

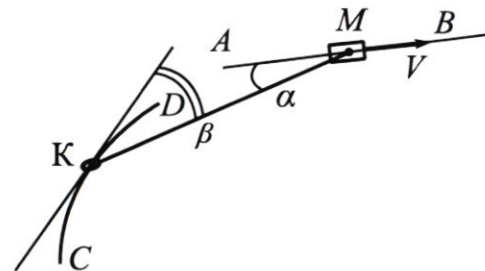
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-03

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) с направлением движения кольца.



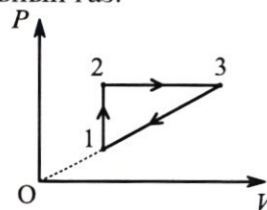
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со

скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$. *mu-96 S*

1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?

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.

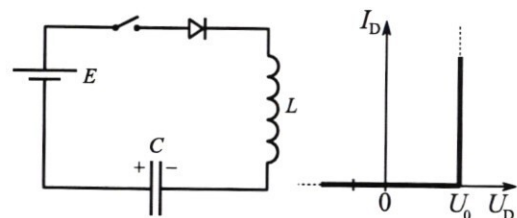
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

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 плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ от линзы.

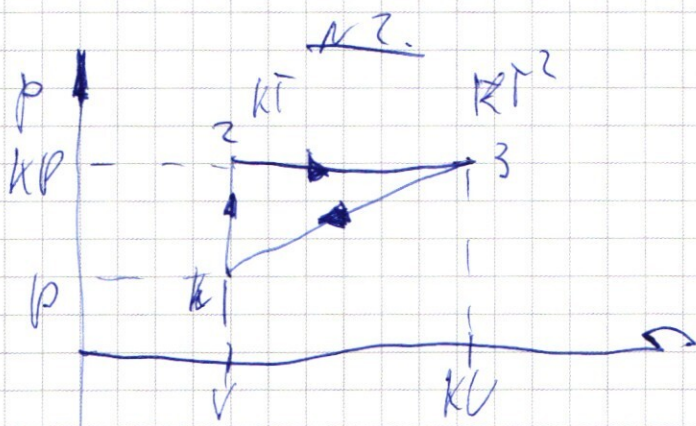
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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) 1=3
Термодинамический процесс.
p-V - до p-V
участков 1-2; 2-3, p-V
1-2: $V = \text{const}$
2-3: $p = \text{const} \Rightarrow$

Среднее значение температуры
по процессу.

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{1}{2}k + k}{\frac{1}{2}k} = \frac{\frac{1}{2}(1+2)}{\frac{1}{2}} = 1 + \frac{2}{1} = \frac{5}{3}$$

2) $Q = \Delta U + A$
 $\Delta U = \frac{3}{2} \nu k (T_3 - T_2)$
 $A = p(V_3 - V_2)$

$pV_3 = \nu k T_3$
 $pV_2 = \nu k T_2$

$\Delta U = \frac{3}{2} p(V_3 - V_2) \Rightarrow$
 $A = p(V_3 - V_2)$

$\frac{\Delta U}{A} = \frac{3}{2}$

3) $\eta_{\text{мол}}$? Удельная Строения возможное КСР

у злики монстрове в змисле Карно $\Rightarrow$

Классы T; V; P - ~~теплоты~~ температуры, объема;
уменьшение b: соответственно
~~к уб-е объема~~

$$k = \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_2}{P_1}$$

$$\begin{aligned} \text{Работа газа в цикле} &= \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (kp - p) (kV - V) = \\ &= \frac{1}{2} (k-1)^2 pV \end{aligned}$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} =$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} V k (kT - T)$$

$$Q_{23} = Kp \left(\frac{1}{2} V - V \right) + \frac{3}{2} VR (k^2 T - kT) =$$

$$K_p = \frac{1}{K} \quad K_p = \frac{1}{K}$$

$$\begin{aligned}
 &= k p V (k-1) + \frac{3}{2} V R k (k-1) T = \\
 &= k (k-1) V R T + \frac{3}{2} V R T (k-1) k = \\
 &= k (k-1) p V + \frac{3}{2} p V (k-1) k = \\
 &= \frac{5}{2} p V k (k-1)
 \end{aligned}$$

$$Q = \frac{\frac{1}{2}(k-1)}{\frac{1}{2}} = \frac{k-1}{5k}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

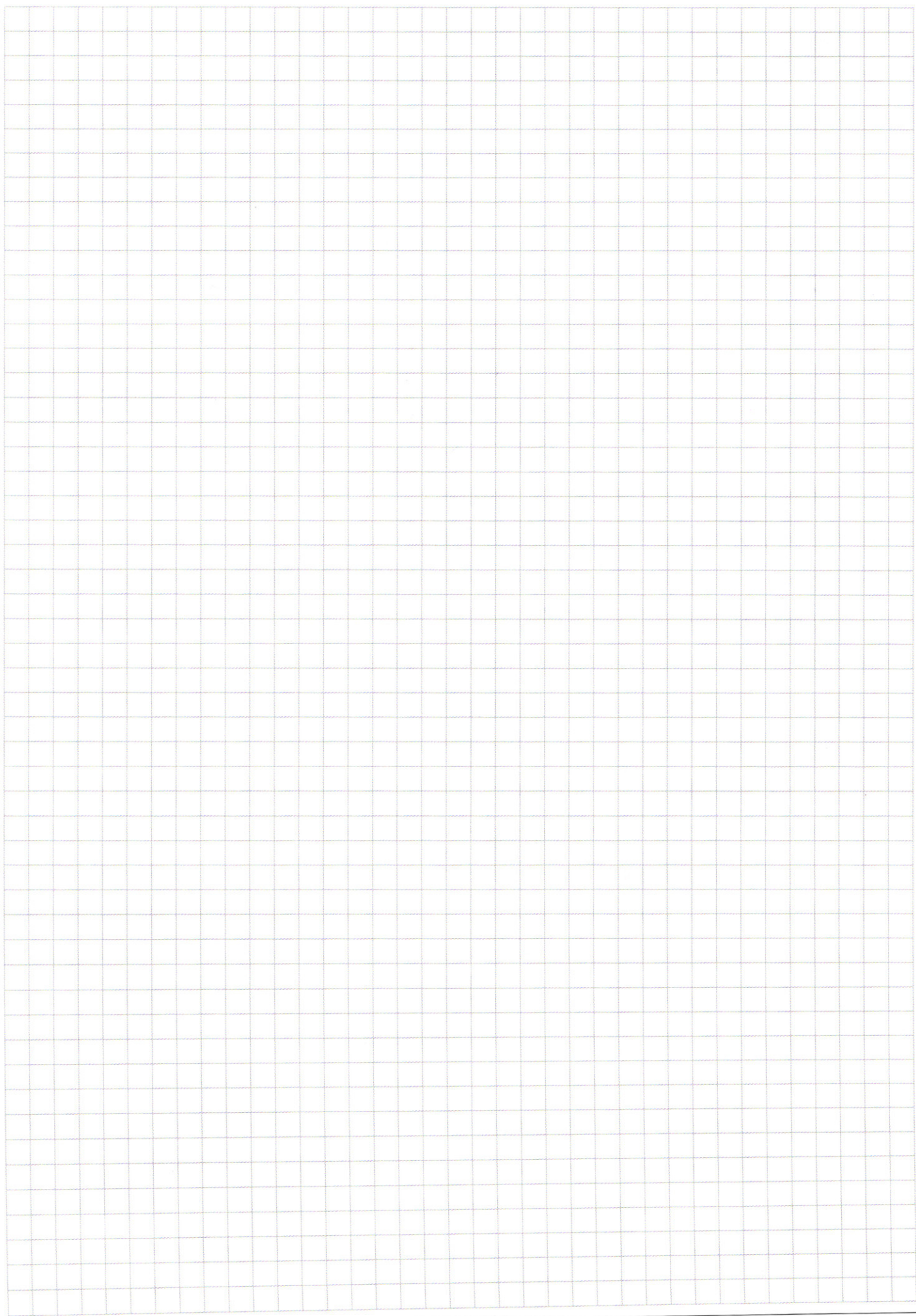
$$\eta = \frac{k-1}{5k} = \frac{k}{5k} - \frac{1}{5k} = \frac{1}{5} (1-k) \Rightarrow$$

~~$$\eta(k) = \frac{(k-1) \cdot 5k - 5(k-1)}{25k^2} = \frac{5k - 5k + 5}{25k^2} = \frac{1}{5k^2} \Rightarrow$$~~

~~$$\eta_{\max} \Rightarrow \eta_{\max} = \frac{1}{5}$$~~

Ответ: 1) макс-е з-е КПД только
при $\eta_{\max} = \frac{1}{5}$

Ответ: 1) $\frac{5}{5} = 1$
2) $\frac{3}{7} = \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}}$
3) $\frac{1}{5} = \eta_{\max}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

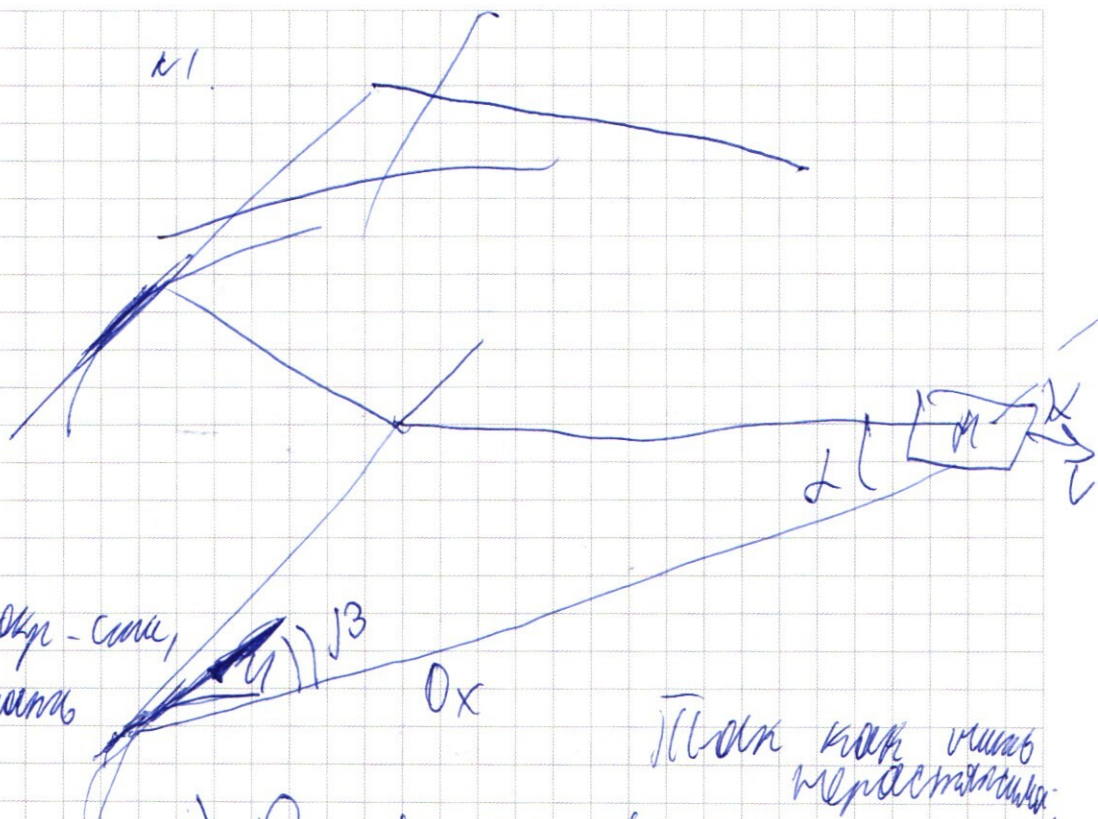
$$l = \frac{5R}{4}$$

$$R = 0,53 \text{ м}$$

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

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

и как-то
по кас-й к окр-сти,
так как скорость
вектора
матри-ю
по кас-й
к окр-сти



1) $Ox: v \cos \alpha = u \cos \beta$

$$u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = v \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5}} = v \frac{4}{3}$$

$$= v \frac{25}{17} = \frac{54^2 \cdot 25}{17} = 50 \text{ (км/с)}$$

2) По закону сохранения энергии:

$$u = v + v_{\text{отн}}$$



векторы скорости
векторов

$$U_{отн}^2 = V^2 + V^2 \frac{\cos^2 2}{\cos^2 3} - 2V \cdot V \frac{\cos 2}{\cos 3} \cos(2+3)$$

$$U_{отн}^2 = V^2 \left(1 + \frac{\cos^2 2}{\cos^2 3} - 2 \frac{\cos 2}{\cos 3} \cos(2+3) \right)$$

$$\frac{288}{225} = \frac{64}{64}$$

$$\cos(2+3) = \cos 2 \cos 3 - \sin 2 \sin 3$$

$$\sin 2 = \sqrt{1 - \cos^2 2} = \sqrt{1 - \frac{225}{288}} = \sqrt{\frac{288 - 225}{288}} = \sqrt{\frac{64}{288}} = \frac{8}{\sqrt{288}} = \frac{8}{17}$$

$$\sin 3 = \sqrt{1 - \cos^2 3} = \sqrt{1 - \frac{81}{25}} = \sqrt{\frac{25 - 81}{25}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\cos(2+3) = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{32}{5 \cdot 17} - \frac{45}{5 \cdot 17} =$$

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

$$U_{отн} = V \sqrt{1 + \frac{15^2}{17^2} - 2 \frac{15 \cdot 8}{17 \cdot 5} \cdot \frac{13}{5 \cdot 17}} =$$

$$= V \sqrt{1 + \frac{225}{17^2} - \frac{130}{17^2}} =$$

$$= V \sqrt{1 + \frac{225 - 130}{17^2}} = \sqrt{1 + \frac{95}{17^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{289 + 95}{17^2}} \Rightarrow$$

$$U_{отн} = \sqrt{\frac{384}{17}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) (21)

то 2 3 H.

то

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

$$T = 0,2 \text{ H}$$

Даны:

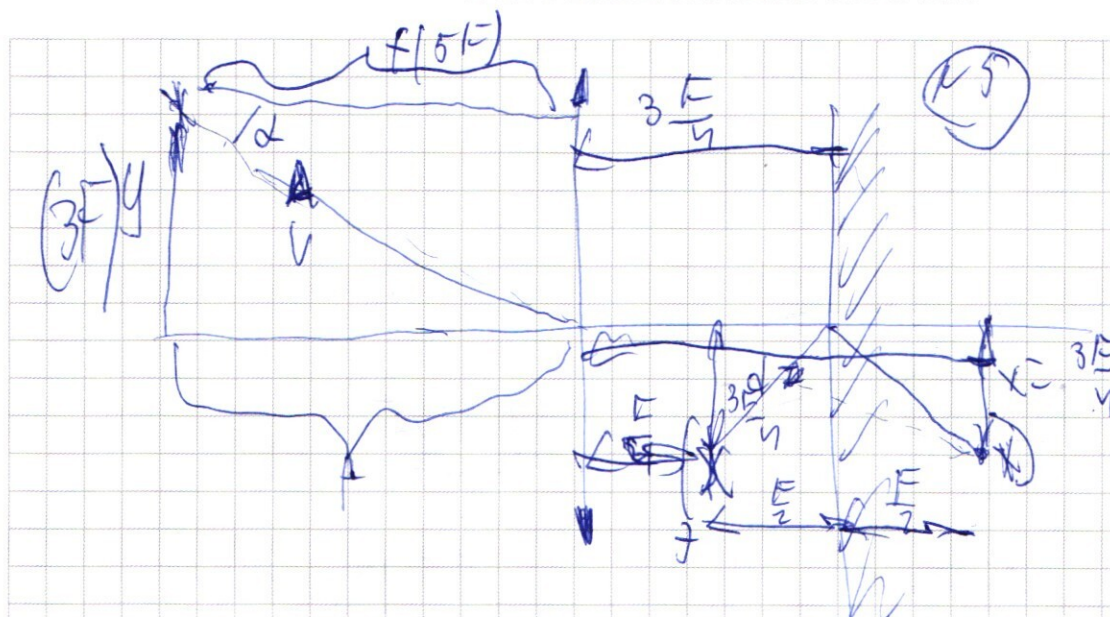
- 1) 50 см/с
- 2) $3 \text{ H} \cdot \sqrt{374} = 1 \text{ м} = 1 \text{ м}$
- 3) 0,2 H



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$d = \frac{F}{4} + \frac{F}{2} + \frac{F}{2} = \frac{5F}{4}$$

~~Всё в м~~ Объявил 5^а в мурзе
будем 9-м; ~~10-м; 11-м;~~

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

Allyl-ester system

~~Гісторыя - II; Гісторыя - III;~~
перевірочна

$$A = \frac{Fd}{d-F} = \frac{5F^2}{\cancel{d} \cdot \cancel{F}} = 5F$$

$$P = \frac{55}{55} = 1$$

$$\Gamma = \frac{x'}{x} \Rightarrow y = \Gamma x \geq 9 \frac{35}{4} = 3 \frac{1}{4}$$

$$4yL = \frac{3}{y} \Rightarrow L = \frac{3}{4y} \Rightarrow \frac{3}{4y} = 1 \Rightarrow y = \frac{3}{4}$$

BCO $\frac{U_{\text{звн}}}{U_{\text{нн}}}$ CK - снрб $\frac{U_{\text{звн}}}{U_{\text{нн}}} = U$,
а снрб-мо $\frac{U_{\text{звн}}}{U_{\text{нн}}} = 2V \Rightarrow$
мо снрб $\frac{U_{\text{звн}}}{U_{\text{нн}}} = 2V$

~~$$V \cos \beta = 2V$$~~

$$\frac{V \cos \beta}{2V} = 1^2$$

~~cos 3~~

Answer: 1) 5F

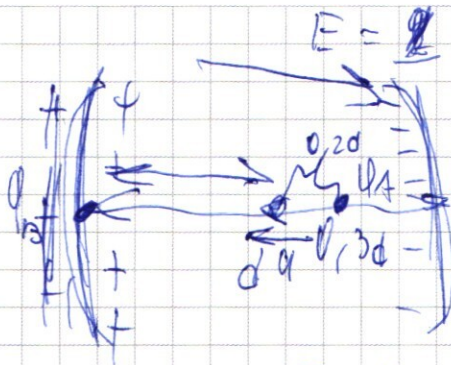
$$2) I = 15 \text{ tgy}^3 \text{ s}$$

$$3) u = \frac{0v}{\frac{2}{5}}$$

$$\frac{400 \text{ N}}{20} = 20$$

$$U = \frac{8V}{\cos 33^\circ}$$

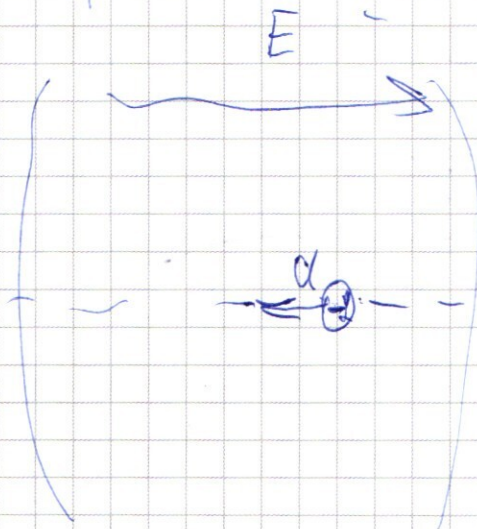
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{q}{m}$$

$$\frac{q}{m} = \gamma$$

$$q < 0$$



$$0,7d = \frac{at_0^2}{2}$$

t_0 - время, за которое заряд ~~пролетит~~ пролетит до обкладки конденсатора с под-е зарядом

$$\begin{cases} 0,7d = \frac{at_0^2}{2} \\ v_1 = at_0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$0,7d = \frac{v_1 t_0^2}{2}$$

Выделим равно-
ускоренное, т.к.
поле однородно

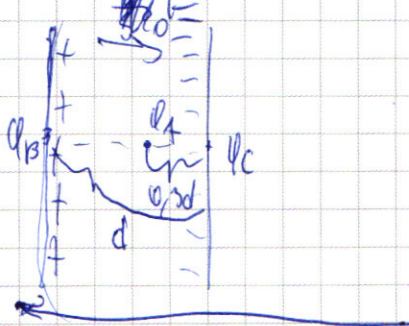
$$\begin{cases} 0,2d = \frac{at^2}{2} \\ 0,7d = \frac{v_1 t^2}{2} \end{cases}$$

$$\frac{2}{4} = \frac{t^2}{t_0^2} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} \frac{at_0^2}{2} = 0,7d \\ v = at_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{vt_0}{2} = 0,7d \Rightarrow t_0 = \frac{1,4d}{v} \Rightarrow$$

Veto

$$T = t_0 \sqrt{\frac{2}{7}} \Rightarrow T = \frac{1,40}{v} \sqrt{\frac{2}{7}}$$



$$-I(\varphi_A - \varphi_B) = \frac{m v^2}{2}$$

$$V_B - V_A = 0$$

$$\int v^2 = a^2 t^2 + C$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\alpha^2 = \frac{2U^2}{0,7d}$$

$$\alpha^2 = \frac{20U^2}{7d}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{20U^2}{7d}}$$

$$\frac{Q}{5\epsilon_0} q = \frac{20U^2}{7d}$$

$$Q = \frac{5\epsilon_0}{q} \sqrt{\frac{20U^2}{7d}}$$

$$Q^2 =$$

3) Рассм-а 2 ст-ки
 $d < R$

$$\frac{mv_1^2}{2} = -q(\varphi_A - \varphi_B), \text{ где}$$

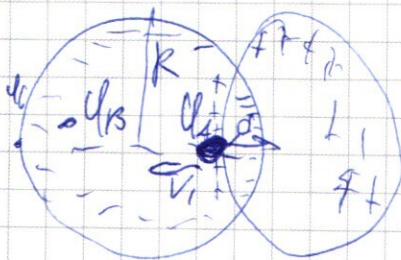
$$\varphi_B - \varphi_A = \frac{Q}{5\epsilon_0} 0,7d \Rightarrow$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \left(q + \frac{Q}{5\epsilon_0} \right) 0,7d$$

$$Q = \frac{5\epsilon_0 mv_1^2}{20,7d} \quad \text{---}$$

$$\text{---} \frac{5\epsilon_0 mv_1^2}{1,7d} \text{---}$$

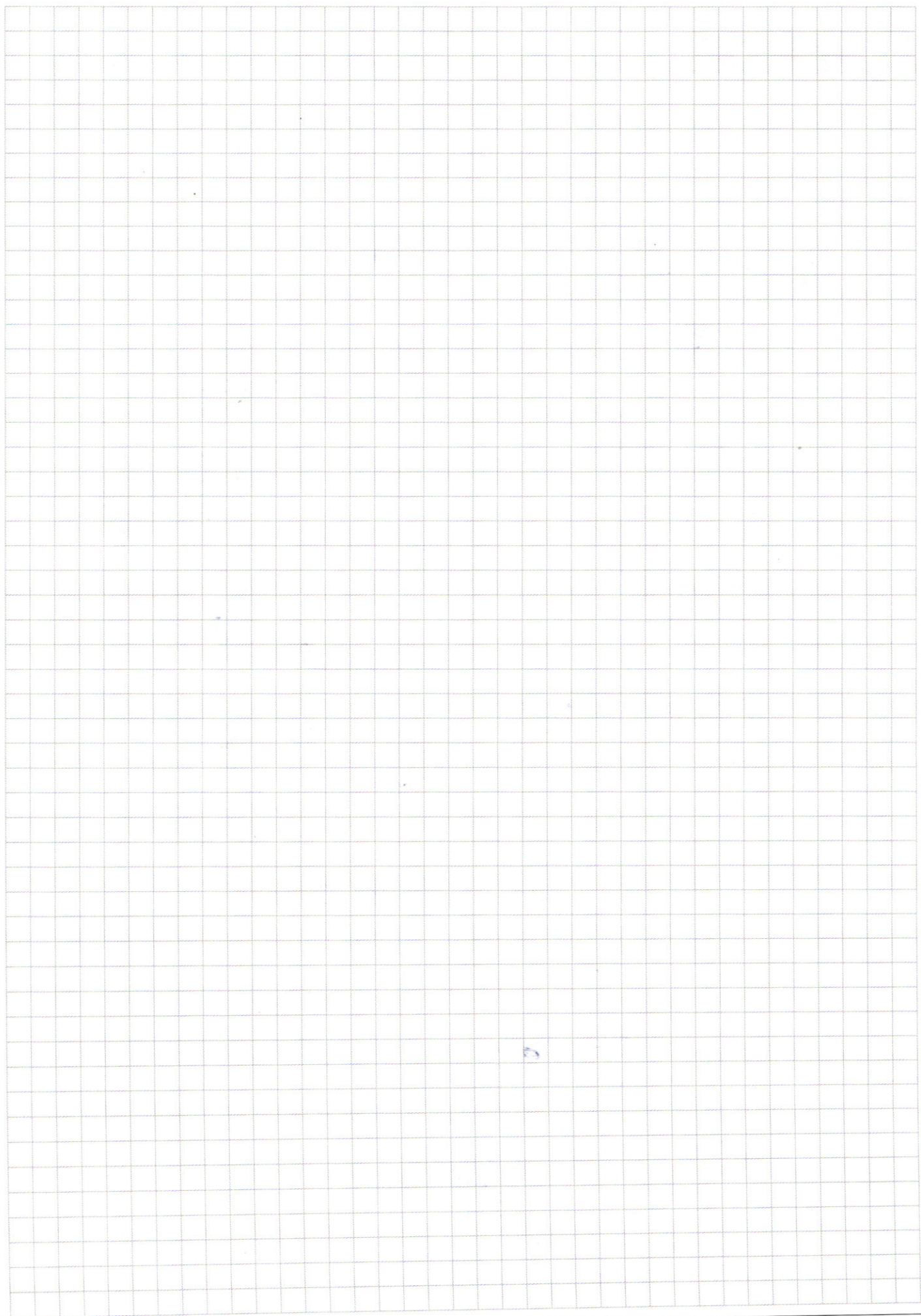
$$\varphi_\infty = 0$$



$$\varphi_\infty = 0 \Rightarrow$$

$$\varphi_\infty + \frac{mv_2^2}{2} = -k \frac{Q(q)}{R} + \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow$$

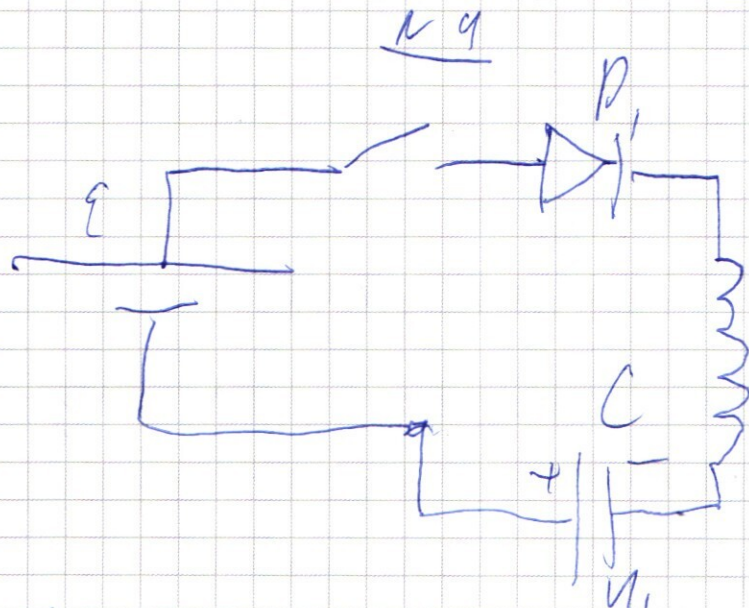
$$\frac{mv_2^2}{2} = k \frac{Qq}{R} + \frac{mv_1^2}{2}$$



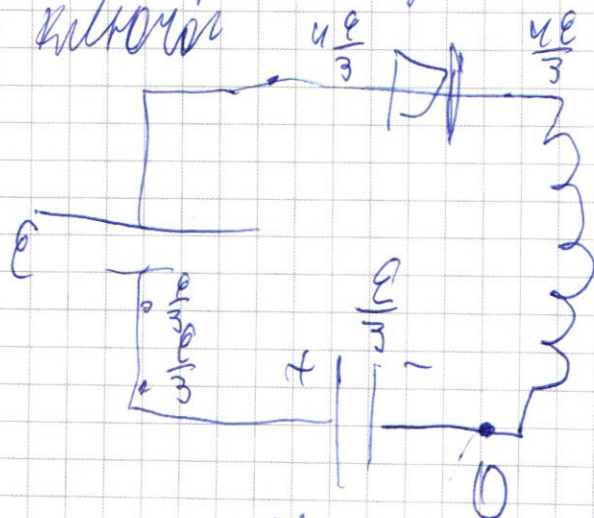
☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Рассчитать заряд сразу после замыкания



В моменте, как видно из рисунка

диод открыт $\Rightarrow$

$$U_D = 0$$

$$U_C = C \frac{dU_C}{dt} \Rightarrow \frac{dU_C}{dt} = I' = \frac{U_C}{L} = \frac{40}{3} = \frac{40}{0,1}$$

$$= \frac{400}{3} = 133,33 \text{ В/с}$$

Поскольку в цепи, максимальная, когда

$$I'(t) = 0 \Rightarrow$$

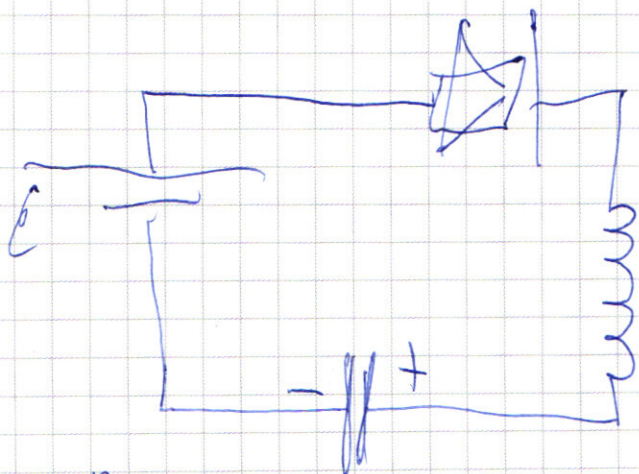
$$U_L = L I'(t) \Rightarrow U_L = 0 \Rightarrow$$

$$q(t) = C U(t), \text{ так как } C = \text{const}$$

$$I(t) = C \frac{dU}{dt}$$

$I(t)$ max, когда

Поскольку как только есть, то сразу появляется



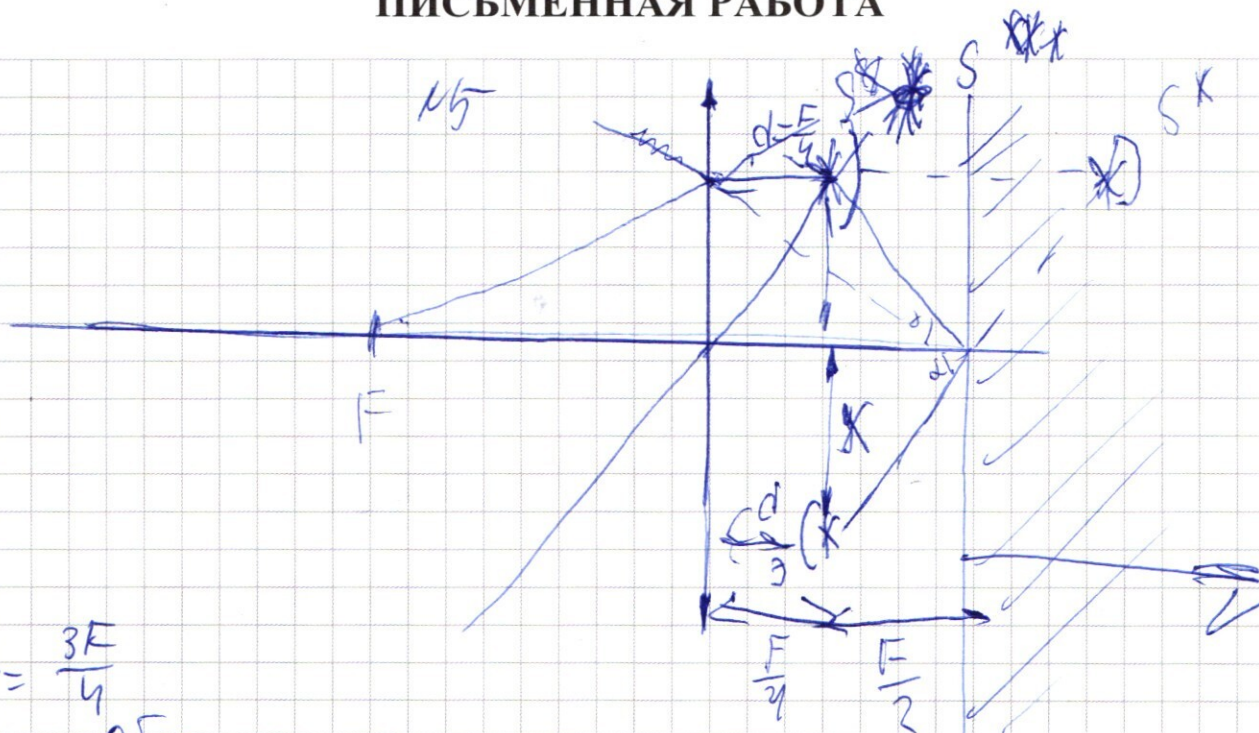
В момент времени $t = t_1$ ($I = I_{\text{max}}$) $U_L = 0$
(напряжение на катушке)

$U_C = E - U_0$, заряд, который протек на конденсатор

$$\text{на конденсаторе} - C(E - U_0 - U_1)$$

$$\text{ЗЗ: } C(E - U_0 - U_1) E = \frac{LI^2}{2} + \frac{C(E - U_0)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$r = \frac{3K}{4}$$

~~Uz - e~~ S x x

Будем для массы ~~гипотетическую~~
элементов

Die y-e Matrix $\Rightarrow$ SkX SkX y-e Matrix

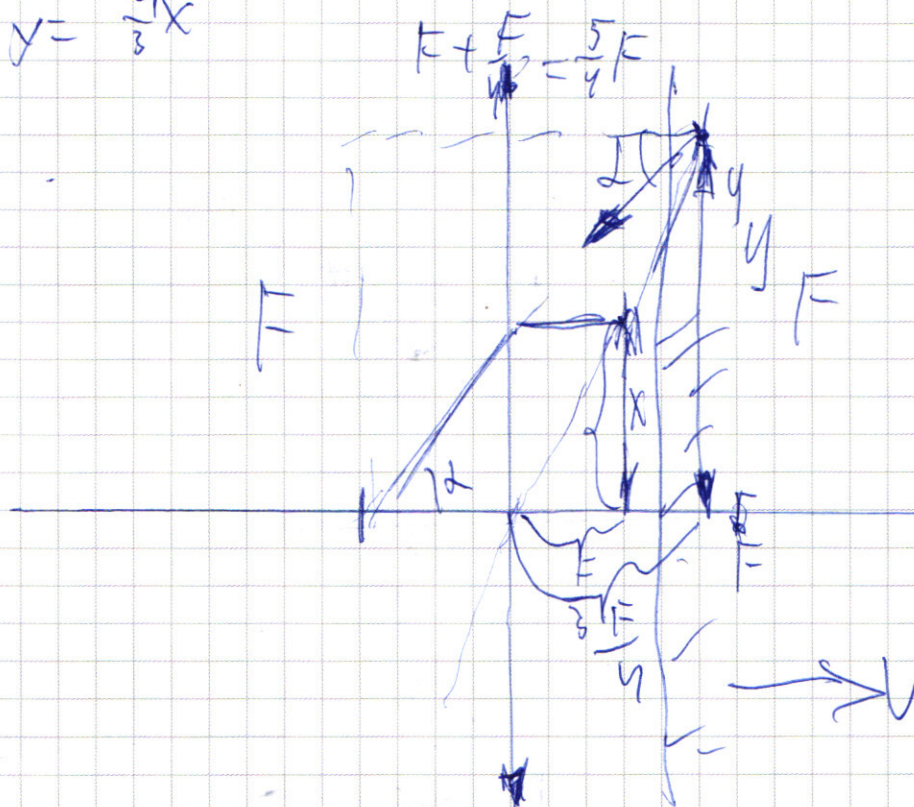
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \Rightarrow$$

$$f = \frac{Fd}{F-d} = \frac{F^2}{\frac{F-d}{3k}} = \frac{F}{3} \quad \text{per cm}$$

mit cm und kN/m

$$\Gamma = \frac{f}{x} = \frac{f}{d} = \frac{\frac{w}{\lambda}}{\frac{w}{\lambda}} = \frac{4}{3} \Rightarrow$$

$$y = \frac{4}{3}x$$



$$y = \frac{4}{3} \cdot \frac{3}{4} F$$

$$\tan \alpha = \frac{F}{\frac{5}{4}F} = \frac{4}{5}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ + 119 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 15 \\ \hline 75 \\ + 150 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 32 \\ \hline 90 \\ + 1350 \\ \hline 1440 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 225 \\ \times 130 \\ \hline 6750 \\ + 22500 \\ \hline 29250 \end{array}$$

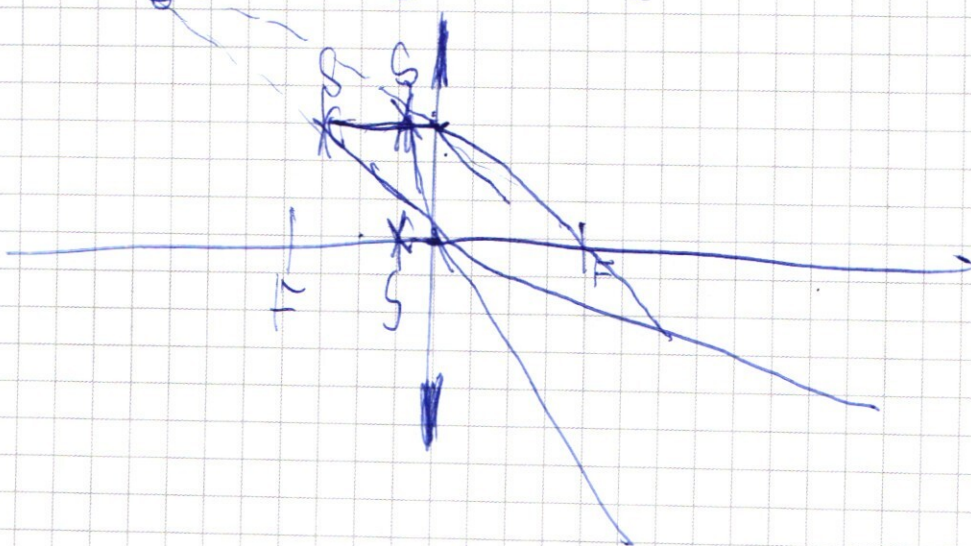
$$\begin{array}{r} 289 \\ + 90 \\ \hline 379 \end{array}$$

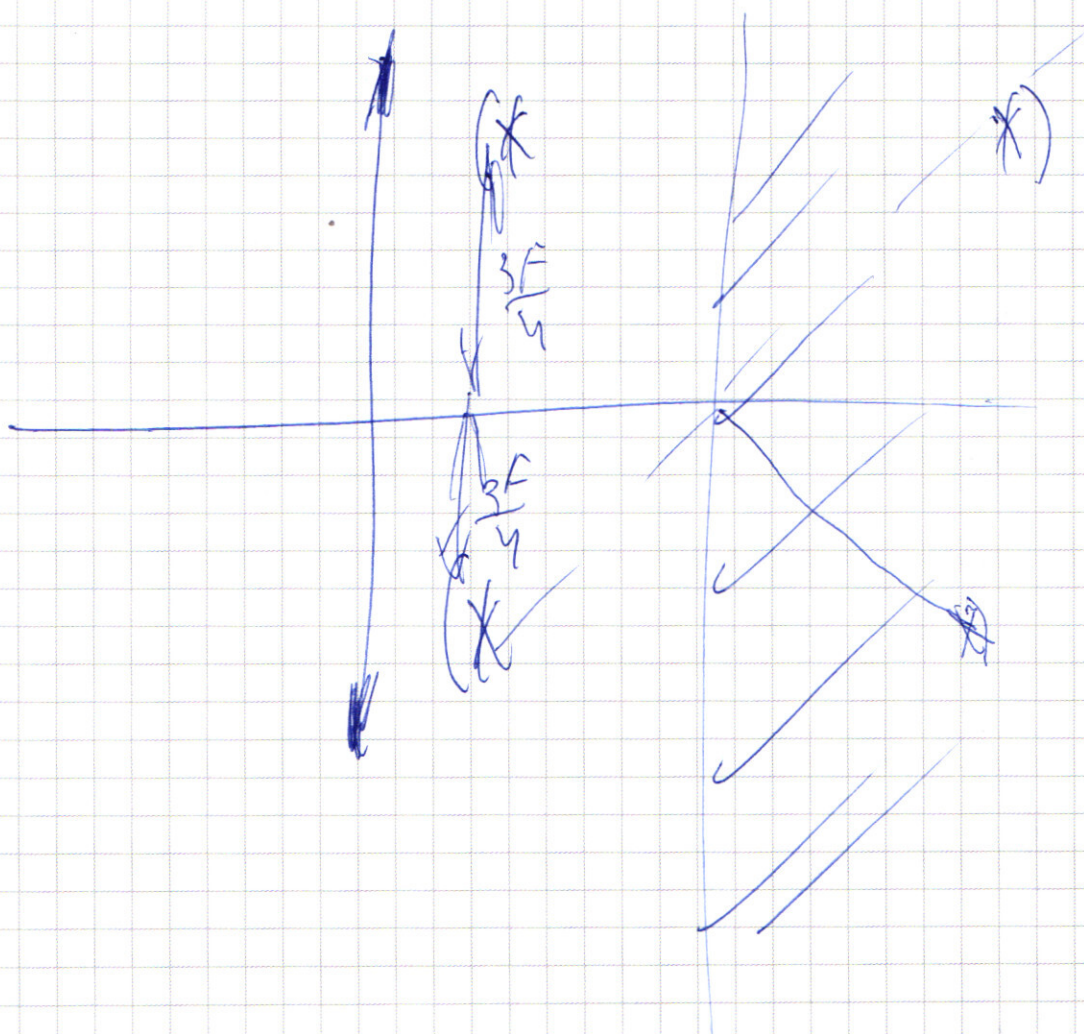
$$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u'v - v'u}{v^2}$$

$$Q = \frac{C I^2}{2} +$$

$$\Delta S = W(0) - W(t_1) + Q_{\text{с.о.}}$$

$$Q = \frac{C \left(\frac{E}{3}\right)^2}{2} - \frac{C I^2}{2}$$





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

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

$$f = \frac{F \cdot d}{d - F} = \frac{5F}{4} = 5F$$



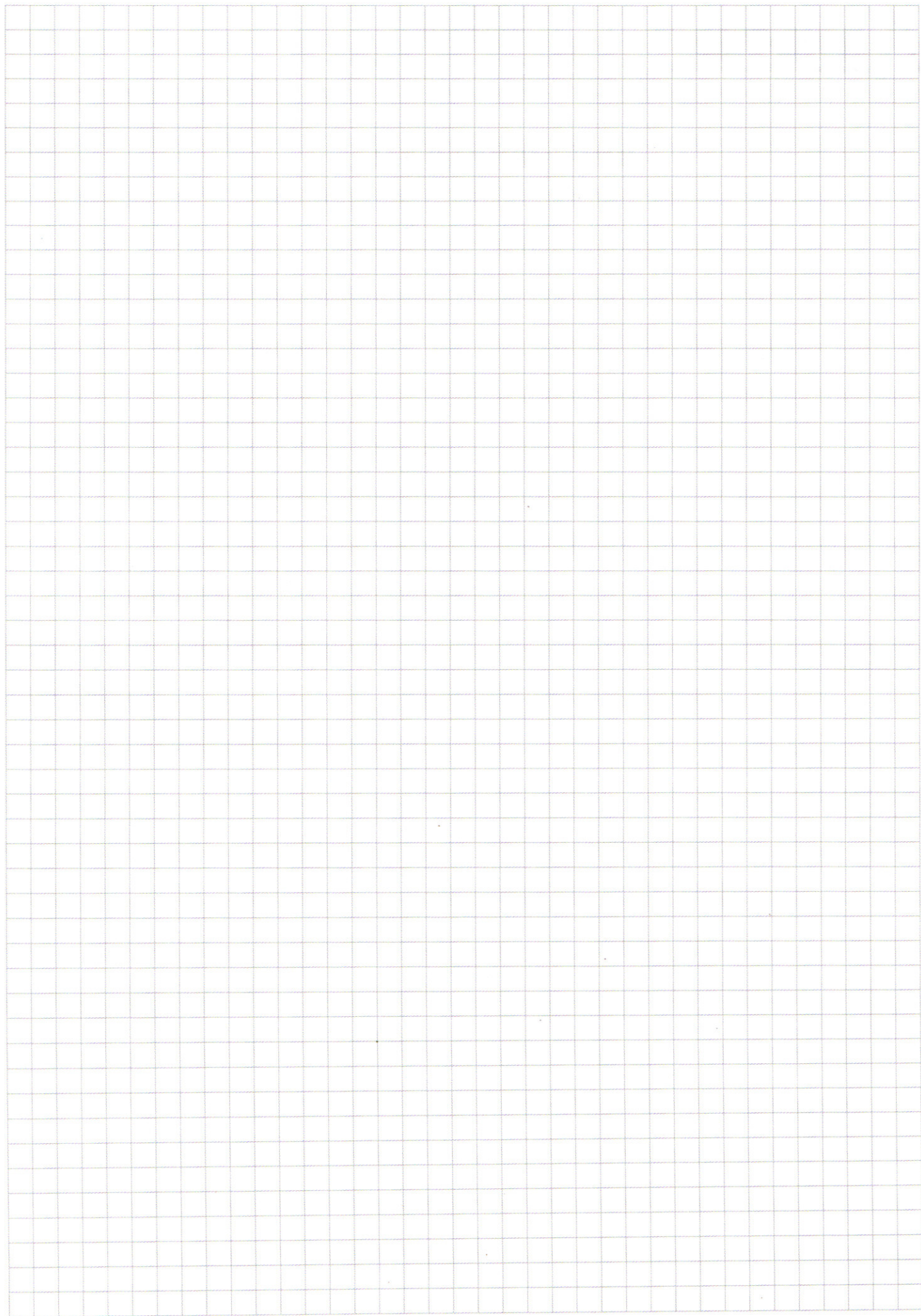
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)