{23} = \frac{3}{2} \alpha P V (1 - \alpha) \\ Q_{31} = \frac{5}{2} P V (1 - \alpha) \end{cases} ; \begin{cases} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{P_3 V_3 - P_2 V_2}{R} = \frac{\alpha P V (1 - \alpha)}{R} \\ \nu R (T_1 - T_3) = \frac{P_1 V_1 - P_3 V_3}{R} = \frac{P V (1 - \alpha)}{R} \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} C_1^- = \frac{Q_{23}}{\nu R (T_3 - T_2)} = \frac{\frac{3}{2} \alpha P V (1 - \alpha)}{\frac{\alpha P V (1 - \alpha)}{R}} = \frac{3}{2} R \\ C_2^- = \frac{Q_{31}}{\nu R (T_1 - T_3)} = \frac{\frac{5}{2} P V (1 - \alpha)}{\frac{P V (1 - \alpha)}{R}} = \frac{5}{2} R \end{cases}$$

$$\rightarrow \frac{C_1^-}{C_2^-} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = 0,6 \quad (1)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$U_{12} \approx \frac{3}{2} \cdot CR(T_2 - T_1) \approx \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) \approx \frac{3}{2} (p \cdot V - pV) \approx \frac{3}{2} pV (\alpha^2 - 1) \quad \rightarrow$$

$$A'_{12} \approx (V_2 - V_1) \cdot \frac{p_2 + p_1}{2} \approx \frac{\alpha p + p}{2} \cdot (V - V) \approx \frac{pV}{2} (\alpha^2 - 1)$$

$$\rightarrow \frac{\Delta U_{12}}{A'_{12}} \approx \frac{\frac{3}{2} pV (\alpha^2 - 1)}{\frac{pV}{2} (\alpha^2 - 1)} \approx 3 \quad (2) \quad Q_{12} \approx A'_{12} + U_{12} \approx 2(pV) (\alpha + 1) (\alpha - 1)$$

$\eta \approx 1 - \frac{|Q^-|}{Q^+}$, а как мы уже знаем из названного ранее:

$$Q^- \approx Q_{23} + Q_{31} \approx \frac{3}{2} \alpha pV (1 - \alpha) + \frac{5}{2} pV (1 - \alpha) \approx$$

$$\approx \frac{pV}{2} (1 - \alpha) (3\alpha + 5) \rightarrow$$

$$\rightarrow \eta \approx 1 - \frac{\left| \frac{pV}{2} (1 - \alpha) (3\alpha + 5) \right|}{2pV (\alpha + 1) (\alpha - 1)} \approx 1 - \frac{3\alpha + 5}{4(\alpha + 1)} \rightarrow \eta - \text{наибольшее при}$$

$\frac{3\alpha + 5}{4(\alpha + 1)} - \text{наименьшее}$

найдём экстремум: $\left(\frac{3\alpha + 5}{4(\alpha + 1)} \right)'$

$$\approx \frac{12\alpha + 12 - 12\alpha - 20}{16(\alpha + 1)^2} \approx \frac{3 \cdot 4(\alpha + 1) - (3\alpha + 5) \cdot 4}{16(\alpha + 1)^2} \approx$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \frac{3\alpha + 5}{4(\alpha + 1)} \approx \frac{3}{4} \rightarrow \eta_m \approx 1 - \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \frac{3\alpha + 5}{4(\alpha + 1)} \approx 25\% \quad (3)$$

Ответ: 1) $\frac{C_1^-}{C_2^-} \approx 0,6$

2) $\frac{\Delta U_{12}}{A'_{12}} \approx 3$

3) $\eta_m \approx 25\%$

53

Задача 53

Дано:

d
 U
 U_1
 $l = 0,2d$
 $q < 0$

Найти:

1) $\gamma = \frac{|q|}{m} \cdot ?$

2) $T = ?$

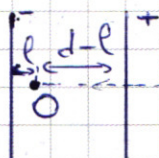
3) $U_0 = ?$

Решение:

Л-рассеяние с точки зрения ро
"заряженной" массы

Напряженность поле внутри конденсатора $E = \frac{U}{d}$

При "сбросе" в конденсатор энергии
массы "основывается" с отрицательно
заряженной массы (с ~~тоже~~ 0)



q

(по 3.с.2) $U|q| = \frac{mU_1^2}{2}$
 $\Rightarrow \gamma = \frac{|q|}{m} = \frac{U_1^2}{2U}$ ①

(по 3.с.2.) $|q|E(d-l) = \frac{mU_1^2}{2} \Rightarrow \gamma = \frac{|q|}{m} = \frac{U_1^2}{2E(d-l)} =$

$\frac{U_1^2}{2 \cdot \frac{U}{d} \cdot 0,8d} = \frac{U_1^2}{1,6U} = 0,625 \frac{U_1^2}{U}$ ②

$T = 2t$, где t - время торможения, оно же и время разгона

(по 3.с.2.) $|q|Ed = \frac{mU_1^2}{2} \Rightarrow \gamma = \frac{|q|}{m} = \frac{U_1^2}{2Ed} = \frac{U_1^2}{2U}$ ③

Так как при приближении к конденсатору энергия растет
цепочкой, то по 3.с.2.1

$\frac{mU_0^2}{2} + \frac{kQq}{\infty} + \frac{kQq}{\infty+d} =$

по 3.с.2.: $\frac{mU_1^2}{2} + \frac{kQ|q|}{d} = \frac{k|Q||q|}{0,2d} + \frac{k|Q||q|}{0,8d}$, где $\frac{k|Q||q|}{d} = \frac{U}{d} = U$

$\frac{mU_1^2}{2} + U|q| = \frac{U|q|}{0,2} + \frac{U|q|}{0,8} \Rightarrow \gamma = \frac{|q|}{m} = \frac{2}{21} \cdot \frac{U_1^2}{U}$ ④

Так как при приближении к конденсатору его внешние заряды
сезон, то по 3.с.2.1:

$\frac{mU_0^2}{2} = \frac{mU_1^2}{2} + \frac{k|Q||q|}{d} = \frac{mU_1^2}{2} + U|q| =$

$= U \cdot \frac{2}{21} \frac{mU_1^2}{U}$

$\frac{mU_0^2}{2} = mU_1^2 \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{21} \right)$

$U_0 = U_1 \sqrt{2 \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{21} \right)} = \frac{5U_1}{\sqrt{21}} \approx 1,09U_1$ ⑤

$T = 2t$
- время
торможения/
разгона

Ответ: 1) $\gamma \approx 0,095 \frac{U_1^2}{U}$
3) $U_0 \approx 1,09U_1$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 15

 $\sqrt{5}$

Dans:

$$F = \frac{8}{15} F$$

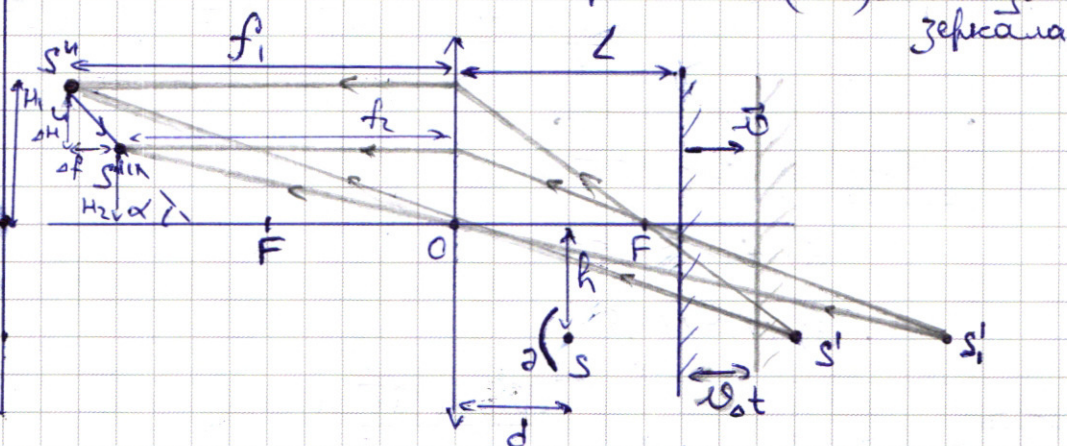
$$d \sim \sqrt[3]{F}$$

$$L \approx \frac{6}{5} F$$

Назови:

- 1) $f - ?$
- 2) $2 - ?$
- 3) $u - ?$

Решение:



Починик находится на
равном (1-й) от ~~мы~~
зеркала

Минимален работен ден на (1-d) за земањача -

$$\rightarrow d' = L + (L - d) = 2L - d = 2 \cdot \frac{6}{5}F - \frac{3}{5}F = \frac{9}{5}F$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{f} \Rightarrow f_1 = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{d'}} = \frac{d'F}{d' - F} = \frac{\frac{9}{5}F \cdot F}{\frac{9}{5}F - F} = \frac{\frac{9}{5} \cdot F}{\frac{4}{5}} = 2.25F \quad (1)$$

Рассмотрим ускорение S^{th} через Δt

$$d_2 = d'' + 2v_0 t = d + (2L - d) + 2v_0 t = d' + 2v_0 t = \frac{9}{5}F + 2v_0 t$$

$$f_z = \frac{d''F}{d''F} = \frac{\frac{3}{5}F + 2V_{\Delta t}}{\frac{4}{5}F + 2V_{\Delta t}} F \quad \text{Ayuda } V_{\Delta t} = \frac{2}{5}F \Rightarrow d'' = \frac{13}{5}F$$

$$\omega_2 = \frac{\frac{5}{8}F + \frac{4}{3}F}{\frac{4}{3}F + \frac{4}{8}F} F = \frac{13}{8}F = 1\frac{5}{8}F$$

~~$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f_1}{d_1} = \frac{f_2}{d_2} \rightarrow H_1$$~~

$$\frac{H_1}{h} \approx \frac{f_1}{d^1} \quad \Rightarrow \quad \frac{H_1}{H_2} \approx \frac{f_1}{d^1} \cdot \frac{d^4}{f_2} \approx \frac{\cancel{\frac{13}{8}F}}{\cancel{\frac{8}{5}F}} \cdot \frac{\cancel{\frac{8}{4}F}}{\cancel{\frac{13}{8}F}} \approx 2$$

$$H_2 \approx h \frac{f_2}{d^{11}} \approx \frac{8}{18} F \cdot \frac{13}{8} F \cdot \frac{5}{18} F \approx \frac{F}{3} \Rightarrow \begin{cases} \Delta H \approx \frac{F}{3} \\ \Delta f \approx (\frac{8}{3} - \frac{13}{8}) F \approx \frac{18-13}{8} F \approx \frac{5}{8} F \end{cases}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta H}{\Delta f} = \frac{F}{3} \cdot \frac{8}{5F} = \frac{8}{15} \quad (2) \approx 0,53$$

За Δt со скоростью v зеркало прошло $\frac{2}{5}F$, а изображение —

$$\sqrt{\Delta H^2 + \Delta f^2} = \sqrt{\left(\frac{F}{3}\right)^2 + \left(\frac{8}{5}F\right)^2} = \frac{17}{24}F \text{ со скоростью } u \text{ с.т.}$$

$$\begin{cases} u \Delta t = \frac{17}{24}F \\ v \Delta t = \frac{2}{5}F \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \frac{F}{\Delta t} = \frac{5}{2}v \\ \frac{F}{\Delta t} = \frac{24}{17}u \end{cases} \rightarrow \frac{5}{2}v = \frac{24}{17}u \rightarrow u = \frac{85}{48}v \approx 1,8v \quad (3)$$

- Ответ:
- 1) $f = 2,25F$
 - 2) $\operatorname{tg} \alpha \approx 0,53$
 - 3) $u \approx 1,8v$

(24)

Дано:

Решение:

Задача 24

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 54

54

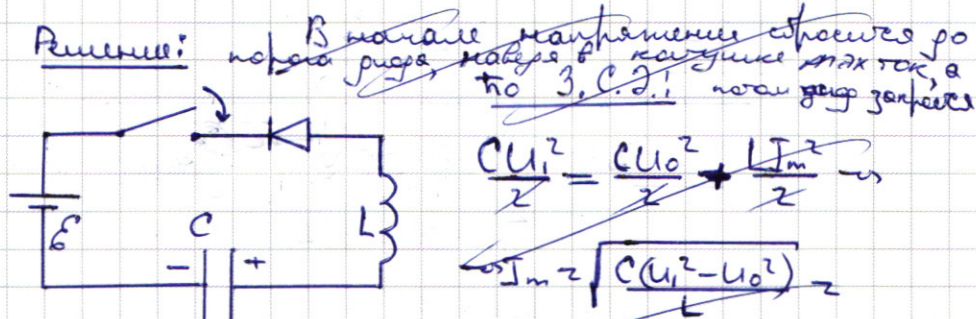
Дано:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &\approx 6 \text{ В} \\ C &\approx 10^{-5} \text{ Ф} \\ U_1 &\approx 8 \text{ В} \\ L &\approx 0,4 \text{ Гн} \\ U_0 &\approx 1 \text{ В} \end{aligned}$$

Найти:

- 1) U_1 - ?
- 2) I_m - ?
- 3) U_2 - ?

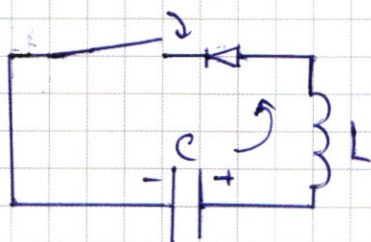
Решение:



$$I_m \approx \sqrt{\frac{C}{L} (U_1^2 - U_0^2)} \approx \sqrt{\frac{10^{-5}}{0,4} \cdot (8^2 - 1^2)} \approx 0,0448 \text{ А} \approx 44,8 \text{ мА} \quad (2)$$

Далее за счёт

Обратим внимание на полярность источника и конденсатора: источник не выдает на открытое диода, а значит его можно выкинуть:



Конденсатор полностью разрядится в катушку и диод закроется, когда на конденсаторе останется

$$U_0 \approx 1 \text{ В} - \text{это и будет}$$

наименьшим значением U_2 , ибо катушка напряжением не раст, и диод не откроется

$$U_2 \approx 1 \text{ В} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{по 3.С.2.1} \quad \frac{CU_1^2}{2} &= \frac{CU_0^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2} \Rightarrow I_m = \sqrt{\frac{C}{L} (U_1^2 - U_0^2)} \approx \\ &\approx \sqrt{\frac{10^{-5}}{0,4} (8^2 - 1^2)} \approx 44,8 \text{ мА} \quad (2) \end{aligned}$$

При этом ток будет вначале (при замыкании К) нарастать по экспоненциальному закону: $I \approx \frac{\mathcal{E}}{L} \left(1 - e^{-\frac{t}{LC}} \right) \approx \frac{\mathcal{E}C}{L^2 C^2 + 1} \left(1 - e^{-\frac{t}{LC}} \right) \Rightarrow$

$$\begin{aligned}
 \Rightarrow u_i &= I' \cdot \frac{\varepsilon C}{\sqrt{LC^2 + 1}} \cdot e^{-t/\sqrt{LC}} \cdot \left(+ \frac{1}{\sqrt{LC}} \right) = \frac{\varepsilon C \cdot e^{-t/\sqrt{LC}}}{\sqrt{LC(LC^2 + 1)}} \\
 &= \frac{63 \cdot 10^{-5} \varphi \cdot e^{-\frac{t}{\sqrt{10^{-5} \varphi \cdot 4/10 \Gamma_H}}}}{\sqrt{4 \cdot 10^{-6} \Gamma_H \cdot \varphi \cdot ((4 \cdot 10^{-6})^2 \varphi^2 + 1)}} \approx \frac{3 \cdot 6 \cdot 10^{-5} \cdot e^{-\frac{t}{2 \cdot 10^{-3}}}}{2 \cdot 10^{-8}} \\
 &\approx 0,03 e^{-\frac{t}{2 \cdot 10^{-3}}} \frac{A}{C} = 0,03 e^{-500t} \frac{A}{C} \quad ①
 \end{aligned}$$

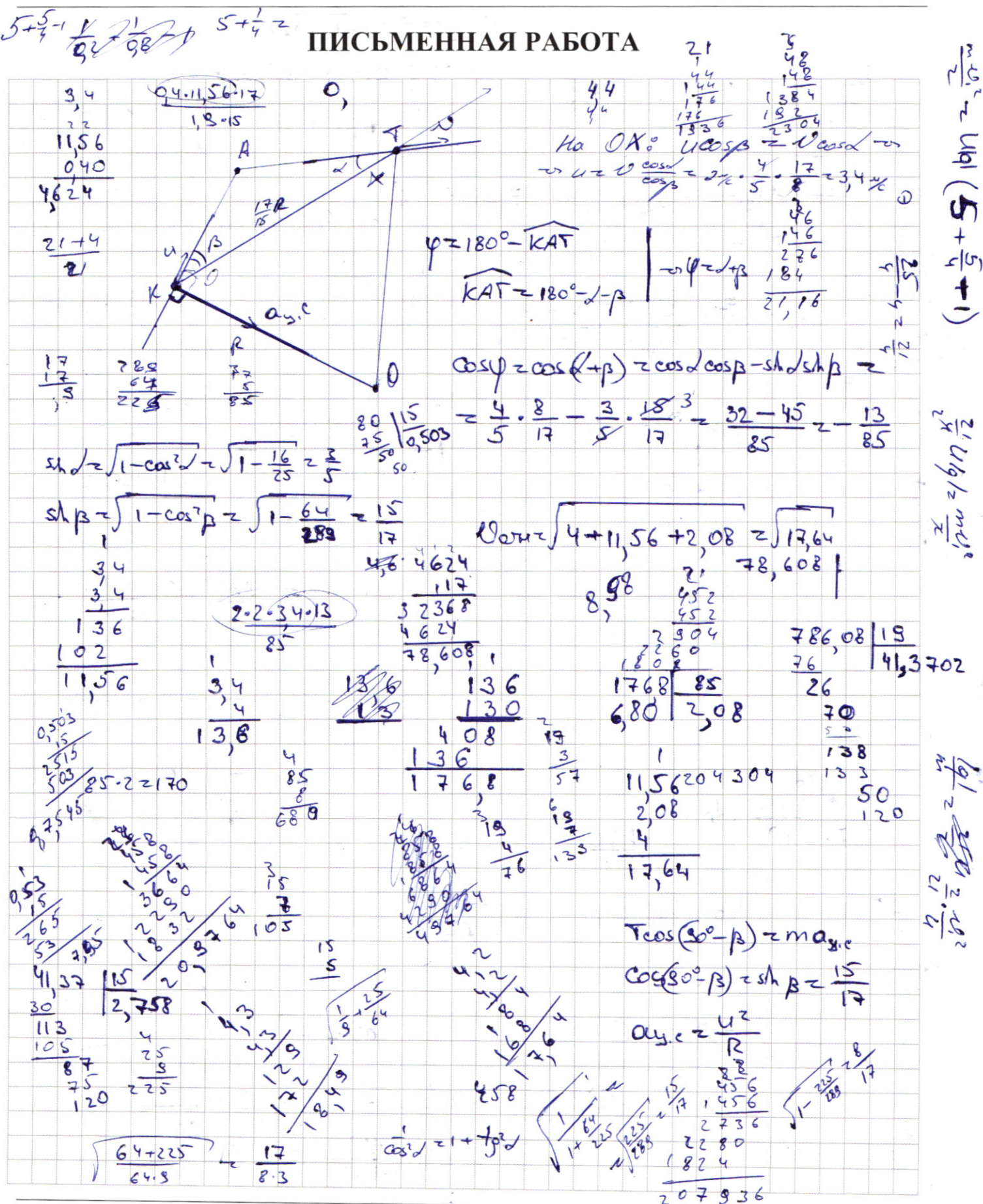
Ответ: 1) $u_i \approx 30 \mu A/C$

Ответ: 1) $u_i \approx 30 e^{-500t} (\mu A/C)$

2) $I_m \approx 44,8 (\mu A)$

3) $U_2 \approx 1 B$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$pV = RT \sim \begin{matrix} 1 \rightarrow 2^* & T \uparrow \\ 2 \rightarrow 3^* & T \downarrow \\ 3 \rightarrow 1^* & T \downarrow \end{matrix}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$Q = \Delta U + A'$$

$$U_{12} = \frac{3}{2} (RT_2 - RT_1)$$

$$= \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} = \alpha$$

$$\begin{array}{r} 1,092 \\ 1,092 \\ \hline 1,884 \end{array}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_3 V_3) = \frac{3}{2} p_1 (1 - \alpha) V_1$$

$$A'_{31} = p_1 (V_1 - V_3) = p_1 (1 - \alpha) V_1$$

$$C_{23} = C_1 = \frac{\frac{3}{2} p_1 (1 - \alpha) \cdot V_1}{p_1 (1 - \alpha) \cdot V_1}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} RT (T_3 - T_2) =$$

$$= \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) =$$

$$= \frac{3}{2} V_2 p_1 (1 - \alpha)$$

$$A'_{23} = 0 \quad \left| \quad Q_{23} = \frac{5}{2} p_1 (1 - \alpha) \right.$$

$$Q_{31} = \frac{5}{2} p_1 (1 - \alpha)$$

1,18

$$\begin{array}{r} 85 \\ 48 \\ \hline 370 \\ 336 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$\frac{10}{16} = \frac{5}{8} = 0,625$$

$$\frac{pV(\alpha^2 - 1) + pV(1 - \alpha)}{2pV(\alpha^2 - 1)}$$

$$\frac{50}{4,16} = \frac{50}{64}$$

$$\frac{6+5}{12} = \frac{11}{12}$$

$$\frac{15+5}{4,6} = \frac{20}{4,6} = \frac{10}{2,3} = \frac{5}{1,15}$$

$$\frac{-8}{16} = \frac{305}{404}$$

$$\frac{3,45}{2,81} = \frac{1,65}{1,65}$$

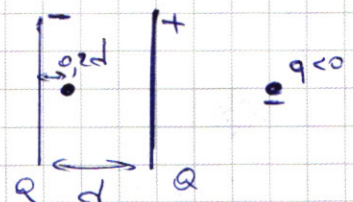
$$a = \frac{d^2 \alpha^2}{2} \left(\frac{1}{r^2} + \frac{1}{(d-r)^2} \right)$$

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

$$\int_0^{0,8d} \frac{kqQ}{r} dr$$

$$\frac{kqQ}{0,8d} - \frac{kqQ}{0,2d} = \frac{mU^2}{2}$$

$$\frac{mU^2}{2} + \frac{kqQ}{0,8d} + \frac{kqQ}{0,2d} = \frac{mU^2}{2} + \frac{kqQ}{d}$$



$$dE = U \quad kq \frac{kQ}{r^2} = E$$

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

$$Uq = W$$

$$qEd = W$$

$$\frac{kQ}{d} = U \Rightarrow kQ = Ud$$

$$\frac{kQ}{r} = U$$

$$W = qEd$$

$$W = qEd$$

$$\frac{6,4}{5}$$

$$\frac{mU^2}{2} + qEd + qE \cdot 0 =$$

$$qU = \frac{mU^2}{2}$$

$$kqQ$$

$$a = \frac{kQq}{r^2 m} + \frac{kQq}{(d-r)^2 m} = \frac{kQq}{m} \left(\frac{1}{r^2} + \frac{1}{(d-r)^2} \right) =$$

$$= Ud \cdot \frac{U^2}{1,6U} \left(\frac{d^2 - 2dr + r^2 + r^2}{r^2} \right)$$

$$r = U$$

$$U = a$$



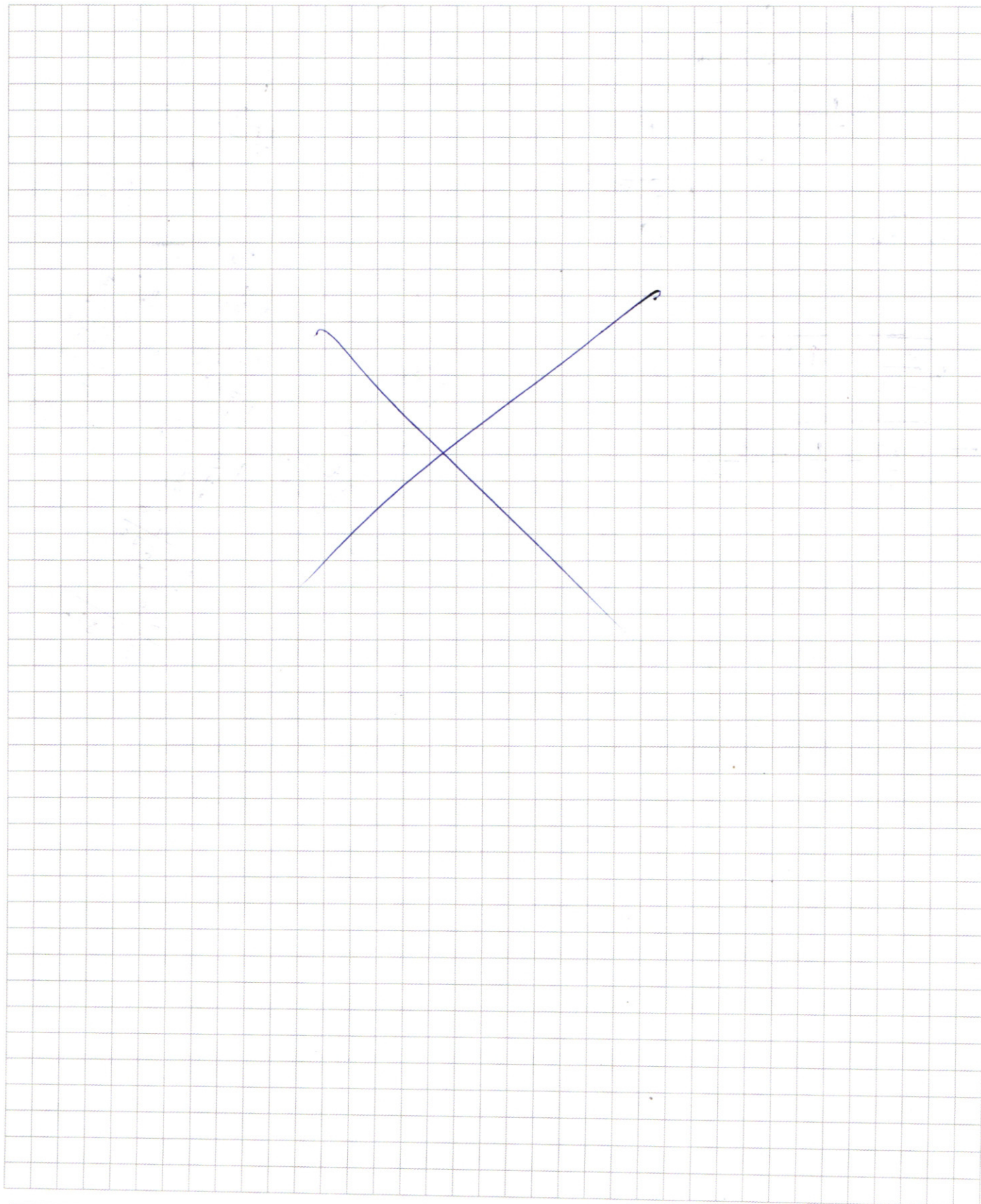
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$$\mathcal{E}_2 \left[\frac{dT}{dt} + \frac{1}{c} \int T dt \right]$$

$$\ddot{\phi} = \frac{L}{I} \ddot{\theta} + \dot{\theta} \omega \Rightarrow \frac{L}{I} \ddot{\phi} = \ddot{\theta} + \dot{\theta} \cdot \omega$$

$$D = \frac{1}{RC}$$

$$u_z = \frac{\frac{1}{\omega c}}{\sqrt{\left(\frac{1}{\omega c}\right)^2 + (\lambda)^2}} z$$

$$\begin{array}{r} 200 \overline{) 210095242} \\ \underline{180} \\ 30 \\ \underline{20} \\ 10 \\ \underline{10} \\ 0 \end{array}$$

$$Z_{\text{eff}} = \frac{1}{\frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 L^2 C^2}}} = \sqrt{1 + \omega^2 L^2 C^2}$$

$$\frac{10^{-8}}{4} \cdot 10 \cdot 80$$

$$\frac{10}{4} \cdot \frac{1}{105} \cdot (81-1)$$

$$\sqrt{\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2 + (\omega L)^2}$$

$$\sqrt{L^2 + \frac{1}{c^2}} = \frac{\sqrt{L^2 c^2 + 1}}{c}$$

00948
00448

$$\begin{array}{r} 2007 \\ \times 258 \\ \hline 14042 \\ 100350 \\ 401400 \\ \hline 518142 \end{array}$$

$$10^{-2} \sqrt{20}$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 445 \\ 245 \\ \hline 1225 \\ 1780 \\ \hline 180 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1780 \\ \times 27 \\ \hline 198025 \\ 35600 \\ \hline 479800 \end{array}$$

12

$$\begin{array}{r} 99809 \\ \times 1788 \\ \hline 798472 \\ 199618 \\ 131456 \\ 111808 \\ \hline 17707632 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ 6 \overline{) 36} \\ \underline{36} \\ 0 \end{array}$$

98916